



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES**



**DIFUSIÓN DE TELEVISIÓN Y VIDEO MÓVIL**



**TESIS**

**EXPONE: JUAN MANUEL RAMOS LÓPEZ**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. JESÚS REYES GARCIA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

**A mis Padres:**

***Por los esfuerzos y sacrificios que pasaron para brindarme el mejor regalo que se puede brindar a un hijo "mi educación", por los ánimos que me daban para continuar adelante y no decaer en mi formación como ingeniero, y por estar siempre a mi lado en todos los momentos que los necesité a lo largo de mi vida académica, por todo ello "gracias queridos padres", este trabajo esta dedicado a ustedes.***

***"Toda nuestra ciencia, comparada con la realidad, es primitiva e infantil y sin embargo es lo máspreciado que tenemos"***

**Albert Einstein**

***"La Razón ,lo único que te hace pensar ; lo imaginable, realizable y fantástico, pero con una ilusión, la ilusión de emprender y seguir un objetivo, el cual una vez concretado, te brinda más razón para emprender una nueva idea"***

## INDICE GENERAL

### INTRODUCCION

### CAPITULO 1 .PROCESOS EMPLEADOS EN LA TRANSMISION DE VIDEO (O TELEVISION DIGITAL)

<b>1.1 Codificación de Fuente</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Compresión MPEG</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Codificación de Canal</b> .....	<b>12</b>
<b>1.4 Modulación Digital</b> .....	<b>21</b>
<b>1.5 Transmisión OFDM y COFDM</b> .....	<b>29</b>

### CAPITULO 2. ENTREGA DE TELEVISION Y VIDEO MOVIL

<b>2.1 Formas De Entrega de Entrega de Televisión y Video a Terminales Móviles</b> .....	<b>36</b>
2.1.1 Entonces ¿Qué es Difusión de tv Móvil? .....	38
<b>2.2 Sistemas de Difusión de televisión y video que requieren de una red superpuesta a la red celular y de un receptor secundario en cada terminal móvil</b> .....	<b>37</b>
2.2.1 Redes de Difusión y Redes 3G para la entrega de Vio Móvil.....	38
2.2.2 Modelo General de Referencia para la TV Móvil.....	41
2.2.3 DVB-H.....	42
2.2.3 Media FLO .....	51
2.2.4 T-DMB .....	55
2.2.5 One Seg (Wan-segu)ISDB-T.....	65
2.2.6 ATSC .....	77
2.2.7 CCMB .....	80
2.2.9 Cuadro comparativo de los estándares de TV móvil .....	81
<b>2.3 Entrega de Televisión y Video por Red Celular</b> .....	<b>83</b>
2.3.1 Redes Móviles Celulares. ....	83
2.3.2 MBMS y BCMCS .....	98
2.3.3 ¿Demasiadas opciones para la TV digital Móvil?.....	106

---

**CAPITULO 3. SITUACION ACTUAL DE LA DIFUSION DE TELEVISION Y VIDEO MOVIL**

<b>3.1 Problemas en la implementación de un servicio de Video Móvil.....</b>	<b>110</b>
<b>3.2 Asuntos de Normalización .....</b>	<b>111</b>
<b>3.3 Equipo .....</b>	<b>116</b>
<b>3.4 Modelos de Negocio .....</b>	<b>119</b>
<b>3.5 Ejemplos de Sistemas en Operación .....</b>	<b>130</b>
<b>3.6 Oportunidades para la TV Móvil en América Latina .....</b>	<b>139</b>

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**GLOSARIO DE ACRONIMOS Y SIGLAS**



## INTRODUCCION

En la actualidad, con el avance tecnológico y el auge que tienen actualmente las redes de telecomunicaciones se vislumbra la nueva era de las comunicaciones.

El presente trabajo hace referencia a la adopción de la TV móvil como una experiencia de televisión más personal y privada que el sistema de difusión de televisión tradicional, con importantes implicaciones para los usuarios, proveedores y anunciantes de contenido. Los usuarios estarán en capacidad de recibir contenido a cualquier hora, en cualquier lugar, escoger lo que sea más relevante para ellos e incluso crear y cargar su propio contenido de televisión, mientras que los proveedores y anunciantes de contenido podrán adaptar sus ofertas de manera más específica al usuario.

La disponibilidad del servicio en todas partes y a todas horas, unas ofertas comerciales atractivas, la interoperabilidad de los dispositivos, la disponibilidad de espectro y una regulación ligera de las licencias son ingredientes vitales para impulsar la demanda de la televisión móvil en el mundo. La televisión móvil es una nueva plataforma apasionante para la distribución de contenidos audiovisuales que bien podría brindar nuevas oportunidades empresariales para los creadores y proveedores de servicios de contenidos, aportar nuevos servicios de valor añadido a los ciudadanos y crear puestos de trabajo. Mientras que cada país está desarrollando de momento su propio mercado de televisión móvil, se hace hincapié en la necesidad de una estrategia comunitaria dinámica y coordinada.

Entre las ventajas asociadas a la Televisión Móvil esta la capacidad de añadir interacción entre el usuario y la cadena emisora al poder ofrecer a sus usuarios: participar en concursos, realizar votaciones o comprar entradas para un concierto.

Otra ventaja de la TV para móvil es la medición absoluta de las audiencias, al obtener: el número exactos de usuarios en tiempo real, los contenidos más vistos, las franjas horarias con mayor número de conexiones, el número de usuarios recurrentes,

Algunos otros puntos a favor de la TV móvil de gran impacto son:

- Servicios de difusión de información: estado del tráfico, meteorología, servicios financieros.
- Contenidos de entretenimiento y ocio (Videos, concursos, películas, ...)
- La retransmisión de conciertos, eventos.
- Como canal publicitario de soporte a acciones sobre medios prensa, radio, publicidad exterior, ...
- O para acercar los actuales canales de televisión a usuarios móviles.

Es por tales virtudes que la TV Móvil es un tema extenso a analizar, las cuales nos llevan a realizar este trabajo de tesis; el cual en su primer capítulo nos marca como preámbulo al tema de Difusión de Televisión y Video Móvil, los conocimientos teóricos que debemos de saber como antecedente para que se lleve a cabo la transmisión y recepción de un sistema de TV Móvil; es decir muestra el conjunto de procesos por

---

los que debe de pasar la señal de video (p.e procesamiento , codificación y corrección de errores ,etc.) así como la modulación que se requiere para ser recibida satisfactoriamente en su destino, como lo es en este caso un receptor portátil y además de mostrar cuales son las técnicas utilizados en el mundo de las comunicaciones digitales para el tratamiento de esta señal de video y llevarla a dispositivos portátiles.

Como se habla de TV móvil hay que tomar en cuenta las diferentes formas o tipos de entrega de este servicio, por lo que el Capítulo II muestra una gama de estándares por los cuales se puede dar el servicio de TV Móvil(p.e.DVB-H, MediaFLO, T-DMB,ISDB-T,MBMS, etc.), de acuerdo a la estructura de red que se use o se plantee para brindar el servicio, así como los requerimientos y especificaciones técnicas que se requiere en cualquiera de los estándares mencionados durante este capítulo, además de que se analizan a detalle las diferencias que hay entre estos y cuales son ventajas y desventajas de cada uno de ellos de acuerdo a la técnica de transmisión utilizada.

Como en todo tema de Telecomunicaciones debe haber un aspecto normativo regulatorio, y sin duda el tema de la TV Móvil no se queda atrás, marcando diferencias de opinión entre los países que están implementando el servicio ,por lo cual en el Capítulo III se analizan estas cuestiones, así como la situación actual en el mundo y el aspecto comercial, que sin duda este aspecto comercial llevará al éxito o al fracaso al sistema de Tv Móvil, ya que la mercadotecnia hoy en día es tan importante en un dispositivo tecnológico tal y como lo es la TV Móvil, claro dependiendo también del proveedor del servicio y de sus modelos e negocio contemplados para el servicio de Televisión portátil, dejando la aceptación del servicio a los usuarios que son a final de cuentas los que aceptan o rechazan un servicio.

La TV Móvil marca una pauta importante en la nueva era de la comunicación y los mecanismos de entrada al mundo tecnológico y de mercado, serán cruciales en la adopción del sistema, sea cual sea el estándar elegido para su implementación.

# CAPITULO 1

## PROCESOS EMPLEADOS EN LA TRANSMISION DE VIDEO (O TELEVISION DIGITAL)

### 1.1 CODIFICACION DE FUENTE

El termino codificación de fuente refiere a las diversas técnicas (incluida la digitalización y la compresión) utilizadas para procesar una señal analógica de televisión y convertirla en una señal digital antes de la codificación de canal y la emisión.

MPEG-2 es el estándar de codificación de la fuente utilizado por DVB.

En el contexto de las comunicaciones digitales, se define la codificación como la transformación de una señal para su transmisión o almacenamiento. La codificación puede ser de canal o de fuente:

- La codificación de canal está orientada a que la transmisión sea lo más fiable por un medio ruidoso, normalmente añadiendo bits para el control de errores.
- La codificación fuente está orientada a representar eficientemente una señal en formato digital, es decir, minimizar el número de bits necesario para su transmisión de forma eficiente. A su vez la codificación fuente puede ser sin pérdidas (por entropía) o con pérdidas; esto significa que se pueda reconstruir la señal original de forma exacta en recepción, como es el primer caso, o que se produzcan ciertas pérdidas.

Como requisito indispensable de la codificación con pérdidas está la cuantificación. El esquema funcional de la codificación fuente se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Esquema de Codificación Fuente.

El muestreo consiste en tomar muestras cada  $T$  instantes de tiempo de la señal original  $x(t)$ ; según Nyquist [Nyquist1928] este periodo debe ser como mínimo el doble del ancho de banda de la señal de entrada. El resultado es un conjunto finito de valores que son muestras de la señal ( $x[n]$ ).

La cuantificación es la etapa fundamental en la codificación de señales analógicas. Se basa en líneas generales en tomar un valor muestreado (real) de la señal original de entrada y aproximarlos a un valor dentro de un conjunto discreto de posibles valores ( $x_q[n]$ ).

La codificación consiste en la transformación de cada valor cuantificado para su transmisión por el canal.

## 1.2. COMPRESION MPEG (Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento).

Para el tema en estudio, es necesario conocer y entender el funcionamiento básico de las técnicas que se usan para comprimir la señal de video, en nuestro caso como hablamos de video digital es indispensable tener claro el concepto de compresión y más aun saber que técnicas son utilizadas.

Se denomina compresión de datos al conjunto de técnicas que permiten que un conjunto de datos de una determinada longitud pueda ser reducido en su tamaño, sin alterar el significado de la información que contiene.

Hay dos tipos de compresión:

Lógica: se trata de reducir los datos desde el momento del diseño.

Física: proceso de reducción de la cantidad de datos antes de poner los datos en el medio de transmisión y deshacer el proceso en el receptor. Tiene en cuenta la frecuencia de ocurrencia de los caracteres.

Lo primero que debemos aclarar es que MPEG no es un formato de vídeo, sino un algoritmo de compresión de datos, utilizado en la representación de imágenes dado el volumen de información necesario para representar una imagen en movimiento, y fue establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Originalmente se diferenciaron cuatro tipos, MPEG-1, 2, 3 y 4. La principal diferencia entre ellos es la calidad de imagen que ofrecen y el ancho de banda que necesitan.

Ofrecen tres ventajas fundamentales: un gran nivel de compresión, escasa pérdida de calidad, y permite la compatibilidad con carácter retroactivo entre diferentes formatos de vídeo.

Su diseño está pensado para que la decodificación sea sencilla y barata, que cualquier usuario con un software apropiado pueda visualizarlo en su casa. Sin embargo, la codificación resulta más complicada y cara, aunque su precio ha descendido considerablemente en los últimos años.

La cadena de datos MPEG se puede dividir en tres capas o partes bien diferenciadas: una para la compresión de audio, otra para la de vídeo y una tercera relativa al sistema.

Cuando pensamos en la compresión de datos, la lógica nos dice que se trata de un sistema a través del cual almacenamos la misma información en un espacio más

reducido. La compresión que se utilizaba hasta la aparición de la compresión MPEG era intraframe, esta trataba una secuencia completa de imágenes como independientes, y después se procedía a su compresión., encargada de la sincronización de datos, calidad de imagen etc.

### 1.2.1. ¿Qué es MPEG?

Moving Picture Experts Group (MPEG) es una organización que establece estándares basados en la industria que se especializa en compresión y transmisión de audio y video. Posee tres estándares publicados relativos a la compresión del video: MPEG1, MPEG2 y MPEG4. El más reciente, MPEG4, está en su versión 2, y sigue en desarrollo. Los otros dos estándares en los que trabaja MPEG son MPEG7 (para la descripción de contenidos – metadatos) y MPEG21 (el cual define la estructura multimedia) aún no tienen un papel significativo en el mundo de la videoconferencia.

La mayor ventaja del MPEG comparado con otros formatos de codificación de vídeo y audio es que los ficheros MPEG suelen ser más pequeños para la misma calidad. Esto se debe a que MPEG usa unas técnicas de compresión muy sofisticadas.

La tablas 1 y 2, resumen (y simplifican) los diversos formatos MPEG1,MPEG2 Y MPEG4 ,sus capacidades y algunas de sus características.

El MPEG esta pensado para conseguir altos niveles de compresión manteniendo la máxima calidad posible. La perdida de calidad de datos en una secuencia MPEG esta estudiada atendiendo a la visión humana por lo que las principales perdidas se producen normalmente en los colores que el ojo aprecia con menos detalle.

Este sistema cuenta con una sintaxis propia que le confiere una gran flexibilidad, ya que permite resoluciones de hasta 4096x4096(MPEG-1),ajustes de calidad/compresión y de velocidad de transferencia (bitrate).

Se trata por tanto de un sistema versátil que permite la reproducción de vídeo con una buena relación calidad y buena transferencia, por ejemplo en CD-I obtenemos una calidad de vídeo comparable al VHS a un a velocidad de transferencia de 150 Kbytes/s y con sonido de alta calidad.

Esto hace del MPEG un complejo sistema de codificación por lo que no vamos a estudiarlo con todo detalle ya que necesitaríamos unos conocimientos profundos de matemáticas entre otras materias.

	<b>MPEG1</b>	<b>MPEG2</b>	<b>MPEG4</b>
Tamaño típico de imagen	352x240(perfil estándar)	720x480(perfil principal @máximo nivel)	720x480 (perfil principal, L2)
Ancho de banda típico	1.5Mbps	5Mbps	2Mbps
Ancho de banda máximo	2.5Mbps	15Mbps	4Mbps

**Tabla 1.Velocidades de las versiones de MPEG.**

MPEG-1	MPEG-2	MPEG-4
 Aprobado en Noviembre 1991	 Aprobado en Noviembre 1994	 Aprobado en Octubre 1998
Calidad VHS	Calidad DVD	Calidad Escalable
Permite Video CD	Permite TV Digital	Basado en el formato QuickTime
Permite CD-ROM	Permite Digital Versatile Disk (DVD)	Adaptable - desde teléfonos cedulares hasta televisión por satélite.
Permite audio mp3		

**Tabla 2. Características de las versiones de MPEG.**

### 1.2.2 Fundamentos de la compresión MPEG

Todos los sistemas de Televisión contienen la información redundante del sincronismo que en gran parte puede eliminarse antes de la transmisión reduciendo así la velocidad binaria, sin pérdida de la calidad de la imagen. Sin embargo para tener un mayor grado de compresión hay que recurrir a ciertas técnicas que de algún modo afectan la calidad de la imagen.

El objetivo fundamental de estas técnicas consiste en representar una fuente de video con un número mínimo de bits preservando al mismo tiempo el nivel de calidad requerido para una aplicación determinada.

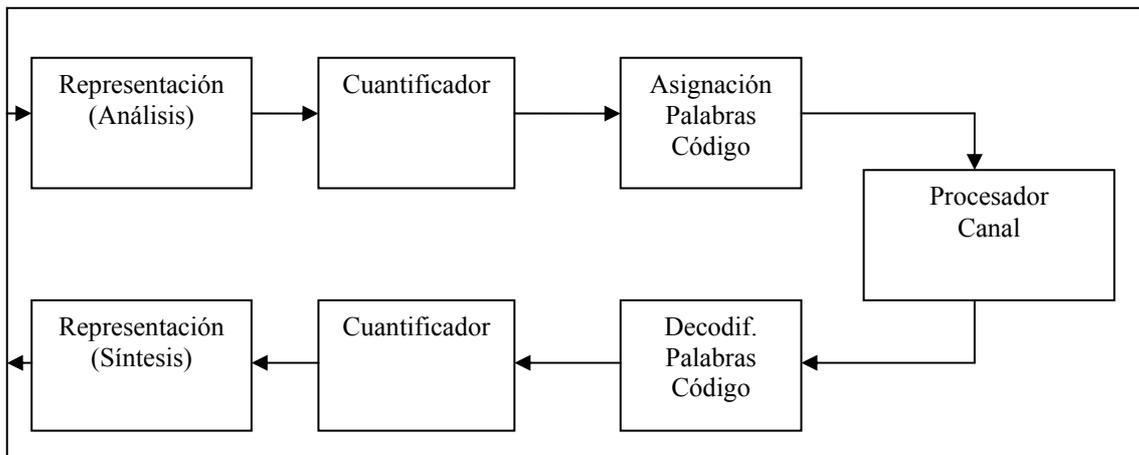
La compresión de video se realiza en tres operaciones básicas (Ver Figura 2).

En primer lugar se somete a la señal de video a un proceso de análisis que da lugar a una forma eficaz de representación que facilita la compresión.

Para describir la señal, la representación puede contener más información que la señal original, pero en todo caso la mayor parte e la información importante estará concentrada en sola pequeña parte de esa descripción. Si la representación es adecuada, únicamente se necesita transmitir esta pequeña fracción de los datos para reconstruir fielmente en el receptor la señal de video.

La segunda operación es la cuantización, ósea la conversión a valores discretos de los datos de la representación. La tercera y última operación consiste en la operación de palabras código, series de bits utilizados para representar los niveles de cuantización.

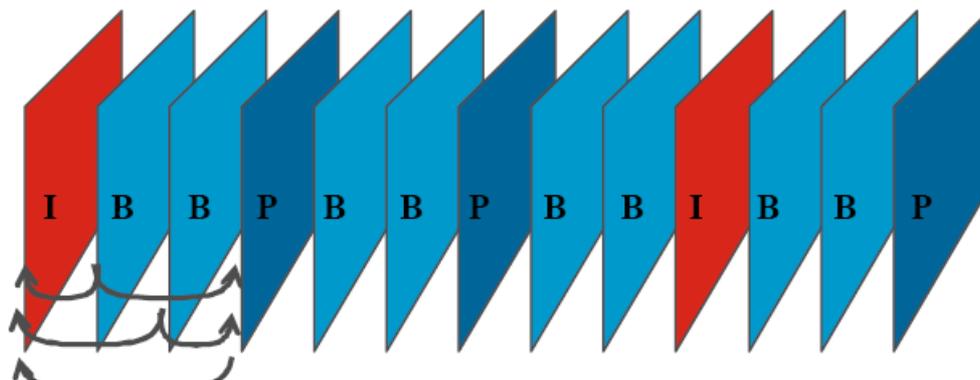
Descrito de forma sencilla, el principio básico de MPEG es comparar entre dos imágenes para que puedan ser transmitidas a través de la red, y usar la primera



**Figura 2.Operaciones Básicas de la Compresión**

imagen como imagen de referencia (denominada I-frame), enviando tan solo las partes de las siguientes imágenes (denominadas B y P –frames) que difieren de la imagen original. La estación de visualización de red reconstruirá todas las imágenes basándose en la imagen de referencia y en los “datos diferentes” contenidos en los B- y P- frames.

Una secuencia típica de I -, B- y P-frames puede tener un aspecto similar al del dibujo de abajo(Figura 3). Tenga en cuenta que un P-frame puede solo referenciar a un I - o P-frame anterior, mientras que un B-frame puede referenciar tanto a I - o P-frames anteriores y posteriores.



**Figura 3.Secuencia de Frames**

Almacenar una secuencia de imágenes estáticas y luego reproducirlas a suficiente velocidad es lo que proporciona la sensación de “imagen en movimiento” de cualquier sistema de vídeo o cine. Sabemos que almacenar 25 imágenes por segundo a alta resolución es una tarea que ocupa entre 10 y 20 Mbyte sin usar compresión. Esto supone que 1 minuto de vídeo puede ocupar 1 Gbyte perfectamente. Es necesario por tanto usar algún tipo de compresión. Podemos comprimir uno a uno cada frame, con lo que obtendríamos una secuencia de imágenes que pueden ser descomprimidas

independientemente una de otra, es decir, podemos seleccionar cualquier frame al azar aplicar el algoritmo que hayamos usado y verlo.

Esto seria un sistema Intra-frame (explicado anteriormente). También podemos tomar una imagen de referencia y almacenar de la siguiente solo las variaciones y así sucesivamente, con lo que obtenemos otro tipo de compresión “referencial”. Podemos combinar las opciones anteriores, aplicar un algoritmo con perdida de datos (como el usado en JPEG) y obtener un sistema en el que se almacena una imagen inicial, se usa como referencia para generar las siguientes que se van degradando y cada diez imágenes referenciadas se añade una comprimida independientemente y se vuelve a usar como referencia para las diez siguientes.

### 1.2.3. MPEG1

El desarrollo de la norma MPEG1, primer trabajo del grupo, iniciado en 1988 y ya finalizado, se concreto en la compresión de video en velocidades binarias bajas, adecuadas para dispositivos de almacenamiento tales como los CDROMS y transmisión entre 1,554 y 2048 Mbit/s.

El estándar MPEG1 tiene tres partes o capas: Sistema, Vídeo y Audio. La capa del sistema proporciona las funciones necesarias (es donde reside la sintaxis antes mencionada) para el uso de la siguiente capa que es la que contiene los datos codificados. La codificación del audio en una secuencia MPEG no la vamos a tratar ya que lo que nos interesa es saber como consigue esa alta compresión en vídeo.

El algoritmo de codificación básico para MPEG1 utiliza 8x8 DCT(Transformada Coseno Discreta), predicción intercuadros y compensación del movimiento y divide los frames en tres tipos I, P y B.

El primer paso es dividir la imagen en bloques (Macroblocks) de 16x16 pixels. A continuación se eliminan las redundancias que existen entre un frame y el siguiente, codificando por ejemplo la repetición de un macroblock en un frame con respecto al anterior, esto ocupa mucho menos que repetir el macroblock completo. Pero existen dos sistemas adicionales que utiliza el algoritmo de codificación MPEG, uno de ellos es la compensación de movimiento. Cuando un macroblock se repite en el frame siguiente pero no en la misma posición (por ejemplo debido a un movimiento de cámara), el sistema almacena un vector que indica a donde debe desplazarse el/los macroblocks al formar el siguiente cuadro. También utiliza un sistema de predicción de oclusión que reconoce cuando unas partes de la imagen cubren a otras debido a su desplazamiento (por ejemplo al moverse un personaje por un escenario fijo) y almacena referencias a estos datos. Por ultimo aplica 8x8 DCT (Transformada Coseno Discreta) una formula matemática con la que podemos representar de una manera mas compacta funciones de ondas, es decir , imágenes. Las imágenes a las que se les aplica esta función son bloques de 8 por 8 pixels, de ahí 8x8 DCT.

Se utilizan tres tipos de frames:

**I:** Este tipo de frame no hace referencia a ningún otro y utiliza únicamente 8x8 DCT, se podría decir que es una imagen comprimida en JPEG. También llamado Intra-codificación.

**P:** En estos frames los macroblocks pueden estar codificados como en los I o hacer referencia (predicción intercuadro) al frame anterior.

**B:** Por ultimo en este tipo de frame los macroblocks pueden ser Intra-codificados, con referencia al frame anterior al posterior o interpolado, es decir, formado a partir de un macroblock anterior y otro posterior.

Estos tipos de frames se disponen en una patrón estándar al codificarse un archivo MPEG que es : **I BB P BB P BB P BB I**

Esta secuencia puede ser alterada y de hecho algunos codificadores de altas prestaciones lo hacen, ya que examinan el tipo de imágenes a codificar y generan la secuencia mas adecuada.

Finalmente se le aplica a los frames codificación Huffman (un sistema de compresión parecido al PKZIP) y listo. Aunque todo esto pueda parecer complejo, insistimos en que es una visión superficial de este excelente sistema de vídeo digital (véase Figura 4).

Se obtienen compresiones con una calidad aceptable desde 50:1,se puede hablar de calidad broadcast en torno a 10:1.

MPEG1 es el estándar más antiguo diseñado para comprimir 30 minutos de audio y video en un CD. Es relativamente fácil de comprimir y descomprimir, pero por el número de bits, no proporciona una amplia calidad de audio y video. Típicamente el ancho de banda es de 1 a 1.5 Mbps. Debido a que la compresión H.263, la más empleada en los sistemas H.323, produce una mejor calidad de imagen con cerca de la misma cantidad de procesamiento y menos bits transmitidos, MPEG1 no es un contendiente de peso para los sistemas de videoconferencia.



Figura 4.Video MPEG1

#### 1.2.4 MPEG2

En 1990 comenzó el estudio de la norma MPEG2 ,cuyo objetivo era definir un método de codificación de las señales audiovisuales para proporcionar calidad de radiodifusión

con velocidades binarias con un limite de 15 Mbit/s. Posteriormente se ha extendido este límite para tener en cuenta la televisión de alta definición.

MPEG-2 es una mejora del MPEG-1 que cubre las deficiencias que este tenía para el vídeo entrelazado y añade algunos cambios. Se estima que tiene un incremento global de rendimiento con respecto al MPEG-1 de el entre el 10 y el 20 por ciento. El MPEG-2 es usado para Broadcast y es el sistema de vídeo que incorporan los DVD.

En lo que respecta a los objetivos de los radiodifusores, la norma MPEG2 debe tener en cuenta:

- Las imágenes con exploración entrelazada o progresiva.
- Relaciones de Frecuencia de muestreo: 4:2:0, 4:2:2 y 4:4:4.
- Distintos valores de resolución de imagen(teóricamente hasta 16x16 pixeles)incluyendo todas las frecuencias de campo y tramas utilizadas en televisión.
- Codificación jerarquizada, lo que permite que un decodificador para definición normal (SDTV) o limitada (LDTV),pueda extraer la información que necesita de un flujo de datos de nivel mas alto.

La norma MPEG2 conocida también como ISO/IEC CD 13818,se compone de tres partes. La primera se refiere a la combinación de uno o mas flujos elementales de video, audio y otros datos en flujos simples o múltiples adecuados para el almacenamiento o transmisión. Las otras dos partes de la norma describen los métodos de codificación para reducir la velocidad binaria de video y de audio, proceso conocido como compresión.

Como hemos dicho al principio para almacenamiento y transmisión. Tenemos multitud de casos prácticos: La televisión digital, en auge actualmente, transmite en MPEG-2. Gran parte de las transmisiones entre repetidores en televisión convencional también usa el MPEG-2. El VCD y el CD-I utilizan MPEG-1.

Numerosas noticias en vídeo que intercambian emisoras de TV se hacen en formato MPEG-1 o MPEG-2. También podemos encontrar vídeos en CD y Internet en este formato.

El MPEG Estándar PAL esta diseñado para reproducir vídeo a 25 frames por segundo a 352x288, con estos parámetros no existe ningún CODEC de VFW que consiga un ratio de compresión/calidad comparable.

Los sistemas de codificación mas avanzados que podría incorporar el MPEG en el futuro en lugar de el actual DCT podrían ser el llamado "Wavelet" o el Fractal, ambos basados en avanzados sistemas matemáticos. Pero casi sin ninguna duda los receptores de Televisión Digital de un futuro próximo incorporaran decodificadores MPEG-X.

El estándar MPEG2 incluye un esquema de compresión ampliamente usado (y de manera un tanto confusa también incluye un mecanismo de transporte). Hay un cierto número de productos que usan este formato produciendo imágenes de calidad

considerable (cercana a las transmisiones de televisión). Mientras era desarrollado para aplicaciones en televisión, los fabricantes encontraron que usando un estándar para la definición del video y tarjetas de rápida codificación y decodificación las latencias presentes permitían la aplicación en ambientes interactivos. MPEG2 es un estándar muy complejo que incluye muchas variaciones en resolución y formatos (18 en total) que extienden de la definición estándar de televisión hacia las especificaciones de la televisión de alta definición (HDTV). Su forma de codificación se usa ampliamente en productos de consumo, como reproductores DVD, receptores de televisión satelital y receptores de televisión por cable.

#### 1.2.5 MPEG4

MPEG4 es un nuevo estándar (1999) que incluye un codificador de video que es más moderno del empleado en MPEG2. Al igual que MPEG2, tiene un amplio rango de perfiles que van desde anchos de banda reducidos para transmisiones inalámbricas hasta anchos de banda más amplios para edición e intercambio de video. Mientras que este estándar incluye muchos otros componentes multimedia, la tecnología de compresión apenas está empezando a aparecer en productos de video. Para los anchos de banda y resoluciones reducidos puede reemplazar fácilmente a MPEG2 y por la misma cantidad de bits por segundo una mejor imagen (o por menos bits la misma calidad). Esto puede no ocurrir tan rápido como se desearía en el ámbito de la televisión dado que hay ya demasiados decodificadores y reproductores de DVD en las casas. MPEG4 requiere mayor capacidad de procesamiento que MPEG2 o MPEG1 para codificar y decodificar, pero aún con procesadores más rápidos parece no resolver el problema de la interacción en tiempo real. De igual forma que los otros esquemas de compresión MPEG, fue desarrollado para aplicaciones donde la latencia no es un problema, como la televisión al aire o vía satélite, a diferencia de la videoconferencia. Por otro lado, el nuevo codec de la serie H, H.264, que también se le conoce como MPEG-10, promete ser un estándar más robusto para ambas aplicaciones del video. La extensión del estándar, la inclusión de componentes no de video y su flexibilidad ante la degradación de la calidad en función de las condiciones de la red, hacen de este estándar el candidato promisorio para las aplicaciones futuras en videoconferencia.

Cuando la gente habla de MPEG-4 generalmente se está refiriendo a MPEG-4 parte 2. Este es el estándar de transmisión de vídeo clásico MPEG-4, también denominado MPEG-4 Visual.

Como uno de los desarrollos principales de MPEG-2, MPEG-4 incorpora muchas más herramientas para reducir el ancho de banda preciso en la transmisión para ajustar una cierta calidad de imagen a una determinada aplicación o escena de la imagen. Además el ratio de imágenes por segundo no está bloqueado a 25 (PAL)/30 (NTSC) ips.

Es importante destacar, no obstante, que la mayoría de las herramientas para reducir el número de bits que se transmiten son sólo relevantes para las aplicaciones en tiempo no real.

Esto es debido a que alguna de las nuevas herramientas necesitan tanta potencia de proceso

que el tiempo total de codificación/decodificación (por ejemplo la latencia) lo hace impracticable para otras aplicaciones que no sean la codificación de películas, codificación de películas de animación y similares. De hecho, la mayoría de las herramientas en MPEG-4 que pueden ser usadas en aplicaciones en tiempo real son las mismas herramientas que están disponibles en MPEG-1 y MPEG-2.

Otra mejora de MPEG-4 es el amplio número de perfiles y niveles de perfiles (explicados posteriormente) que cubren una variedad más amplia de aplicaciones desde todo lo relacionado con transmisiones con poco ancho de banda para dispositivos móviles a aplicaciones con una calidad extremadamente amplia y demandas casi ilimitadas de ancho de banda. La realización de películas de animación es sólo un ejemplo de esto.

En uno de los extremos del sistema, tiene lugar la codificación al formato MPEG en la cámara de vídeo. Obviamente en el otro extremo, esta secuencia MPEG necesita ser decodificada y posteriormente mostrada como vídeo en la estación de visualización. Dado que hay un gran número de técnicas (herramientas) disponibles en MPEG (especialmente en MPEG-4) para reducir el consumo de ancho de banda en la transmisión, la variable complejidad de estas herramientas y el hecho de que no todas las herramientas sean aplicables a todas las aplicaciones, sería irreal e innecesario especificar que todos los codificadores y decodificadores MPEG deberían soportar todas las herramientas disponibles.

Por consiguiente se han definido subconjuntos de estas herramientas para diferentes formatos de imágenes dirigidos a diferentes consumos de ancho de banda en la transmisión.

Hay diferentes subconjuntos definidos para cada una de las versiones de MPEG. Por ejemplo hay un subconjunto de herramientas denominados MPEG Profile. Un MPEG Profile específico establece exactamente qué herramientas debería soportar un decodificador MPEG. De hecho los requerimientos en el codificador y el decodificador no tienen porque hacer uso de todas las herramientas disponibles.

Además, para cada perfil existen a diferentes niveles. El nivel especifica parámetros como por ejemplo el ratio de bits máximo a usar en la transmisión y las resoluciones soportadas. Al especificar el Nivel y el Perfil MPEG es posible diseñar un sistema que solo use las herramientas MPEG que son aplicables para un tipo concreto de aplicación.

MPEG-4 tiene un amplio número de perfiles diferentes. Entre ellos se encuentran el Simple Profile y el Advanced Profile que son los más utilizados en aplicaciones de seguridad. Mientras muchas herramientas se usan para ambos perfiles, existen algunas diferencias. Por ejemplo, Simple Profile soporta I- y P- VOPs (frames), mientras que Advanced Simple Profile soporta los frames I-, B- y P-VOPs.

Otra diferencia entre el Simple y el Advanced Profile es el soporte a rangos de resoluciones y a diferentes consumos de ancho de banda, especificados en un diferente Level. Mientras que el Simple Profile alcanza resoluciones hasta CIF (352x288 píxeles en PAL) y precisa un ancho de banda de 384 kbit/segundo (en el

nivel L3), Advanced Simple Profile consigue la resolución 4CIF (704x480 píxeles en PAL) a 8000 kbit/segundo (en el nivel L5).

Algunos sistemas de transmisión de vídeo especifican soporte para “MPEG-4 short header” de forma que resulta importante comprender este término. De hecho, no es más que un transmisor de vídeo H.263 encapsulado con cabeceras de transmisión de vídeo MPEG-4.

MPEG-4 short header no aprovecha ninguna de las herramientas adicionales especificadas en el estándar MPEG-4. MPEG-4 short header está solo especificado para asegurar compatibilidad con equipos antiguos que emplean la recomendación H.263, diseñada para videoconferencia sobre RDSI y LAN. De forma práctica, el MPEG-4 short header es idéntico a la codificación/decodificación H.263, que da un nivel de calidad menor que MPEG-2 y MPEG-4 a un ratio de bits determinado.

La calidad de la imagen y del vídeo en “short header” no está cercana a la del MPEG-4 real, dado que no hace uso de las técnicas que permiten filtrar información de la imagen que no es visible por el ojo humano. Tampoco usa métodos como la predicción DC y AC que pueden reducir de forma significativa las necesidades de ancho de banda.

Para clarificar una especificación de un sistema de distribución de vídeo, el soporte a MPEG-4 a veces se denomina como “MPEG-4 long header” que en otras palabras es el método en el que se emplean las herramientas de compresión propias de MPEG-4.

#### 1.2.6. MPEG-4 parte 10 (AVC, Control de Vídeo Avanzado)

MPEG-4 AVC, al que también se refiere como H.264 es un desarrollo posterior en el que MPEG tiene un conjunto completamente nuevo de herramientas que incorporan técnicas más avanzadas de compresión para reducir aun más el consumo de ancho de banda en la transmisión con una calidad de imagen determinada. Pese a ser más complejo añade también requerimientos de rendimiento y costes, especialmente para el codificador, al sistema de transmisión de vídeo en red. MPEG-4 AVC no se tratará en este documento.

#### 1.2.7. Posicionamiento de MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4

La Figura 5 muestra que el espectro de MPEG-4 es mucho más amplio en relación a MPEG-1 y MPEG-2 que fueron desarrollados para aplicaciones más específicas. Mientras MPEG-1 fue desarrollado para vídeo digital en CD-ROM, MPEG-2 fue desarrollado con el DVD y la televisión de alta definición en mente. MPEG-4 por otro lado no está dirigido a aplicaciones específicas y puede ser apropiado para aplicaciones de animación o para teléfonos móviles.

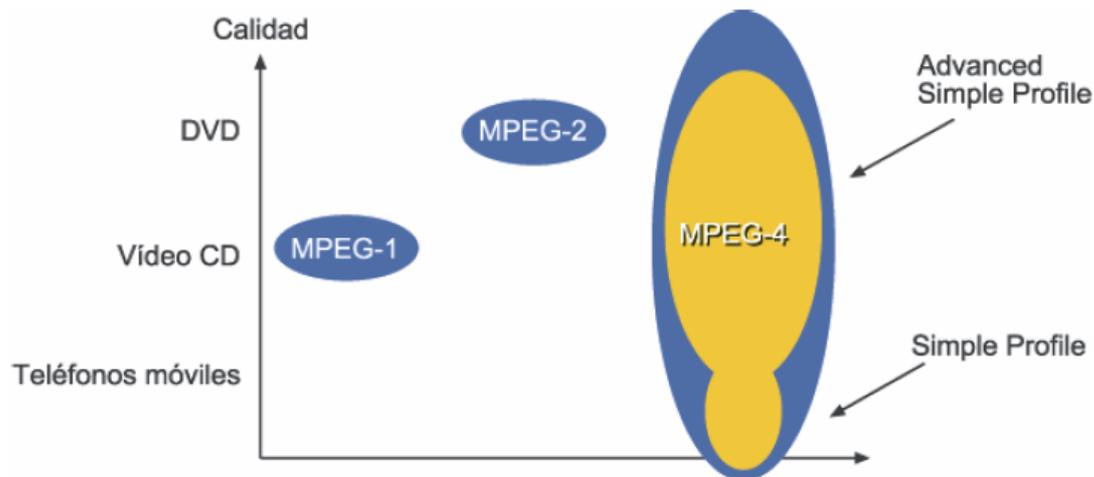


Figura 5.Espectro MPEG

### 1.3. CODIFICACION DE CANAL

El propósito de un sistema de comunicaciones es transmitir información desde un emisor hasta un receptor a través de un canal, como nuestro objetivo es transmitir una señal de video a través de móviles, es necesario tomar en cuenta que función desarrolla la codificación de canal.

El esquema genérico de un sistema de comunicaciones es el siguiente (Figura 6):

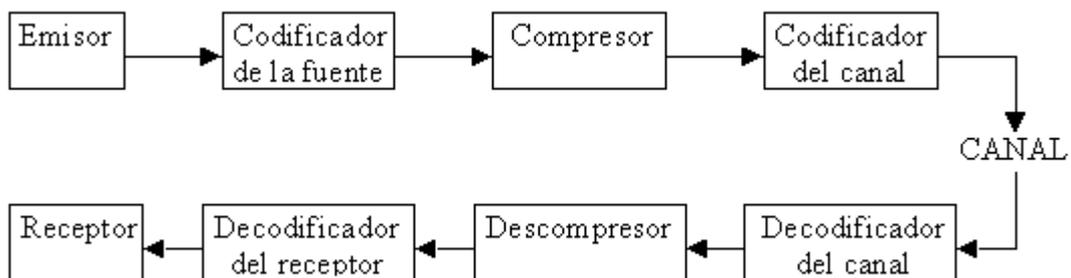


Figura 6. Esquema de un Sistema de Comunicaciones

El emisor es una fuente discreta de información desde la que se emiten los distintos símbolos del alfabeto fuente que se quieren transmitir.

Los símbolos emitidos por la fuente llegan al codificador de la fuente donde son transformados en símbolos de un código binario más adecuado para ser transmitido a través de un canal de comunicaciones.

Opcionalmente estos símbolos codificados pueden ser comprimidos con el objetivo de reducir su tamaño para conseguir una transmisión más rápida.

Durante la transmisión de los símbolos a través del canal pueden producirse alteraciones de los mismos debidas a la presencia de ruido en el canal. A estas alteraciones se las denomina errores. Por ello, antes de enviar los símbolos codificados a través del canal, se realiza una nueva codificación orientada a que el receptor pueda detectar y corregir los errores producidos en el canal.

En la recepción se realiza un proceso inverso. Primeramente se realiza una decodificación del canal para detectar y corregir los posibles errores que contengan los símbolos recibidos a través del canal.

A continuación se procede a una posible descompresión de los símbolos en el caso de haber sido comprimidos en la fuente.

Por último se realiza una decodificación en la que los símbolos codificados se transforman en los símbolos originales que fueron transmitidos por el emisor.

Con estas definiciones y sabiendo como la idea general de la codificación de canal, detallaremos a fondo este proceso en las siguientes subtemas.

#### 1.3.1. ¿Qué es la codificación de canal?

La codificación del canal consiste en 'mapear' (añadir redundancia) la secuencia de datos entrante en una secuencia de entrada al canal y realizar el 'mapeo' inverso a la salida del canal en una secuencia de datos tal que los efectos del ruido estén minimizados.

La introducción de redundancia en la codificación del canal tiene como finalidad mejorar la fiabilidad de la transmisión.

Antes de comenzar con la descripción de algunos de estos códigos es conveniente dar unas definiciones:

**Tasa de error:** Se define como la relación entre el número de bits erróneos recibidos respecto al número total de bits transmitidos. Una tasa de error aceptable para una transmisión es  $10^{-6}$ .

**Tasa residual de error:** Se define como la relación entre el número de bits erróneos no detectados sobre el total de bits emitidos. Mide la capacidad de detectar errores.

**Peso de Hamming:** El peso de Hamming  $W(c)$  de una palabra de código  $c$  se define como el número de bits de esa palabra diferentes de cero.

**Distancia de Hamming:** Es la distancia entre dos palabras de código de igual longitud y se define como el número de bits (posición a posición) en los que se diferencian las dos palabras.

También es necesario hacer una diferenciación entre los distintos tipos de códigos:

**Códigos sistemáticos:** aquellos códigos en los que la palabra de información aparece de forma explícita en la palabra codificada.

**Códigos no sistemáticos:** aquellos códigos en los que la palabra de información no aparece de forma explícita en la palabra codificada.

**Códigos de bloque:** (tienen el mismo significado que en el caso de la codificación de la fuente) aquellos códigos en los que todas las palabras tienen la misma longitud y la codificación se hace de forma estática.

**Códigos lineales:** aquellos en los que cualquier combinación lineal de palabras de código válida (por ejemplo la suma módulo 2) produce otra palabra válida.

**Códigos cíclicos:** aquellos en los que cualquier desplazamiento cíclico de una palabra de código da lugar a otra palabra de código.

En este tema nos enfocaremos principalmente a los códigos de bloque y códigos convolucionales ya que intervienen como agentes importantes en nuestro tema en cuestión que son las tecnologías de video móvil.

### 1.3.2. Códigos de bloque

Denominamos  $A_x = \{x_1x_2...x_n\}$  al conjunto de símbolos de un alfabeto dado. Se define un código como la correspondencia de todas las secuencias posibles de símbolos de  $A_x$  a secuencias de algún otro alfabeto  $D$ -ario  $A_D$ . Sin perdida de generalidad podemos asumir que  $A_D = \{0,1,...D-1\}$ .  $A_x$  recibe el nombre de alfabeto fuente y  $A_D$  de alfabeto código (ver Figura 7).



Figura 7. Estructura de un código.

Un código bloque es aquel que asigna cada uno de los símbolos del alfabeto  $A_x$  a una secuencia fija de símbolos del alfabeto código  $A_D$ . Cada uno de estas secuencias fijas reciben el nombre de palabra código (ver Figura 8).

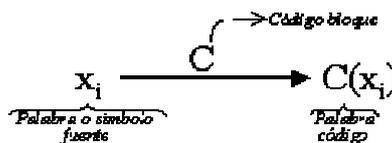


Figura 8 .Código de Bloque

La longitud de una palabra código  $C(x_i)$  es el numero de símbolos del alfabeto  $A_D$  que la forman.

Definimos longitud media de un código como:

$$L = \sum_{x_i \in A_s} P(x_i) l(x_i) \frac{\text{símbolos de código}}{\text{símbolo de fuente}}$$

que se mide en símbolos de código por cada símbolo de fuente.

Un código de bloque lineal sistemático será capaz de detectar  $X-1$  bits erróneos, donde  $X$  viene dado por la distancia de Hamming mínima entre 2 palabras cualesquiera del código, y será capaz de corregir  $(X-1)/2$  bits erróneos.

Estos códigos cumplen la siguiente propiedad: “La suma módulo-2 de dos palabras del código da lugar a otra palabra de código”.

En la especificación de estos códigos se utiliza la siguiente notación:

$$(n,k) \text{-----} (1.3.1)$$

- n es el tamaño de la palabra codificada.
- k es el tamaño del mensaje original. Estos k bits se envían sin alterar.
- los n-k bits restantes son los bits de paridad. Es la redundancia mediante la cual se detectan y corrigen los errores.

La forma de una palabra de código de un código de bloque lineal sistemático es la siguiente:

$$m_0 m_1 \dots m_{k-1} b_0 b_1 b_2 \dots b_{n-k-1} \text{-----} (1.3.2)$$

donde  $m_0 \dots m_{k-1}$  son los bits del mensaje original y  $b_0 \dots b_{n-k-1}$  son los bits de paridad que se añaden como redundancia.

De esta forma, podemos expresar una palabra de código como:

$$C_0 C_1 \dots C_{n-k-1} C_{n-k} \dots C_{n-1} \text{-----} (1.3.3)$$

El cálculo de los bits de paridad se realiza de la siguiente forma:

$$b_i = P_{0i} m_0 + P_{1i} m_1 + \dots + P_{k-1i} m_{k-1} \text{-----} (1.3.4)$$

donde los  $P_{ij}$  deben ser tales que la matriz generadora del código tenga filas independientes y las ecuaciones de paridad sean iguales.

Para realizar la codificación se utiliza una notación matricial.

Consideraremos la palabra original, la palabra formada por los bits de paridad y la palabra de código como vectores:

$$m = (m_0 m_1 \dots m_{k-1})$$

$$b = (b_0 b_1 \dots b_{n-k-1})$$

$$c = (c_0 c_1 \dots c_{n-1})$$

También se utiliza la matriz de coeficientes:

$$P = \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots & P_{0,n-k-1} \\ P_{10} & P_{11} & \dots & P_{1,n-k-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{k-1,0} & \dots & \dots & P_{k-1,n-k-1} \end{pmatrix}$$

Para realizar la codificación se utiliza la matriz generadora:

$$G = [ I_{k,k} | P ] \text{-----}(1.3.5)$$

Siendo  $I_{k,k}$  la matriz identidad de tamaño  $k \times k$ .

De esta forma podemos obtener cada palabra de código a partir de cada palabra de mensaje original realizando la siguiente multiplicación:

$$c = m \cdot G \text{-----}(1.3.6)$$

Para realizar la decodificación, en destino se recibe un vector (c) de tamaño n y lo que se puede hacer es repetir la operación realizada en la codificación: se toman los primeros k bits y se calcula la redundancia usando la matriz generadora y se comprueba si la redundancia obtenida es igual a la redundancia recibida.

Otra opción más eficiente es la basada en el concepto de síndrome.

En el proceso de decodificación basado en el síndrome se utiliza la matriz de chequeo de paridad, que se define de la siguiente forma:

$$H = [ I | P^t ] \text{-----}(1.3.7)$$

H tiene la propiedad de que sólo las palabras de código verifican que al multiplicarlas por  $H^t$  el resultado es el vector nulo. Esta propiedad será utilizada para la detección y corrección de errores.

A cada palabra que el receptor recibe a través del canal la denominaremos palabra recibida y la denominaremos r. Una palabra recibida la podemos expresar como:

$$r = c + e \text{-----}(1.3.8)$$

Donde c es la palabra de código enviada por el emisor y e es una palabra de error.

Cada componente  $e_i$  de la palabra de error podrá valer 1 si hay un error en esa posición y 0 si no lo hay.

El receptor para realizar la codificación utiliza la matriz H para calcular el vector de síndrome de error a partir de la palabra recibida. El vector de síndrome de error se obtiene de la siguiente forma:

$$s = r \cdot H^t \text{-----}(1.3.9)$$

El vector de síndrome tiene tantos elementos como bits de paridad se estén usando.

El vector de síndrome sólo depende de la secuencia de error y no de la palabra de código transmitida.

Si en la transmisión no se ha producido un error, el síndrome es el vector nulo:

$$s = r \cdot H^t = 0 \text{-----}(1.3.10)$$

Si se ha producido un error la multiplicación de la palabra recibida por  $H^t$  nos da un vector que es igual a una de las filas de  $H^t$ . La posición que ocupa esa fila es la posición donde hay un error.

Todas estas operaciones se hacen en módulo-2 (sin acarreo).

Notas acerca de estos códigos:

Para la detección y corrección de errores simples la matriz H debe cumplir:

1- Todas las columnas de la matriz H deben ser diferentes. Esta condición hace que se pueda localizar la posición del error.

2- Ninguna de las columnas de H pueden ser todas ceros. Esta condición se debe a que el síndrome es el vector nulo cuando no hay error.

Cuando se quieren corregir más de un error, por ejemplo dos errores, la matriz H debe verificar:

- 1- Todas las columnas de la matriz H deben ser diferentes.
- 2- Ninguna de las columnas de H pueden ser todas ceros.
- 3- La suma de las columnas dos a dos debe ser diferente (Si la matriz H tiene 5 columnas hay 10 sumas diferentes que se pueden hacer).

Lo que dice esta propiedad es que todas ellas deben dar resultados diferentes).

Esta última condición complica el cálculo de códigos correctores de dos bits y en la práctica no se suelen utilizar. Cuando hay más de un error se pedirá una repetición de la secuencia al emisor (vuelta atrás).

### 1.3.3 Códigos Convolucionales.

Se diferencian de los códigos de bloque en su forma estructural y las propiedades para corregir errores.

Los códigos de bloque suelen tener limitada la capacidad de corrección de errores alrededor de 1 o 2 símbolos erróneos por palabra de código. Estos códigos son buenos para utilizar en canales con baja probabilidad de error.

Los códigos convolucionales son adecuados para usar sobre canales con mucho ruido (alta probabilidad de error).

Los códigos convolucionales son códigos lineales, donde la suma de dos palabras de código cualesquiera también es una palabra de código. Y al contrario que con los códigos lineales, se prefieren los códigos no sistemáticos.

El sistema tiene memoria: la codificación actual depende de los datos que se envían ahora y que se enviaron en el pasado.

Un código convolucional queda especificado por tres parámetros (n,k,m) donde:

- n es el número de bits de la palabra codificada.
- k es el número de bits de la palabra de datos.
- m es la memoria del código o longitud restringida.

Ejemplos:

- Código (2,1,3)

- la palabra codificada tiene 2 bits de longitud
- la entrada son bloques de 1 bit
- la salida depende de los dos bloques anteriores y del actual

- Código (4,2,3)

- la palabra codificada tiene 4 bits de longitud
- la entrada son bloques de 2 bit
- la salida depende de los dos bloques anteriores y del actual.

El proceso de codificación de estos códigos se realiza utilizando un dispositivo lógico en el codificador.

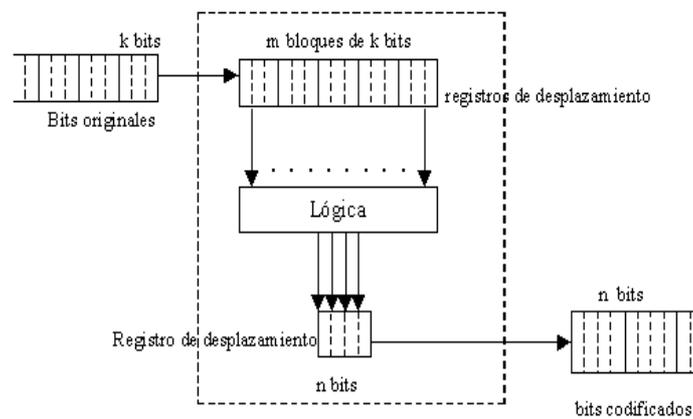


Figura 7. Codificador convolucional (4,3,5)

La palabra codificada se obtendría como el resultado de realizar una serie de operaciones lógicas entre determinados bits que están almacenados en los registros intermedios.

Ejemplo: Codificador convolucional (2,1,3)

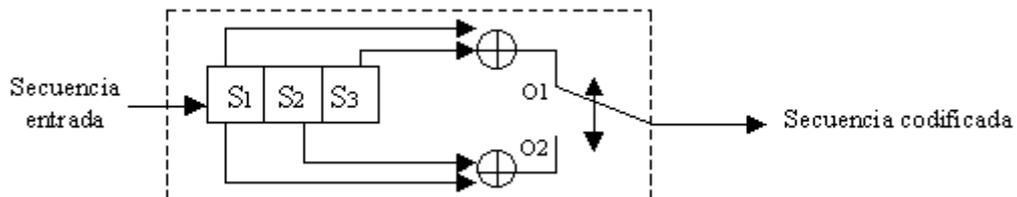


Figura 8. Codificador convolucional (2,1,3)

- El conmutador con las dos entradas hace el papel de un registro de desplazamiento de dos estados.
- El código convolucional es generado introduciendo un bit de datos y dando una revolución completa al conmutador.
- Inicialmente se supone que los registros intermedios contienen ceros.

En este ejemplo la palabra codificada se obtiene como resultado de sumas módulo-2 entre los bits indicados que están almacenados en los registros intermedios.

Las secuencias de salida para el código anteriormente descrito son las mostradas en la tabla 3.

Entrada (S3,S2,S1)	Salida (O1,O2)
000	00
001	11
010	01

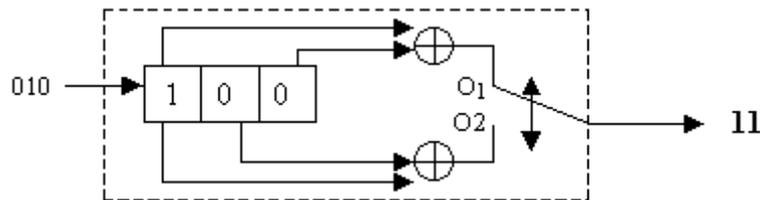
011	10
100	10
101	01
110	11
111	00

Tabla 3. Secuencias de salida del código (2,1,3).

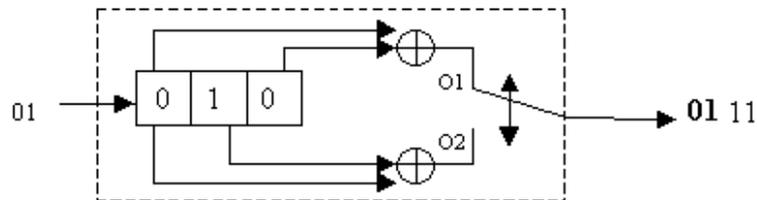
Como ejemplo del funcionamiento de este codificador, supongamos que se quiere enviar la secuencia de bits 0101 (donde los bits más a la derecha son los más antiguos).

El proceso de codificación es el siguiente:

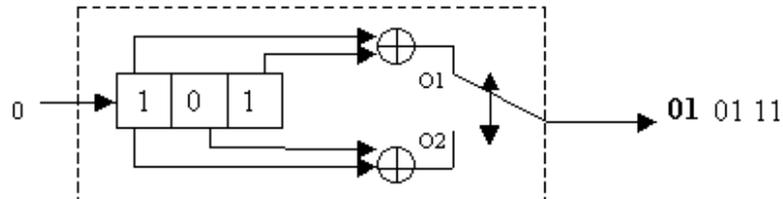
- Se introduce el primer bit de la secuencia en el codificador:



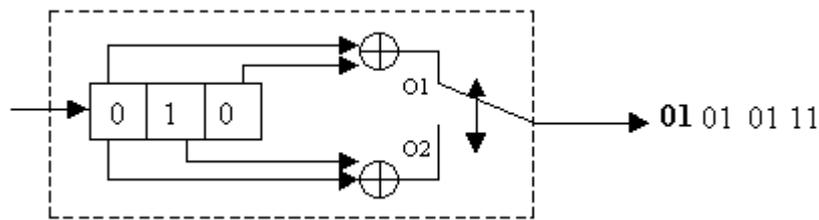
- Se introduce el segundo bit de la secuencia en el codificador:



- Se introduce el tercer bit de la secuencia en el codificador:



- Se introduce el cuarto bit de la secuencia en el codificador:



Al final del proceso de codificación obtenemos que la secuencia codificada es 01 01 01 11.

Sigamos con la exposición del proceso de codificación.

Debido a la memoria del código es necesario de disponer de medios adecuados para determinar la salida asociada a una determinada entrada.

Hay tres métodos gráficos:

- Diagrama árbol o árbol del código: representación mediante un árbol binario de las distintas posibilidades.
- Diagrama de estados: es la forma menos utilizada.
- Diagrama de Trellis o enrejado: es la forma más utilizada porque es la que permite realizar la decodificación de la forma más sencilla.

Si se requiere entrar con más profundidad en estos métodos consultar el Anexo 1.

## 1.4 MODULACION DIGITAL

Sin duda alguna para que una señal de video pueda ser transmitida en forma digital, debe pasar por un proceso de conversión analógica digital, y unos de los métodos que intervienen en este proceso es la modulación digital de la señal de video, que es el tema en el que nos enfocaremos a continuación.

La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos o más puntos, de un sistema de comunicación.

En un sistema de transmisión digital, la información de la fuente original puede ser en forma digital o analógica. Si está en forma analógica, tiene que convertirse a pulsos digitales, antes de la transmisión y convertirse de nuevo a la forma analógica, en el extremo de recepción. En un sistema de radio digital, la señal de entrada modulada y la señal de salida demodulada, son pulsos digitales.

Existe una gran variedad de tipos de modulación digital, siendo las más comunes:

- QAM, utilizada en enlaces microondas.
- BPSK y DPSK, utilizada en módems satelitales.
- QPSK, utilizada en las comunicaciones móviles TDMA IS-136 y en MMDS.

Sin embargo, todas estas técnicas están basadas en las tres técnicas básicas ASK (Amplitude Shift Keying), FSK (Frecuency Shift Keying) y PSK (Phase Shift Keying) que serán revisadas en los siguientes subtemas.

#### 1.4.1 Técnicas de Modulación Digital

##### 1.4.1.1 Modulación ASK (Conmutación por Desplazamiento de Amplitud)

Consiste simplemente en multiplicar una señal digital unipolar (que en el tiempo alterna entre ‘0’ y ‘1’) con la señal portadora senoidal de alta frecuencia. Si  $M(w)$  es el espectro de la señal digital, el espectro de la señal modulada ASK será de la forma:

$$S(w) = [ M(w + w_p) + M(w - w_p) ] / 2$$

$w_p$ : Frecuencia de la portadora

La señal que se obtiene corresponde a la señal original trasladada en frecuencia, de la misma forma que en AM. En realidad, se trata de AM con una señal modulante cuadrada (ver Figura 9).

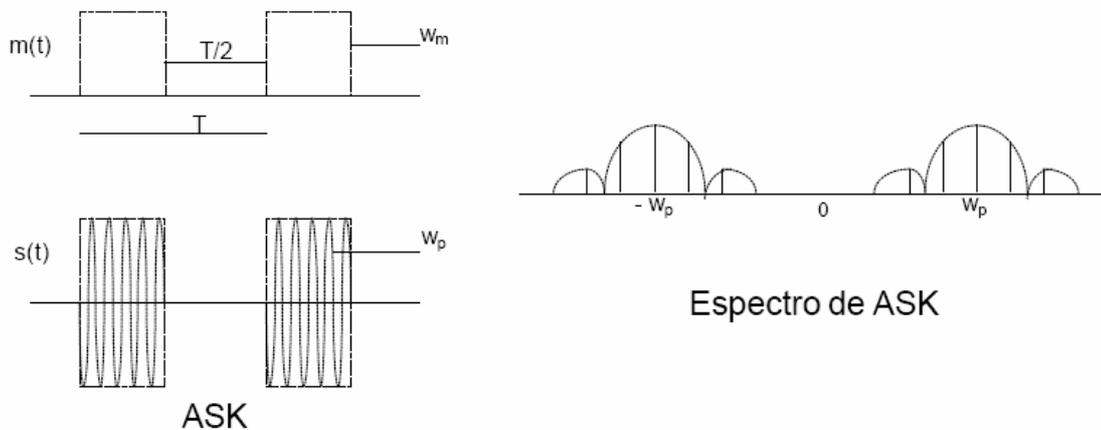


Figura 9. Transmisión ASK

##### 3.1.2 Modulación PSK (Conmutación por Desplazamiento de Fase)

La modulación PSK binaria consiste en multiplicar una señal digital bipolar (que en el tiempo alterna entre  $-V$  y  $+V$ , es decir sin nivel DC) con la portadora senoidal obteniéndose las fases de 0 y 180 grados. El espectro de la señal bipolar no tiene componente DC, de modo que luego de ser trasladada en frecuencia, se tendrá un espectro muy similar al de ASK pero sin las líneas de portadora ( $w_p$ ) (ver Figura 10).

Sólo la señal ASK se puede detectar por envoltente, mientras que la detección de una señal PSK es necesariamente síncrona.

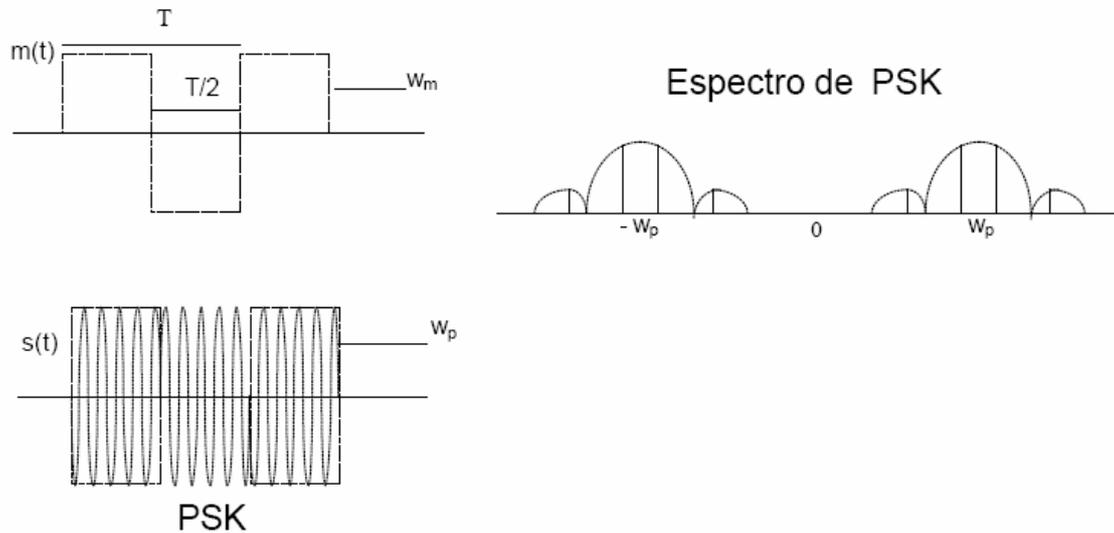


Figura 10. Transmisión PSK

#### 1.4.1.2 Modulación FSK (Conmutación por Desplazamiento de Frecuencia)

La modulación FSK es una modulación FM con mensaje digital. Se obtienen las frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  de salida para entrada de '0' y '1' respectivamente. Si la frecuencia de corte de la señal digital es pequeña en el espectro se observarán solo las frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  en el analizador de espectros, pero conforme se aumenta la frecuencia moduladora el espectro parece más la superposición de 2 espectros ASK alrededor de  $f_1$  y  $f_2$ , excepto por ciertas distorsiones. La demodulación se realiza con un PLL y no requiere señal de sincronismo (ver Figura 11).

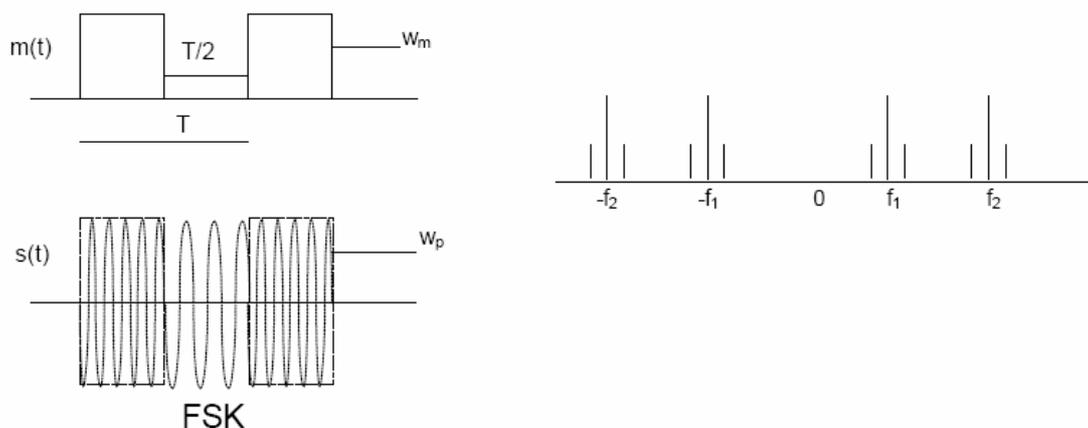


Figura 11. Transmisión FSK

1.4.1.3 Modulación QPSK (Conmutación por Desplazamiento de Fase Cuaternaria)

La transmisión por desplazamiento de fase cuaternaria (QPSK) o, en cuadratura PSK, como a veces se le llama, es otra forma de modulación digital de modulación angular de amplitud constante. La QPSK es una técnica de codificación M-ario, en donde  $M=4$  (de ahí el nombre de cuaternaria, que significa 4). Con QPSK son posibles cuatro fases de salida, para una sola frecuencia de la portadora. Debido a que hay cuatro fases de salida diferentes, tiene que haber cuatro condiciones de entrada diferentes. Ya que la entrada digital a un modulador de QPSK es una señal binaria (base 2), para producir cuatro condiciones diferentes de entrada, se necesita más de un solo bit de entrada. Con 2 bits, hay cuatro posibles condiciones: 00, 01, 10 y 11. En consecuencia, con QPSK, los datos de entrada binarios se combinan en grupos de 2 bits llamados dibits. Cada código dibit genera una de las cuatro fases de entrada posibles. Por tanto, para cada dibit de 2 bits introducidos al modulador, ocurre un solo cambio de salida. Así que, la razón de cambio en la salida es la mitad de la razón de bit de entrada (ver Figura 12).

En la Figura 13 se muestra un diagrama a bloques de un modulador de QPSK. Dos bits (un dibit) se introducen al derivador de bits. Después que ambos bits han sido introducidos, en forma serial, salen simultáneamente en forma paralela. Un bit se dirige al canal I y el otro al canal Q. El bit I modula una portadora que está en fase con el oscilador de referencia (de ahí el nombre de I para el canal en fase), y el bit Q modula una portadora que está  $90^\circ$  fuera de fase o en cuadratura con la portadora de referencia (de ahí el nombre de Q para el canal de cuadratura).

En la figura 13, se muestran los tipos de QPSK que existen.

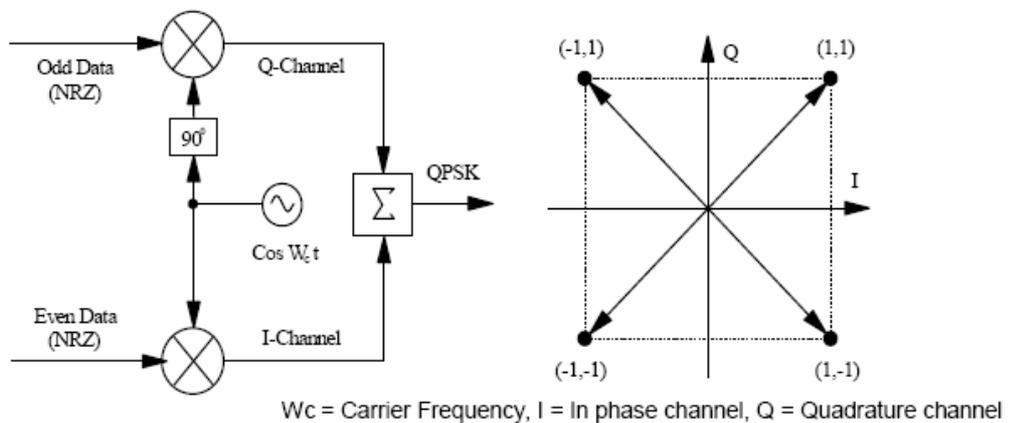


Figura 12.Modulación QPSK

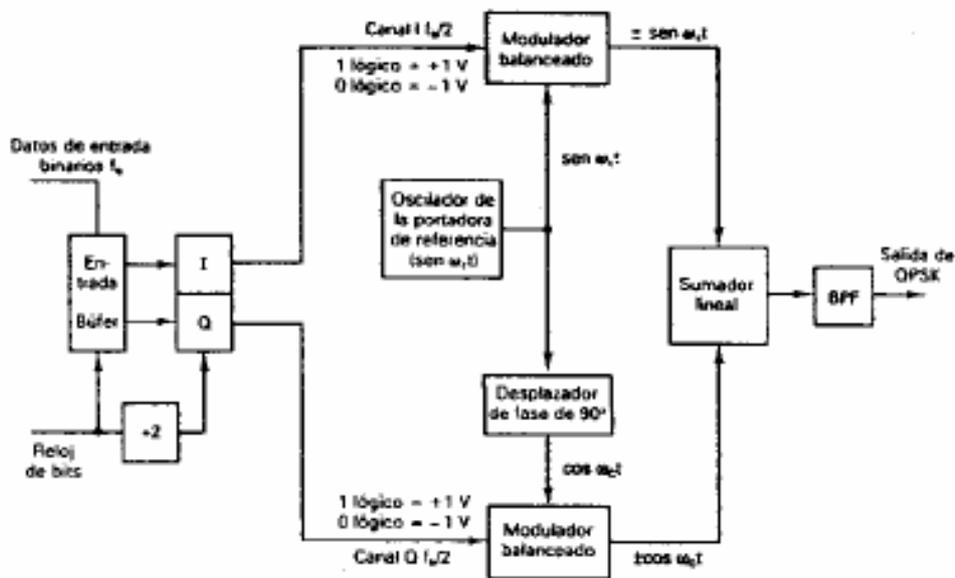


Figura 13. Diagrama de bloques de un modulador QPSK

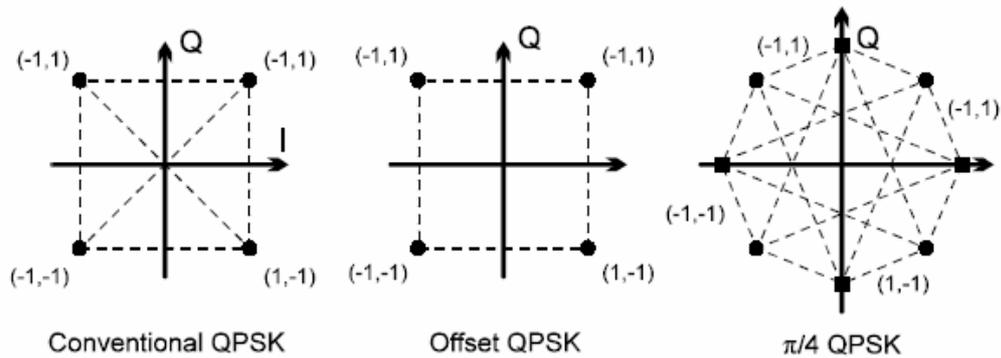


Figura 13. Modalidades de QPSK

1.4.1.4 Modulación DQPSK (Modulación Diferencial de Fase)

DPSK (Differential Phase Shift Keying): consiste en una variación de PSK donde se toma el ángulo de fase del intervalo anterior como referencia para medir la fase de cualquier intervalo de señal.

Los símbolos se representan mediante variaciones en la fase de la portadora (como diferencia entre la fase del intervalo anterior y la del actual), esto se muestra en la Figura 14.

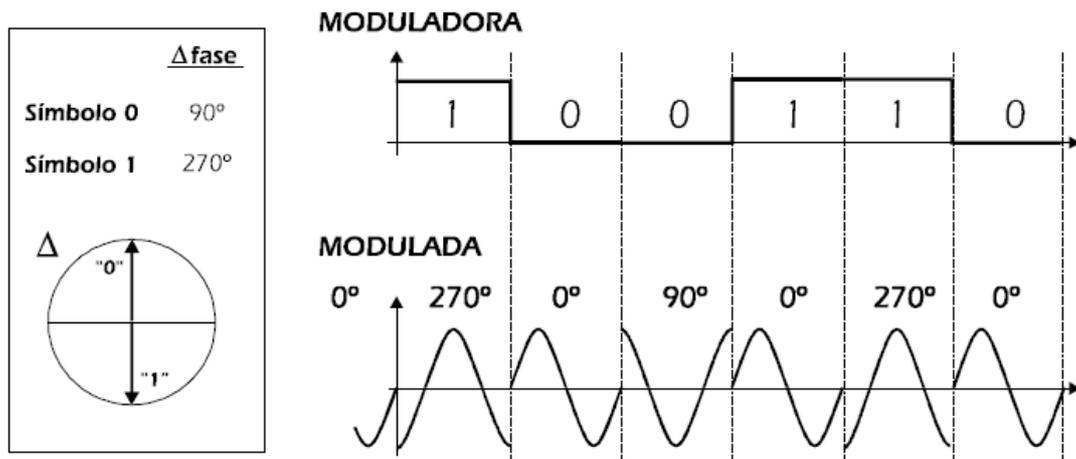


Figura 14. Modulación DPSK

1.4.1.5 Esquemas de Modulación M-QAM (Modulación por Amplitud de Cuadratura)

En la modulación QAM las dos portadoras se modulan en amplitud con cuatro niveles. Los bits se agrupan de cuatro en cuatro: los dos primeros modulan en amplitud la portadora A y los dos últimos la B (16 estados), como se muestra en la Figura 15.

Los sistemas M-QAM utilizan dos portadoras en cuadratura, modulada cada una de ellas en amplitud con varios niveles. La señal transmitida es:

$$s(t) = \sum_k I_k m(t - kT) \cos 2\pi f_0 t + \sum_k Q_k m(t - kT) \sin 2\pi f_0 t \quad \text{-----(1.4.1)}$$

donde :

$m(t)$  es el pulso conformador;

$T$  es el período de símbolo (inverso de la velocidad de modulación);

$f_0$  es la frecuencia de la portadora digital, y;

$I_k$  y  $Q_k$  son los niveles de amplitud que toman las portadoras en fase y cuadratura, respectivamente ( $\pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots$ ).

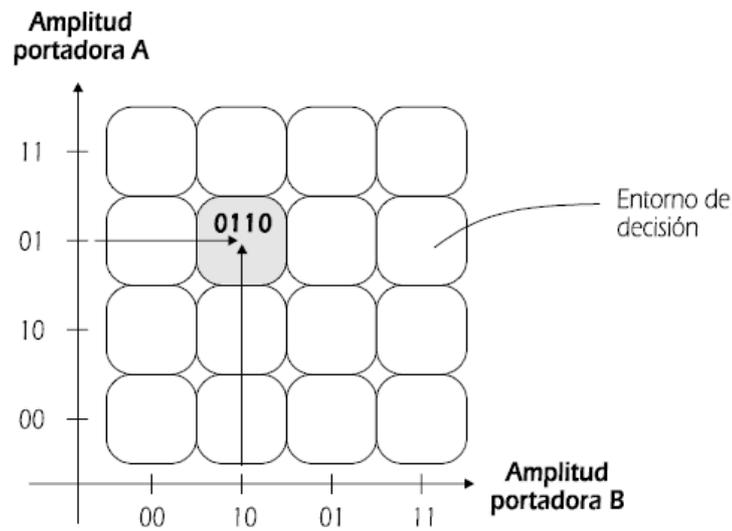


Figura 15.Modulación QAM

La figura 16,muestra el diagrama de bloques de un modulador M-QAM

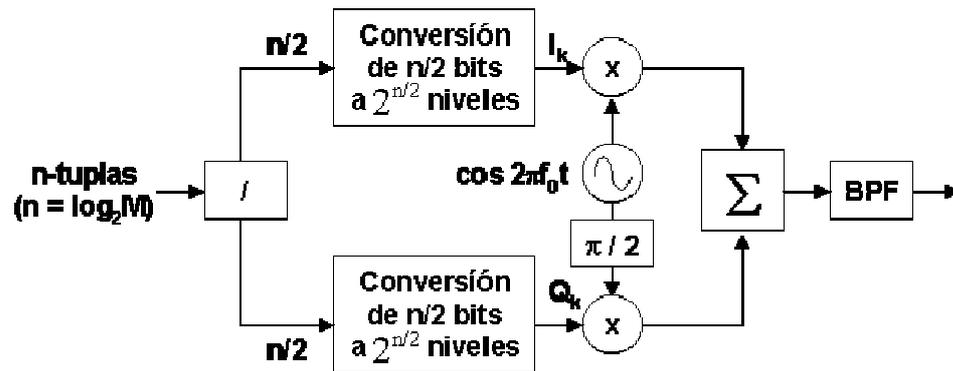


Figura 16. Diagrama de bloques de un modulador QAM.

En un sistema M-QAM, M es el número de puntos que contiene la constelación de símbolos (típicamente, M = 2, 4, 16, 64, 256). El número de bits que representa cada símbolo es:

$$q = \log_2 M \text{ (típicamente, } q = 1, 2, 4, 6, 8) \text{-----(1.4.2)}$$

En la figura 17, se muestran las constelaciones de símbolos para 4-QAM (QPSK), 16-QAM, y 64-QAM. Los dos bits más significativos en el caso de 64-QAM están indicados fuera del recuadro punteado.

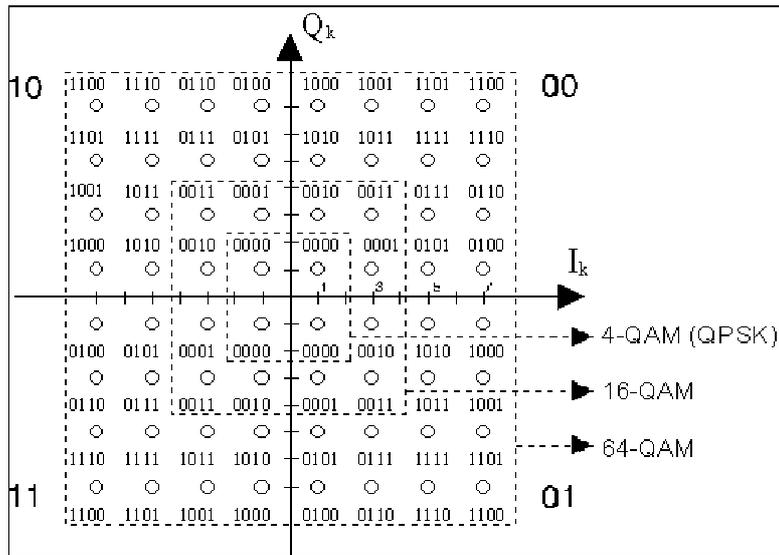


Figura 17. Constelaciones de símbolos en las modulaciones M-QAM.

El ancho de banda utilizado es  $1/T$ , que es la frecuencia del símbolo, multiplicado por  $(1+\alpha)$ , con  $\alpha$  = factor de roll-off (30% para el canal de retorno, y el 15% para el canal descendente).

Como pulso conformador,, se emplea el que resulta de filtrar un pulso rectangular de duración  $T$  con un filtro en raíz de coseno alzado (filtro de Nyquist), con un factor de caída (*roll-off*) de valor  $\alpha$ . La respuesta frecuencial de dicho filtro viene dada por la expresión:

$$H(f) = \begin{cases} 1, & |f| < f_N(1-\alpha) \\ \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{f_N} \frac{f_N - |f|}{\alpha} \right]^{1/2}, & f_N(1-\alpha) < |f| < f_N(1+\alpha) \\ 0, & |f| > f_N(1+\alpha) \end{cases} \text{-----(1.4.3)}$$

donde  $f_N = 1 / 2T$  es la frecuencia de Nyquist.

Si  $h(t)$  es la respuesta impulsional del filtro de Nyquist  $H(f)$ , el pulso conformador será la convolución del pulso rectangular de duración  $T$ ,  $\operatorname{rect}_T(t)$ , y  $h(t)$ :

$$m(t) = \operatorname{rect}_T(t) * h(t) \text{-----(1.4.4)}$$

Así, la señal transmitida es:

$$s(t) = \sum_k I_k (\operatorname{rect}_T(t - kT) * h(t)) \cos 2\pi f_0 t + \sum_k Q_k (\operatorname{rect}_T(t - kT) * h(t)) \operatorname{sen} 2\pi f_0 t \text{-(1.4.5)}$$

En recepción, tendremos otro filtro igual al del extremo transmisor (raíz de coseno alzado), por lo que los pulsos que obtenemos finalmente tendrán forma de coseno alzado, forma que es precisamente la de un pulso de Nyquist. Los pulsos de Nyquist se caracterizan por ser limitados en banda  $((1 + \alpha) / T)$ , y a la vez, evitar la interferencia intersimbólica (ISI), ya que su amplitud es 1 en  $t = 0$  y 0 en  $t = kT$ , con  $k \geq 1$ . La figura 18, muestra las expresiones y las formas temporal y frecuencial del pulso de Nyquist en coseno elevado.

$$P(f) = \begin{cases} 1, & |f| < f_N(1 - \alpha) \\ \left[ \frac{1}{2f_N} \cos^2 \frac{\pi}{4\alpha f_N} (|f| + f_N(\alpha - 1)) \right]^{1/2}, & f_N(1 - \alpha) \leq |f| \leq f_N(1 + \alpha) \\ 0, & |f| > f_N(1 + \alpha) \end{cases}$$

$$p(t) = \frac{\cos(\pi\alpha/T)}{1 - (2\alpha t/T)} \operatorname{sinc}(t/T)$$

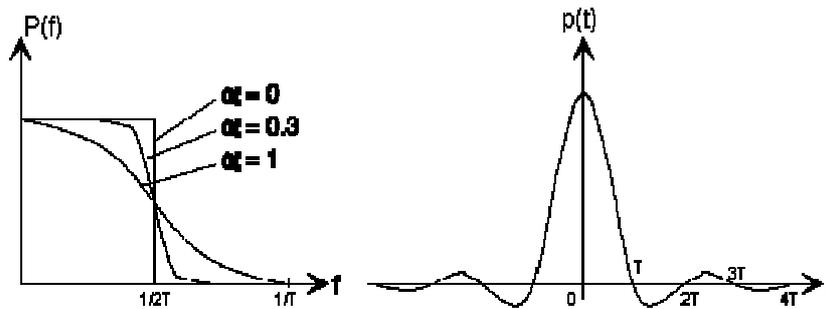


Figura 18. Pulso de Nyquist en coseno elevado.

Para una velocidad de modulación de  $1 / T$  baudios (símbolos por segundo), empleando un ancho de banda de  $(1 + \alpha) / T$  Hz., la velocidad de transmisión será:

$$(1 / T) \log_2 M \text{ [ bps ]} \text{-----(1.4.6)}$$

En QPSK, por ejemplo, podríamos transmitir a unos 14Mbps, considerando un canal de 8 MHz. y un factor  $\alpha$  del 15%. En las mismas condiciones, en el caso de 64-QAM, alcanzaríamos los 41Mbps.

La probabilidad de error en un sistema M-QAM depende del ruido y la distorsión que introduce el canal digital, y de la separación entre los símbolos de la constelación (ver apartado 4.7. del Capítulo III). En el canal de retorno, la relación señal a ruido disponible generalmente es demasiado baja como para permitir emplear con éxito esquemas M-QAM con constelaciones grandes, por lo que lo más corriente es utilizar la modulación QPSK. El ancho de banda de los canales varía según el servicio al que estén destinados, pero suele ser del orden de los 2 MHz.. Y suelen emplearse pulsos de Nyquist con factor de caída (*roll-off*) mayor que en el caso del canal descendente

( $\eta = 0.4$ , por ejemplo; mayor exceso de banda). La eficiencia espectral es, por tanto, mucho menor, y aún disminuye más cuando consideramos tiempos de guarda mayores, y un protocolo de comunicaciones más lento. Pero todo esto se hace necesario para dotar al enlace digital ascendente de una mayor robustez frente al ruido y las interferencias

### 1.5 TRANSMISION OFDM

Se analizará de manera general la modulación OFDM y sus principales características, ya que una vez quedando claro el concepto se entenderá mejor su aplicación en nuestro tema en cuestión, que son las tecnologías de video móvil.

OFDM es una técnica de transmisión que data del año 1970, en aquel momento la utilización de la misma era poco viable debido a que esta requiere grandes capacidades de procesamiento de señal, y la tecnología disponible para su implementación era demasiado costosa. Actualmente aplicaciones como DSL, WLAN y TV Broadcasting han puesto su mirada en OFDM gracias a su eficiencia espectral y a su resistencia contra los desvanecimientos por multitrayectos. La alta capacidad de procesamiento de los circuitos integrados actuales (VLSI) y su bajo costo hacen posible la implementación de esta técnica en forma eficiente y económica. Se trata de una técnica de modulación digital de espectro ensanchado para alcanzar una buena calidad en entornos hostiles como es el canal radio.

Debido al problema técnico que supone la generación y la detección en tiempo continuo de los cientos, o incluso miles, de portadoras equiespaciadas que forman una modulación OFDM, los procesos de modulación y demodulación se realizan en tiempo discreto mediante la IDFT y la DFT respectivamente esto severa masa fondo en uno de los subtemas que se contemplan a continuación.

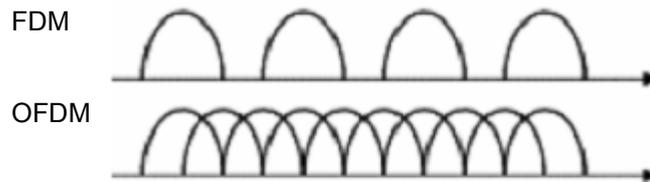
Una de las características fundamentales de las comunicaciones radio en enlaces terrestres es el de la propagación multitrayecto. Este tipo de propagación consiste en que entre el transmisor y receptor existe más de un camino de propagación, ya que la señal radio que se propaga no es un rayo estrecho que va directamente de la antena transmisora a la receptora, sino un frente de onda amplio que se va difractando y reflejando a medida que encuentra obstáculos en su camino, como edificios altos o irregularidades del terreno.

El estudio y modelado del fenómeno de la propagación multitrayecto se puede encontrar en múltiples referencias bibliográficas, y se puede resumir diciendo que al receptor llegan varias réplicas de la misma señal, con diferentes retardos entre ellas. Las primeras, tres o cuatro (dependiendo del entorno), pueden contener valores significativos de energía, mientras que las restantes suelen llegar muy atenuadas y se pueden despreciar.

Se habla un poco de este problema de multitrayecto y se plantea la correcta forma de resolver lo mas que se pueda este problema, ya que posiblemente se presentará en la difusión de TV portátil, por lo cual lo debemos de considerar en nuestro tema.

### 1.5.1 Mecanismo de OFDM

La Figura 19, proporciona una idea de la cantidad de portadoras que se envían en un determinado ancho de banda usando FDM y OFDM, observe como usando OFDM la cantidad aumenta considerablemente.



**Figura 19. Señales FDM Y OFDM en el dominio de la frecuencia.**

OFDM se basa en dividir el canal de comunicaciones en el dominio de la frecuencia en varios canales más pequeños, en cada uno de estos se transmite una subportadora. Cada una de las  $N$  subportadoras que se transmiten en los  $N$  subcanales deben ser ortogonales entre sí, de esta manera se permite el solapamiento de las mismas sin que esto cause interferencia alguna. La información que se envía es multiplexada en las subportadoras y se transmite entonces en forma paralela, ahora en vez de enviar un portadora que utilice todo el ancho de banda disponible, se envían varias subportadoras con un ancho de banda  $N$  veces menor. Esta técnica permite un mejor aprovechamiento del ancho de banda del canal gracias a que las subportadoras se pueden solapar, evitando así las bandas de guarda.

### 1.5.2 Descripción formal de OFDM

OFDM es un esquema de modulación en el cual los símbolos son transmitidos en paralelo empleando un número considerable de subportadoras ortogonales, un bloque de  $N$  símbolos que son transmitidos serialmente en  $T_s$  segundos cada uno, se convierten en un bloque de  $N$  símbolos en paralelo que se transmiten en  $T=N \cdot T_s$  segundos cada uno (ver Figura 20). Los símbolos tienen entonces una duración  $N$  veces mayor permitiendo así reducir la interferencia intersímbolo (en inglés Inter. Symbol Interference -ISI-), esto se debe a que al tener símbolos mas grandes el porcentaje de éste, afectado por un símbolo adyacente es menor. A cada uno de los símbolos le corresponde modular una de las  $N$  subportadoras, es decir si tenemos  $N$  símbolos debemos tener  $N$  subportadoras, cada una de las subportadoras debe estar separada  $1/T$  Hz, esto garantiza la ortogonalidad de las mismas.

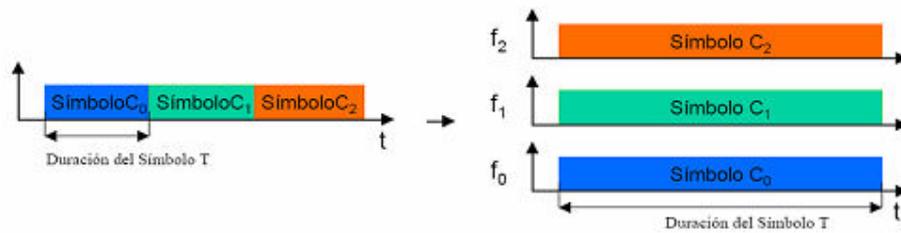


Figura 20. Transformación de los símbolos.

En la Figura 21 se observan las subportadoras en el dominio de la frecuencia, nótese como los máximos de cada subportadora coinciden con los ceros de las otras, esto se debe al carácter ortogonal de las mismas y permite el solapamiento de sus espectros sin que esto provoque interferencias.

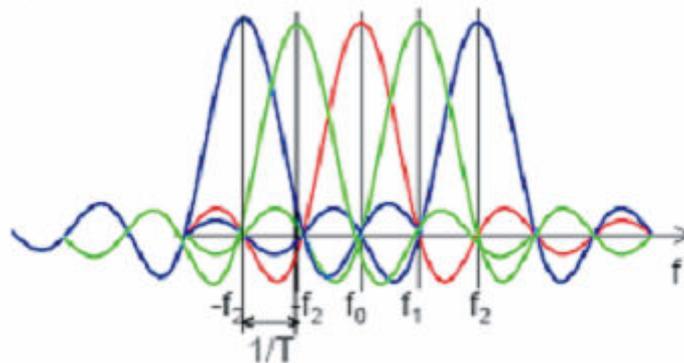


Figura 21. Subportadoras Ortogonales.

La señal OFDM en banda base se define de la siguiente manera:

$$v(t) = \sum_{k=0}^{N-1} I_k e^{j2\pi Kt/T}, 0 \leq t < T \text{-----(1)}$$

Donde:

$I_k$ : Símbolo complejo, este contiene la información.

$N$ : Número de subportadoras.

$K$ : Índice de la subportadora.

$T$ : Tiempo del bloque OFDM.

$1/T$ : Frecuencia de separación entre las subportadoras para que sean ortogonales.

$v(t)$ : Señal OFDM.

Para evitar ISI producto de multitrayectos se añade al comienzo del símbolo un intervalo de guarda(en ingles Guard Interval -GI-), el cual es una copia de la parte final del símbolo, este procedimiento se conoce con el nombre de prefijo cíclico. La duración mínima del GI para poder eliminar la ISI debe ser mayor al retardo introducido por el canal. La Figura 22, muestra donde se coloca el GI. A continuación se presenta la señal que se obtiene luego de incorporar el prefijo cíclico.

$$v(t) = \sum_{k=0}^{N-1} I_k \cdot e^{j2\pi k \cdot t/T} \quad \text{si } -T_g \leq t < T \quad \text{-----}(2)$$

Donde:

$T_g$ : Tiempo de duración del GI.

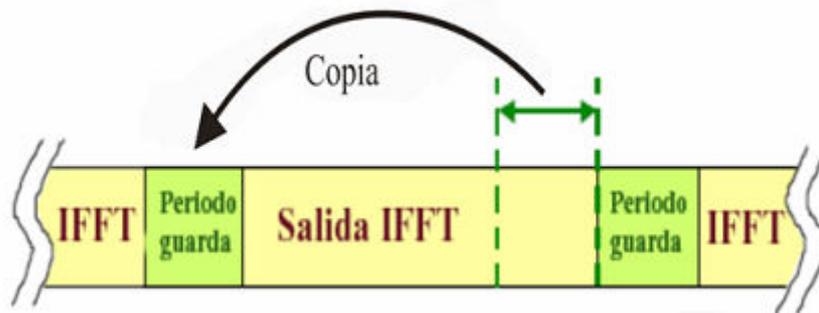


Figura 22.Prefijo cíclico.

Como se menciono anteriormente las subportadoras se pueden solapar gracias a la ortogonalidad entre ellas, sin embargo existen circunstancias en las que la frecuencia de las subportadoras puede desplazarse ligeramente. Esto produce perdida de la ortogonalidad provocando el aumento de la tasa de errores en bit (en ingles Bit Error Rate -BER-),este fenómeno se conoce como interferencia entre portadoras(en ingles Inter. Carrier Interference -ICI-).

Los desplazamientos de frecuencia pueden ocurrir por diferencias entre los relojes del transmisor y el receptor, o por efecto Doppler. El efecto Doppler consiste en una variación aparente de la frecuencia de la señal debido a la existencia de un desplazamiento relativo entre el transmisor y el receptor, el cambio de la frecuencia suele ser muy pequeño debido a la baja velocidad a la cual se desplaza una terminal móvil.

La siguiente ecuación permite determinar cuanto será la variación de la frecuencia de la señal dada la velocidad relativa entre el transmisor y el receptor.

$$\Delta f = f_c \cdot \frac{v}{c} \quad \text{-----}(3)$$

Donde:

$\Delta f$  : Variación de la frecuencia.

$v$ : Velocidad relativa entre el transmisor y el receptor.

$c$ : Velocidad de la luz.

La señal representada por la ecuación (2) se encuentra en banda base, para poder transmitirla a través del medio inalámbrico debe ser llevada a una frecuencia superior

por medio de una portadora de alta frecuencia. El resultado de este procedimiento es una señal pasa banda representada por la siguiente ecuación.

$$S(t) = \Re\{v(t).e^{j2\pi f_c.t}\} \quad \text{-----}(4)$$

$$S(t) = \sum_{k=0}^{N-1} |I_k|. \cos [2\pi(fc + k/T).t + \arg(I_k)] \quad \text{-----}(5)$$

Donde:

fc: Frecuencia de la portadora.

En una señal OFDM la transición en la frontera entre el final de un símbolo y el comienzo de otro puede ser muy abrupta, esto provoca componentes espectrales de alta frecuencia aumentando así el ancho de banda de la señal. Para evitar este problema se emplean ventanas al comienzo y al final de cada símbolo, las mismas permiten aumentar o disminuir la potencia de la señal en forma gradual. Existen varias funciones con las que se puede llevar a cabo este procedimiento, entre las más empleadas tenemos: coseno elevado, Hann, Hamming, Kaiser etc.

En la Figura 23, se observa como la transición entre los símbolos se hace menos abrupta cuando se utiliza la función coseno elevado.

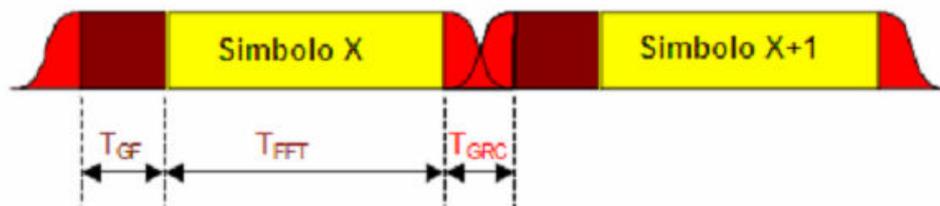


Figura 23.Ventana usando función coseno elevado.

Los sistemas OFDM que incluyen al código convolucional como mecanismo de corrección de errores se conocen como COFDM(Coded OFDM).

### 1.5.3 Implementación de OFDM

En la práctica el proceso para generar, transmitir y recibir una señal OFDM se lleva a cabo de la siguiente manera :

Transmisión: Se toman los datos binarios y se hacen pasar a través del bloque de Código Convolucional, el cual los codifica según la tasa de código establecida ,a la salida del mismo se obtiene entonces una cantidad de bits mayor a la cantidad de bits en la entrada. Luego se aplica el proceso de Interleaving al tren de bits codificados,

separando así los bits adyacentes. Inmediatamente después se mapean los valores binarios en las constelaciones M-QAM o M-PSK según sea el caso(no se permite el uso de FSK debido a que las subportadoras perderían la ortogonalidad) , obteniéndose entonces un grupo de números complejos del tipo  $I+jQ$ . Una vez obtenidos estos valores se hace uso de un convertidor serial/paralelo para obtener N grupos de números complejos que ingresaran al bloque de la Transformada Inversa Rápida de Fourier(en inglés Inverse Fast Fourier Transform-IFFT-),la salida obtenida del bloque IFFT es una señal banda base en el dominio del tiempo que se hace pasar por un convertidor paralelo/serial y se le agrega el prefijo cíclico(GI) para eliminar la ISI, así obtenemos un símbolo OFDM al que solo falta agregar las funciones de ventana(Windowing) al comienzo y al final del mismo para obtener un espectro más estrecho. Ahora tenemos la señal OFDM en banda base, la cual solo necesita pasar a través de un modulador I/Q para convertirla en una señal pasa banda que luego se dirige al amplificador lineal y finalmente a la antena que se encargara de irradiarla.

Recepción: En el extremo receptor se aplica el proceso inverso al explicado anteriormente, agregando un par de procedimientos adicionales. Al recibir la señal se deben estimar los siguientes parámetros: Corrimiento en frecuencia, tiempo de duración del símbolo, sincronización del símbolo, función de transferencia del canal(en caso de que el canal sea selectivo en frecuencia) y corrimientos de fase.

Para la determinación de estos parámetros se emplean los campos de preámbulo que se añaden al comienzo de cada trama y las señales pilotos que se envían en algunas subportadoras, estas señales son constantes y tanto el transmisor como el receptor las conocen de antemano.

#### 1.5.4 Ventajas de OFDM:

- Alta eficiencia espectral.
- Resistencia a desvanecimientos por multitrayectos.
- Resistencia a desvanecimientos selectivos en frecuencia.
- Resistencia a la dispersión de la señal.
- Resistencia a la distorsión de fase.
- Fácil ecualización del canal.
- Alta inmunidad a ráfagas de ruido.

#### 1.5.5 Desventajas de OFDM:

- Las variaciones en frecuencia de las subportadoras degradan de manera considerable la calidad del enlace, ya que se pierde la ortogonalidad y las subportadoras interfieren entre sí, fenómeno que se conoce como ICI(Inter-Carrier Interference).
- Se requieren altas capacidades de procesamiento de señales debido a la complejidad de la técnica.
- Alto valor en la relación de potencia pico a potencia promedio (en inglés peak-to-average power ratio-PAPR-).
- Requerimiento de circuitos altamente lineales.

---

## CAPITULO 2.

### ENTREGA DE TELEVISION Y VIDEO MOVIL

---

#### 2.1 FORMAS DE ENTREGA DE TELEVISION Y VIDEO A TERMINALES MOVILES

La TV Móvil es exactamente lo que su nombre indica: la capacidad de recibir contenido de televisión a través de un dispositivo móvil. Actualmente los servicios de TV móvil están siendo introducidos por operadores y televisoras alrededor del mundo y de acuerdo con los pronósticos, para el 2011 la demanda explotará a más de 500 millones de clientes que se suscribirán a servicios de video en sus dispositivos móviles.

Ya sea que hablemos de contenido de televisión en vivo o clips de video por demanda, existe una gama de métodos para llevar contenido de video a dispositivos móviles, incluyendo las redes móviles 3G, las redes Wi-Fi y la transferencia directa de contenido desde una PC. Sin embargo, para disfrutar de la mejor TV en vivo desde una experiencia móvil, necesitamos recurrir a soluciones de difusión que puedan brindar contenido en vivo simultáneamente a un número ilimitado de dispositivos.

La transmisión de televisión móvil puede adoptar diversas formas, desde televisión en directo o en diferido hasta envío a la carta. Como se menciono los servicios de televisión móvil pueden transmitirse a través de diversas redes: las de telefonía móvil celular (principalmente las 3G), radiodifusión terrestre, vía satélite e Internet. Conviene distinguir en los servicios de televisión móvil la unidifusión ( unicast ), transmisión punto a punto, y la difusión ( broadcast ), de un punto a varios puntos. A efectos de la presente comunicación y de la evaluación de impacto que la acompaña, se consideran «televisión móvil» únicamente los servicios de difusión de televisión móvil terrestre.

La clave de una exitosa solución de difusión móvil radica en la combinación de estándares de difusión tradicionales con características específicas de dispositivos portátiles: movilidad, pantallas y antenas más pequeñas, cobertura en interiores y la confiabilidad en la energía de la batería.

El variado panorama de las opciones tecnológicas existentes para la prestación de servicios de TV Móvil abre un abanico de diversas alternativas que pueden competir potencialmente por liderar su desarrollo.

Por su parte el sector de comunicaciones móviles se ha convertido en uno de los mayores fenómenos de la industria de las telecomunicaciones, evolucionando desde los primeros estándares analógicos de 1G hasta los modernos sistemas 3G, con el UMTS como la base del actual negocio de la banda ancha móvil.

Dada la relevancia de ambos sectores, audiovisual y comunicaciones móviles, el proceso de convergencia de redes, plataformas y servicios y el poder de la digitalización, la TV Móvil es considerada por muchos como la siguiente *killer application* que combina lo mejor de ambos mundos.

Sin embargo la industria se encuentra ante un nuevo reto para el que existen múltiples cuestiones que deben resolverse antes de que la TV Móvil pueda convertirse en un negocio rentable.

Desde un punto de vista general para muchos la TV Móvil es el resultado de la convergencia entre los sistemas de difusión de televisión digital y las comunicaciones móviles. Sin embargo, la difusión de televisión no es la única opción tecnológica para la prestación de este servicio. Como se menciona anteriormente podemos hablar de servicios de TV Móvil ofrecidos por los operadores móviles a través de sus redes 3G, junto con servicios de IPTV que pueden ser ofrecidos por proveedores de acceso inalámbrico de banda ancha con tecnologías WiFi o WiMAX.

Particularmente importante en este contexto será la gestión del espectro radioeléctrico, que puede favorecer implícitamente unas opciones tecnológicas frente a otras, así como los modelos de negocio asociados, lo que es un elemento vital para los agentes interesados y que deben hacer las inversiones para el despliegue de la TV Móvil en cualquiera de sus modalidades.

Como se dijo en la última década se ha producido el fenómeno de la *convergencia* de las telecomunicaciones con otros sectores de servicios distintos. La convergencia viene marcada por la disolución de las barreras que antaño delimitaban mercados de servicios separados, fundamentalmente, las telecomunicaciones, la generación de contenidos y la información electrónica (*hardware* y *software*).

La tradicional separación por funciones y por tipos de soportes entre los medios de comunicación de masas y las telecomunicaciones se ha vuelto difusa. La integración de la imagen a las redes conlleva que un periódico pueda ser leído en papel o en un servidor de red; o a que la industria de edición apunte, cada vez en mayor medida, hacia un esquema organizativo en el que la producción y la distribución sean procesos en red, pasando de la producción-distribución física a la distribución electrónica de la producción mediante redes informáticas. Al mismo tiempo, las redes de televisión por cable o la televisión digital interactiva, por citar dos ejemplos, convierten en artificial la separación entre el mundo del audiovisual y el de las telecomunicaciones.

Desde el punto de vista técnico, la Sociedad de la Información ha introducido varios fenómenos relacionados con el mercado de las telecomunicaciones:

- Se ha producido una progresiva separación entre la dotación de infraestructuras y la oferta de servicios. En el pasado, los servicios de telecomunicaciones, como la telefonía y la televisión, dirigían el desarrollo de infraestructuras tecnológicas para cubrir sus necesidades específicas. En la actualidad, el proceso en marcha consiste en ofrecer el mayor número de servicios posible sobre una infraestructura común.
- Los servicios se crean sobre otros servicios. Igual que la separación entre la dotación de infraestructuras y los servicios específicos permite el desarrollo de un abanico de servicios sobre una infraestructura común, también un servicio

puede ser construido sobre otro. Como, por ejemplo, el *software* que permite realizar llamadas telefónicas a través de Internet.

- La tensión generada al soportar simultáneamente aplicaciones maduras y emergentes. El proceso en el cual las mismas infraestructuras dan soporte a servicios maduros rentables y a servicios emergentes con rentabilidades a corto no siempre claras requiere inversiones para aumentar la capacidad y eficacia de las infraestructuras que los proveedores de servicios no siempre están dispuestos a acometer. Se genera por tanto un círculo vicioso en el que no se invierte en nuevos servicios porque todavía no han demostrado su viabilidad comercial, y éstos no pueden demostrar su rentabilidad porque nadie invierte en ellos.

En el contenido de este capítulo, se observarán las características de los estándares que actualmente se han centralizado en la difusión de video móvil y observaremos las ventajas y desventajas que presenta la implementación de estos en diferentes partes del mundo.

### 2.1.1 Entonces ¿Qué es Difusión de TV Móvil?

La Difusión de TV Móvil permite al usuario ver sus programas de TV favoritos tales como dramas, noticias, música, deportes y documentales en su propio dispositivo móvil. El servicio funciona recibiendo una señal optimizada de difusión de TV digital para dispositivos móviles desde el aire muy similar a como lo hacen los televisores en el hogar. También se difundirán guías de canales lo que permitirá a los usuarios mantenerse al corriente de los últimos programas que estén en el aire. La Difusión de TV Móvil no es lo mismo que el servicio de streaming de video por 3G o GPRS donde cada receptor obtiene una copia separada de la programación. En su lugar, se puede recibir un flujo (stream) de TV simultáneo en cualquier momento por cualquier número de usuarios disfrutando entonces de imágenes de alta calidad y bajo consumo de energía de la batería.

## **2.2 SISTEMAS DE DIFUSION DE TELEVISION Y VIDEO QUE REQUIEREN DE UNA RED SUPERPUESTA A LA RED CELULAR Y DE UN RECEPTOR SECUNDARIO EN CADA TERMINAL**

### 2.2.1 Redes de Difusión y Redes 3G para la entrega de Video Móvil.

#### 2.2.1.1 Redes de Difusión

El modelo de difusión de la TV Móvil puede considerarse una extensión de la televisión tradicional, con la diferencia de que se recibe en dispositivos portátiles. Para ello, y dadas las limitaciones típicas de dichos dispositivos (duración de las baterías, tamaño de pantalla, etc.) los estándares de transmisión de la señal de televisión han evolucionado con el objeto de adaptarse a los requerimientos del usuario móvil. En este contexto el estándar DVB-H es la principal solución europea y se perfila como favorita en distintas regiones del mundo.

El DVB-H sin embargo no es la única alternativa para prestar dichos servicios, sino que existe un abanico de opciones que compiten por extender su solución tecnológica en el mayor número de mercados posibles, Algunos de los más conocidos son: T-DMB y S-DMB (Corea del Sur), ISDB-T (Japón), o MediaFLO (desarrollado por la empresa

norteamericana Qualcomm) y ATSC el cual esta en vías de implementación de su sistema de TV móvil .

Esta competencia entre estándares es una cuestión de vital importancia para alcanzar las economías de escala necesarias en la producción y comercialización de equipos de red y terminales de usuario, lo que facilitaría a su vez la posible aceptación del servicio.

Para adaptar la televisión por ondas hertzianas -que precisamente soporta la difusión masiva a un gran número de receptores de un mismo flujo de video- a las plataformas móviles, la tecnología aplicada ha sido diseñada específicamente para cumplir con los requerimientos de movilidad. Resulta poco pragmático recurrir a los formatos de compresión de la televisión tradicional para ser implementados en los dispositivos móviles, por lo que estos últimos utilizan técnicas, algoritmos y formatos digitales distintos. Con el objeto de reducir la utilización de ancho de banda se emplea MPEG-4 para la compresión de video, codificación avanzada de audio basada en MPEG-2 o MPEG-4, y estándares desarrollados por grupos como 3GPP y 3GPP2, utilizados principalmente en las redes 3G o de tercera generación. Las transmisiones incorporan características que permiten superar efectos como la altamente impredecible recepción de señal en ambientes móviles, a través de un robusto sistema de corrección de errores. También se utilizan técnicas de modulación especiales como la COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) con portadoras de 4K, para reducir el efecto Doppler en las frecuencias – esto es, que se altera la percepción de la señal según la velocidad y posición del receptor. En cuanto a contenidos, la televisión móvil ha labrado sus propios estándares para su distribución por medio de redes con despliegue terrestre, satelital, celular de tercera generación, o inalámbrico de banda ancha.

Por su parte la digitalización permite dotar de interactividad a los nuevos servicios de comunicaciones, siendo un atributo esencial para la TV Móvil y que la televisión tradicional no facilita por si sola. Para ello es necesario contar con un canal de comunicación que permita al usuario disfrutar de los servicios interactivos, siendo en este caso una red de comunicaciones móviles el vehículo más adecuado. Además la red celular se configura como el canal de retorno necesario no sólo para proporcionar la interactividad que complementa un servicio de televisión digital, sino también como soporte de otras funcionalidades, tales como la protección de contenidos, el marketing y los servicios de pago por visión y vídeo bajo demanda, y la facturación.

Los elementos clave en esta modalidad de negocio son por un lado una red difusiva y una red de comunicaciones móviles que dota de interactividad y movilidad al conjunto, y por otro, de los proveedores de contenidos necesarios para la prestación final del servicio.

Se trata por tanto de un modelo donde domina la colaboración entre agentes, ya que en la actualidad no existe en el mercado ningún operador o proveedor de servicios capaz de ofrecer por si solo una solución de negocio completa.

El modelo de difusión es bastante sencillo de comprender y que mejor que una imagen con un ejemplo como DVB-H para entenderlo (véase Figura 24).

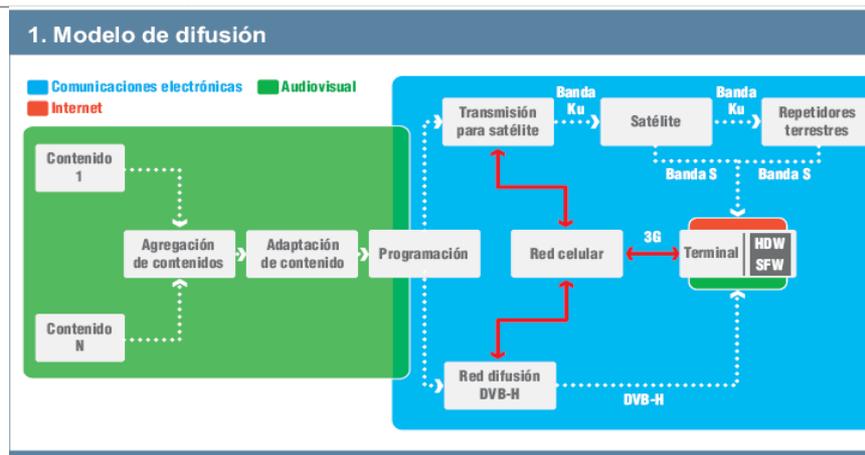


Figura 24. Modelo de Difusión

### 2.2.1.2 Redes Celulares 3G

Las redes celulares 3G, también conocidas por la sigla UMTS o WCDMA, permiten transmitir video en forma bidireccional a alta velocidad: en teoría, hasta 2Mbps (Megabits por segundo).

Además, poseen muy baja latencia. La latencia o retardo es el tiempo que transcurre entre que una persona habla y la otra lo escucha.

Pero el limitado ancho de banda de las redes 3G, se permiten hacer videollamadas y mirar TV móvil y estar siempre online con ciertas limitaciones. Los celulares 3G están permanentemente conectados a Internet, para navegar por sitios web o recibir y enviar emails.

Por ahora, las empresas celulares evitan las definiciones y tantean con timidez el mercado, con pruebas de servicios de TV móvil, video a demanda y videoconferencia, que emulan los servicios comerciales de tercera generación.

Mediante la red celular, la televisión móvil presenta una configuración punto a punto, estructura que no facilita su desarrollo. De inicio, la transmisión del canal de video por la red demanda la utilización de la capacidad necesaria para conducir hasta 75 llamadas telefónicas, lo que propicia la congestión de la red y la pérdida de su vocación original. Por la misma razón, el costo de una transmisión de un minuto es de 10 centavos de dólar, cifra que al aplicarse al promedio de consumo de 20 minutos por día arroja una renta cercana a los 50 dólares por mes, precio exagerado para aplicaciones de televisión, incluso en la modalidad móvil. Aunque ambos factores; es decir broadcast y redes 3G, son sustantivos para su comercialización, la tecnología celular para la conducción de voz no se encuentra adaptada para optimizar el transporte de señales de video, por lo que en las transmisiones televisivas que se han implementado en esa plataforma, la aplicación se parece más a una sesión en cámara lenta con audio, que a un programa habitual de televisión.

### 2.2.2 Modelo General de Referencia para la TV Móvil

El esquema de referencia de televisión móvil esencialmente está basado en el modelo de redes de próxima generación (Figura 24.1), en el que la capa de aplicaciones se refiere a la producción de contenidos; la capa de redes de distribución se representa por el transporte inalámbrico; y finalmente los accesos se concretan por medio de unidades terminales móviles. Fundamentalmente, los contenidos se pueden proporcionar por tres tipos de redes de acceso, como son aquellas administradas por los operadores de telefonía celular; las administradas por los operadores de radiodifusión terrestre y satelital; y las de los operadores de banda ancha inalámbrica.

De manera más específica, se puede desagregar y desarrollar una red de televisión móvil como se muestra en la Figura 24.2, en la cual, la provisión de contenidos está a cargo de dos actores substanciales: los productores independientes públicos y privados y los comerciales, quienes entregan contenidos de radio y televisión; y aquellos que proveen aplicaciones multimedia, como pueden ser video sobre demanda (VoD por sus siglas en inglés), música, imágenes, juegos, etc.

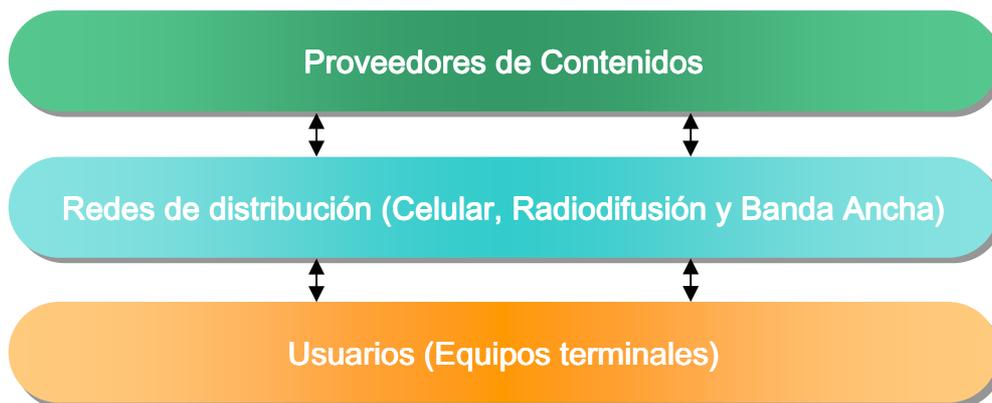


Figura 24.1: Modelo general de referencia para televisión móvil

En cuanto a equipos terminales se refiere, los usuarios pueden optar por adquirir aquellos con los que podrán acceder a una variedad de aplicaciones con un solo dispositivo, este es el caso de los teléfonos celulares y PDA's con capacidad para recibir televisión móvil (tráfico cursado por cualquiera de las tres redes de distribución); lo anterior se orienta a que los modelos comerciales se desplieguen con un perfil integral. Estos hechos no limitan la elección del consumidor de obtener terceros productos, con funcionalidades específicas como los que se instalan en los automóviles y admiten la recepción de señales de televisión y radio digitales (no existe interactividad).

De las redes mostradas en la Figura 24.2, aquellas que gestionan y operan los radiodifusores son las únicas que no permiten cursar tráfico de forma bidireccional, es decir, que no existe interacción directa con el usuario en un modelo comercial tradicional. Esta deficiencia se supera a través del establecimiento de una relación directa entre los proveedores de contenido y operadores de redes, quienes por medio de acuerdos específicos hacen posible la entrega de contenido por una red

unidireccional y que la retroalimentación se reciba por otra que proporcione la funcionalidad bidireccional.

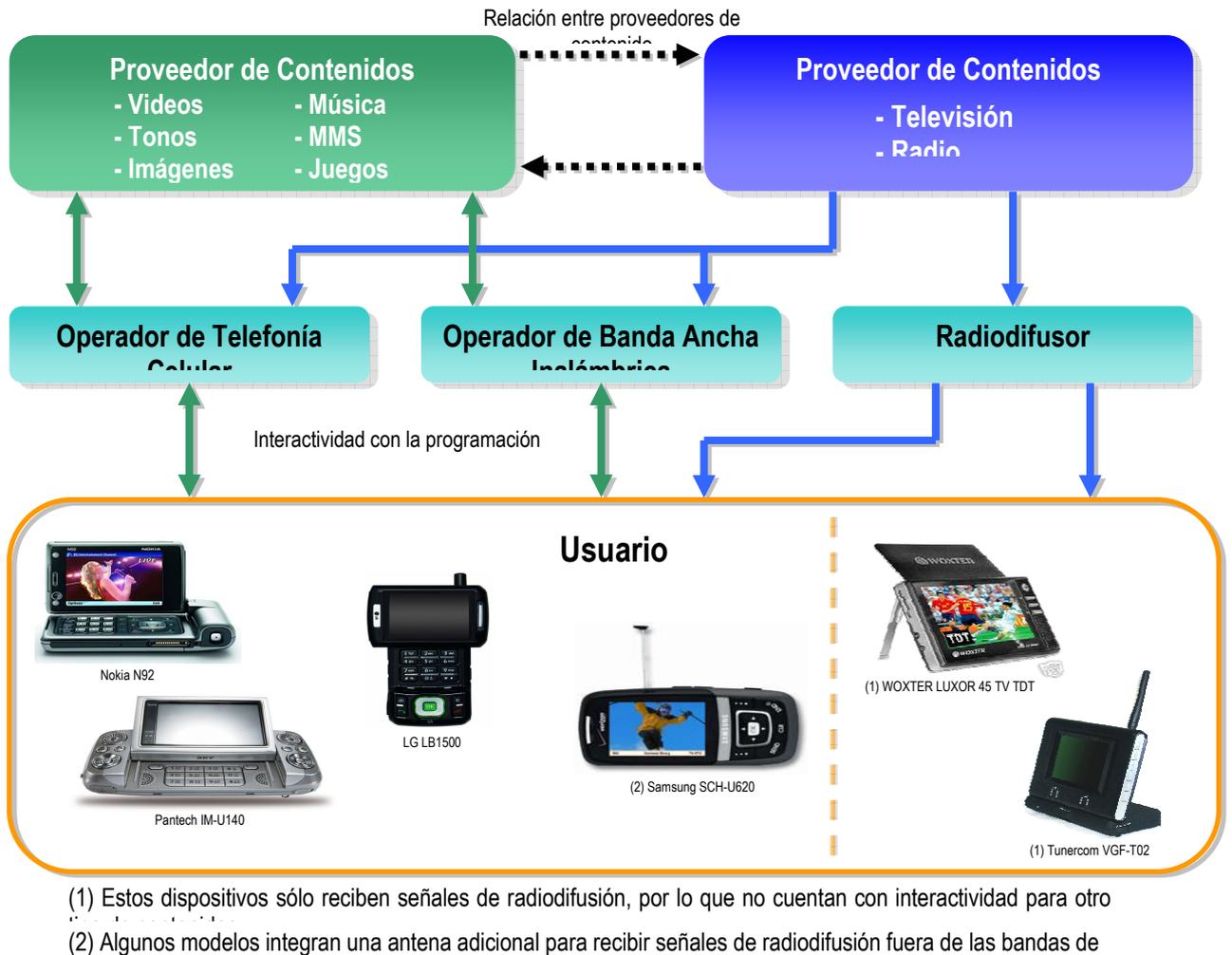


Figura 24.2: Ejemplo de modelo para una red de televisión móvil

### 2.2.3. Difusión de Video Digital para Portátiles DVB-H(Digital Video Broadcasting for Handhelds)

Después de un lento despliegue de las redes de tercera generación (3G), los operadores de telefonía móvil ofrecen actualmente diversos servicios multimedia, como videoclips de eventos deportivos servicios multimedia o programas de TV. Sin embargo las limitaciones son todavía evidentes debido a la ineficiencia de las actuales arquitecturas *unicast* punto a punto (p-t-p) de las redes celulares para transmitir el mismo contenido a varios usuarios. Actualmente los servicios multimedia se transmiten mediante conexiones dedicadas p-t-p para cada usuario, lo cual limita el número máximo de usuarios activos que pueden ser soportados por el sistema, ya que tanto como los recursos diarios como los de red están limitados físicamente. Actualmente 3GPP está desarrollando una nueva funcionalidad de las redes 3G denominada MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Services*) tratada mas adelante, para poder

transmitir de manera eficiente en modo *multicast* o *broadcast*(difusión) el mismo contenido a varios usuarios mediante conexiones punto a multipunto (p-t-m).

Bajo este contexto , como alternativa de las redes celulares 3G , la tecnología DVB-H está considerada como un elemento clave en las redes de comunicaciones móviles futuras, ya que permite transmitir en modo difusión información multimedia IP a los teléfonos móviles a altas velocidades de transmisión de datos.( del orden de Mb/s considerablemente mayores a las que se obtendrán con MBMS basada en la infraestructura celular), sobre grandes áreas.

DVB-H se está convirtiendo rápidamente en la tecnología que domina la TV móvil digital. El decidido apoyo prestado a esta norma abierta común por operadores de redes, cadenas difusoras, propietarios de contenidos y fabricantes de silicio y equipos está acelerando el lanzamiento comercial de servicios DVB-H de TV móvil en todo el mundo. Extensas pruebas y emisiones piloto en los cinco continentes ya han confirmado y siguen refrendando las posibilidades técnicas y las ventajas económicas de la DVB-H sobre otros sistemas patentados competidores.

#### 2.2.3.1 ¿Que es DBV-H?

El Proyecto DVB (Digital Video Broadcasting) es un consorcio sectorial compuesto por más de 250 organizaciones (cadenas difusoras, fabricantes, operadores de redes, creadores de software, entidades normativas, etc.) de 35 países, todas ellas comprometidas en el diseño de normas mundiales para la transmisión de TV digital y servicios de datos. Las normas DVB abarcan todos los aspectos de la TV digital, desde la transmisión hasta la estructuración de interfaces, el acceso condicional y la interactividad para datos, audio y vídeo digitales. Este consorcio se constituyó en 1993 para unificar el avance hacia la normalización global, la interoperatividad y la comprobación.

Hoy ya son muchos los servicios de difusión que utilizan normas DVB. Centenares de fabricantes ofrecen equipos que cumplen las especificaciones DVB y funcionan en todo el planeta. DVB domina el mundo de la difusión digital. Entre la infinidad de otros servicios basados en DVB-T, DVB-S y DVB-C figuran los de transmisión de datos entre puntos en movimiento y de Internet inalámbrico de banda ancha.

En un esquema general la norma DVB-H es un sistema que transmite la información por medio de datagramas de IP. Para reducir el consumo eléctrico de los pequeños terminales manuales se recurre a la tecnología de los intervalos de tiempo. Los datagramas de IP se transmiten como ráfagas de datos en pequeños segmentos de tiempo. El extremo delantero del receptor se activa sólo durante el intervalo en que la ráfaga de datos de un servicio seleccionado se encuentra en el aire. En ese breve período se recibe una gran cantidad de datos que pasan a una memoria intermedia. La memoria intermedia puede guardar las aplicaciones descargadas o reproducir corrientes en directo. Las economías de consumo eléctrico dependen de la relación entre el tiempo de activación y el de desactivación. Si una corriente de DVB-H contiene al menos diez servicios transmitidos en ráfagas, la economía de consumo para el extremo delantero puede alcanzar un 90%.

DVB-H es una evolución tecnológica del estándar Europeo de Televisión Digital Terrestre DVB-T(*Digital Video Broadcast-Terrestrial*) adaptado para dispositivos

móviles (teléfonos, PDA, etc). Las principales ventajas de DVB-H respecto a DVB-T son:

- Considerable disminución en el consumo de potencia por parte de los terminales.
- Mayor robustez de la información, sobre todo en situaciones de movilidad e interferencias.
- Posibilidad de realizar traspasos entre celdas transparentes al usuario (*seamless handovers*)
- Mayor Flexibilidad en el diseño de la red.

DVB-H permite la convergencia de los servicios de los mundos de radiodifusión y telefonía celular, por lo que no solo posibilita la transmisión de servicios como TV o radio digital móvil a audiencias masivas, sino que también posibilita servicios interactivos. El servicio extremo a extremo basado en el protocolo IP se conoce como IP *Datacast* (IPDC).

Uno de los aspectos clave de los sistemas IPDC es la posibilidad de complementar DVB-H con un canal bidireccional interactivo ofrecido por un sistema celular. Los beneficios de estos sistemas híbridos celulares y DVB-H son evidentes, ya que se puede tomar ventaja de las características intrínsecas de DVB-H para transmitir eficientemente servicios multimedia

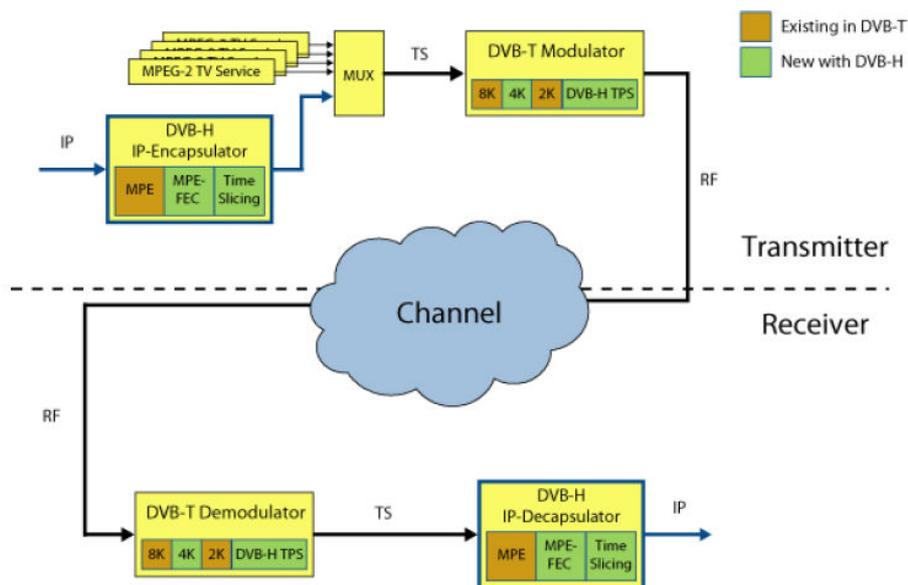


Figura 25. Modificaciones al sistema DVB-T para tener el sistema DVB-H

Mediáticos, mientras que la red celular proporciona una comunicación bidireccional con los usuarios y un sistema de gestión de pagos y tarificación sofisticado que tradicionalmente las redes de radiodifusión no disponen (ver Figura 25).

Además en un sistema IPDC la red celular se puede utilizar no solamente como un canal de retorno para notificar errores en la transmisión, sino también como un medio para recuperar información perdida. La red celular puede utilizarse para transmitir

información de reparación a los usuarios cuya recepción de DVB-H es afectada temporalmente por ruido, interferencias, o desvanecimientos (*fading*).

### 2.2.3.2 Servicios DVB-H

DVB-H utiliza la técnica de transmisión conocida como *time-siling* (transmisión discontinua) en la que la información se transmite en los bursts (pulsos) periódicamente como se muestra en la Figura 26. Es importante notar que los terminales experimentan una velocidad de transmisión de servicio constante, igual al tamaño del burst dividido entre el tamaño del ciclo. *Time-siling* reduce significativamente el consumo de potencia medio de los terminales, y posibilita traspasos transparentes entre celdas.

Los terminales se sincronizan a los burst del servicio deseado y apagan sus receptores cuando bursts de otros servicios son transmitidos, disminuyendo el consumo de potencia y posibilitando la búsqueda de celdas vecinas en otras frecuencias. Sin embargo el receptor tiene que activarse antes de que llegue el burst por motivos de sincronización (unos 120 ms antes como máximo). Cada burst contiene información con la información temporal del siguiente burst del mismo servicio. Esto permite que tanto el tamaño del burst, como el tiempo entre bursts (*oof-time*), sean parámetros variables a lo largo de la sesión. El tiempo *off-time* depende de la cantidad de información IP transmitida en el burst (es decir sin contar la información de paridad), y de la velocidad de transmisión del servicio. Por ejemplo asumiendo 1.5 Mb de información IP por burst (el tamaño máximo del burst son 2 Mb), servicios de 128, 256 y 384 kb/s, determinan tiempos de *off-time* de unos 12, 6 y 4 s respectivamente. Valores típicos de la duración del burst son entre 0.2 y 0.4 s, mientras que la tasa binaria del burst esta comprendida entre 5 y 13 Mb/s cuando se utiliza toda la capacidad del canal para transmitir un único burst (también es posible la transmisión de dos burst al mismo tiempo).

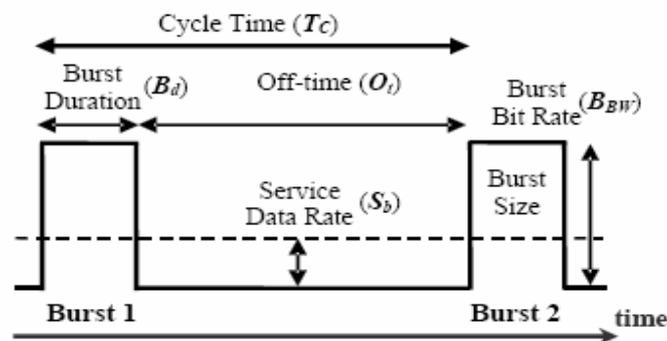


Figura 26. Técnica Time-Siling en DVB-H

Los servicios DVB-H se clasifican en dos tipos básicos:

- Servicios de video *Streaming* (por ejemplo TV Móvil).
- Servicios de descarga de archivos, también conocidos como servicios *Podcast* (por ejemplo periódicos digitales, archivos de música, descarga de software, etc.)

Para servicios de video streaming, los terminales reproducen la información recibida en el último burst de tal manera que los usuarios no perciben una transmisión discontinua. Si un burst se pierde, la reproducción se interrumpe hasta que el siguiente burst es recibido. Los servicios de video *streaming* se caracterizan por tolerar algunos errores en la transmisión.

El criterio de degradación comúnmente empleado es la tasa de error de burst, considerándose como un punto de degradación una tasa de error de burst máxima del 5%. Según sus restricciones temporales, los servicios de video *streaming* se pueden clasificar entre servicios en tiempo real (p.e transmisiones deportivas en vivo), y servicios que toleran cierto retraso (p.e video clips).

La principal diferencia entre los servicios de video *streaming* y los *Podcast*, es que éstos requieren una transmisión sin errores de los archivos, ya que un único bit erróneo conlleva a la pérdida de todo el archivo, haciéndolo inútil para el receptor. Básicamente un servicio de *Podcast* consiste en la recepción correcta de un número determinado de burst (dado por el tamaño del archivo). Por otro lado los requisitos temporales pueden ser bastante relajados, y el tiempo entre burst se puede elegir arbitrariamente. Típicamente en los sistemas de difusión, la transmisión de la información no es bajo demanda: los usuarios son notificados una vez finalizada la transmisión del fichero, y no se dan cuenta del tiempo de duración de la descarga.

La capa física del estándar DVB-T subyacente se caracteriza por una rápida transición entre recepción casi perfecta a recepción nula. Como consecuencia en DVB-H habrá áreas sin cobertura (*outage areas*). Donde la recepción no es posible ya que los terminales pierden toda la información contenida en el burst, y áreas con cobertura (*covered areas*), donde las terminales reciben toda la información del burst correctamente. Sin embargo la capa física no proporciona ningún entrelazado temporal, ya que fue diseñada para terminales DVB-T fijos. Por lo tanto, debido a las condiciones de movilidad intrínsecas de DVB-H, y a la ausencia de técnicas de adaptación del enlace, como ausencia de potencia o modulación adaptativa, es muy probable que la mayoría de las terminales en áreas con cobertura sufran pérdidas de paquetes en la capa física frecuentemente.

Normalmente paquetes perdidos en la capa física resultan en una tasa de pérdidas aun mayor que en las capas de enlace y aplicación. El estándar DVB-H trabaja con paquetes MPEG-2 en la capa física (tamaño de 188 bytes), y paquetes IP en la capa de enlace (tamaño típico de 1-2 kbytes). En la práctica, los errores de la capa física aparecen en forma de ráfagas, y suelen perder varios paquetes consecutivos.

Para incrementar la robustez de DVB-H, y mantener la compatibilidad con DVB-T, se han especificado dos mecanismos de corrección de errores opcionales en la capa de enlace y en la de aplicación para recuperar paquetes IP erróneos. Es importante destacar que se utiliza el uno o el otro, pero nunca los dos conjuntamente.

### 2.2.3.3 Mecanismos de Corrección de Errores en las capas de Enlace y Aplicación de DVB-H

Como DVB-H solo proporciona un canal de comunicación unidireccional, en el enlace descendente, corrección de errores sólo puede lograrse a través de mecanismos de corrección FEC (*Forward Error Correction*).

Los mecanismos FEC protegen pérdidas de paquetes en capas inferiores sin necesidad de un canal de retorno, y consisten en transmitir información de prioridad adicional redundante, que permite reconstruir la información original a pesar de que se produzcan errores en la transmisión. Aunque FEC resulta en un aumento de la cantidad de información transmitida, en última instancia puede incrementar la eficiencia del sistema, y salvar tanto tiempo de transmisión como ancho de banda en comparación con las retransmisiones que harían falta de otra manera.

El estándar DVB-H especifica un mecanismo opcional en FEC opcional en la capa de enlace que se denomina MPE-FEC (*Multi Protocol Encapsulation-FEC*), que permite corregir errores a nivel burst. MPE es el protocolo de adaptación que se utiliza para encapsular múltiples servicios IP en la trama de transporte MPEG-2 de la capa física de DVB-T. MPE-FEC fue introducido principalmente para incrementar la robustez del canal móvil y mejora la tolerancia a interferencias. Campañas de medida han demostrado que MPE-FEC incrementa la robustez de la recepción para los usuarios móviles, de tal manera que la calidad de la señal es prácticamente independiente de la velocidad de la Terminal.

MPE-FEC consiste en un código Reed-Solomon (RS) en conjunción con un entrelazador temporal virtual, y se implementa normalmente en hardware.

El efecto de entrelazado se consigue al escribir los paquetes IP en la tabla de aplicación por columnas, y rellenar la tabla RS por filas. Con MPE-FEC, cada burst contiene datos IP e información de paridad que permite corregir errores en el burst. El tamaño máximo del burst son 2 Mb, de los cuales 1.5Mb corresponden a los datos IP, y 0.5 Mb a información de paridad. La figura 27 muestra el tipo de información contenida en un burst cuando se utiliza MPE-FEC. La tasa de codificación depende de la proporción de datos IP e información de paridad transmitidos. Para permitir diferentes tasas de codificación, el estándar DVB-H permite reducir la cantidad de datos IP transmitidos (padding), así como la información de paridad transmitida. Las tasas de codificación posibles son: 1/2, 2/3, 3/4(código madre), 5/6 y 7/8. Por ejemplo la tasa 1/2 se consigue transmitiendo solo 0.5 Mb de datos IP y los 0.5 Mb de paridad, mientras que la tasa 7/8 se consigue transmitiendo los 1.5 Mb de datos IP y solo 0.25 Mb de paridad.

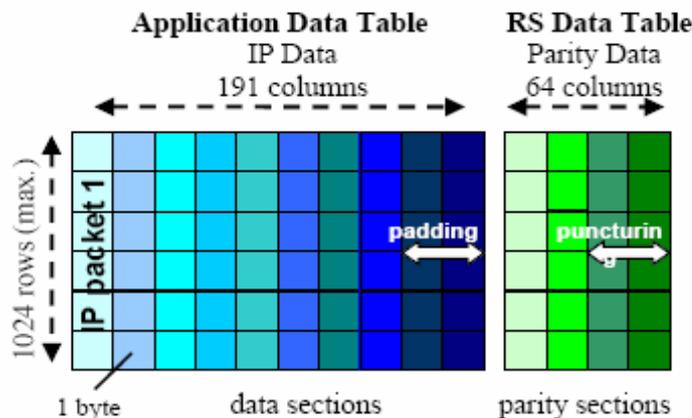


Figura 27. Información contenida en un burst DVB-H cuando MPE-FEC es utilizado. El tamaño máximo del burst es 2 Mb.

En DVB-H los bursts se transmiten en forma de secciones, conteniendo o bien un paquete IP (*data sections*), o la información de paridad (*parity sections*): en concreto una columna de la tabla RS, de tamaño máximo 1 kbyte. Las secciones se transmiten secuencialmente: primero las de la tabla de aplicación y luego las de la tabla RS. Cada sección contiene información sobre su posición en la tabla, y un campo CRC que permite al receptor saber si la sección se ha recibido correctamente. Si no se utiliza MPE-FEC, los terminales tendrán que recibir todas las secciones correctamente para poder decodificar el burst. Con MPE-FEC, básicamente se pueden tolerar un número de secciones erróneas igual al número de secciones de paridad transmitidas (asumiendo paquetes IP de 1 kbyte), aunque existen diferentes propuestas de técnicas de decodificación más avanzadas.

El mecanismo FEC en la capa de aplicación AL-FEC (*Application Layer-FEC*), utiliza códigos Raptor, que son una implementación computacionalmente eficiente de códigos fuente digitales (*digital fountain codes*).

Los códigos fuente digitales son una clase especial de códigos FEC que pueden generar una cantidad infinita de información de paridad. Fueron originariamente diseñados para transmitir datos eficientemente en canales *multicast* asíncronos. Un código fuente ideal digital tiene la propiedad de que el archivo se puede reconstruir una vez recibida una cantidad de información codificada igual al tamaño del archivo. No importa que información concreta es recibida, sino que reciba información suficiente.

Los códigos Raptor son una implementación computacionalmente eficiente de códigos fuente digital desarrollados por Digital Fountain Inc., que se suelen implementar en software. Además, su rendimiento es muy próximo al de un código fuente digital ideal, y sólo hay que recibir un 1-2 % más de información que el tamaño del archivo original para poder recuperarlo. Cabe destacar también que los códigos Raptor también han sido estandarizados en el estándar celular 3G para su utilización en MBMS.

Para aplicaciones *multicast/broadcast* en sistemas de comunicaciones inalámbricos, los códigos fuente digitales cuando se utilizan en la capa de aplicación superan en prestaciones a otros tipos de códigos FEC en términos de fiabilidad, eficiencia espectral y flexibilidad. Los principales beneficios son:

- Pueden recuperar pérdidas de paquetes en todas las capas y todos los protocolos inferiores, proporcionando corrección de errores extremo a extremo. Pueden incluso corregir paquetes IP erróneos en la red troncal o en Internet.
- Proporcionan el mayor entrelazado temporal posible, siendo capaces de recuperar el archivo original incluso si varios paquetes consecutivos se pierden.
- No se necesita ningún tipo de modificación o estandarización por debajo de la capa de aplicación.

La figura 28 muestra la transmisión de un archivo de 6 Mb para ilustrar la diferencia entre MPE-FEC y AL-FEC (por simplicidad se considera un código ideal). La tasa de codificación de MPE-FEC considerada es  $\frac{3}{4}$ , por lo que el archivo se divide en 4 bursts, y puede soportar hasta un 25% de secciones erróneas. Con MPE-FEC cada burst contiene tanto datos de fuente como de paridad, mientras que con AL-FEC el archivo original es transmitido primero, seguido por información de paridad (códigos sistemático). Obviamente si el archivo original es recibido correctamente, no hace falta

ninguna decodificación en absoluto. De la Fig. 3 es importante notar que con MPE-FEC, los archivos son transmitidos en un tren (repetidamente), mientras que con AL-FEC simplemente se transmiten más información de paridad.

En caso de utilizar MPE-FEC, cada uno de los burst debe ser correctamente recibido para recuperar el archivo. Si, por ejemplo, un Terminal pierde un burst, tiene que esperar a que este mismo burst sea retransmitido. Mientras tanto, los burst que contienen información que ya se ha recibido se descartan. Se ha de destacar también que un burst sin ningún tipo de error (p.e, se recibe correctamente toda la información IP y de paridad), no se puede utilizar para corregir errores en otros burst. La diferencia clave con el AL-FEC es que toda la información recibida correctamente es útil, lo cual acelera considerablemente la recepción del archivo.

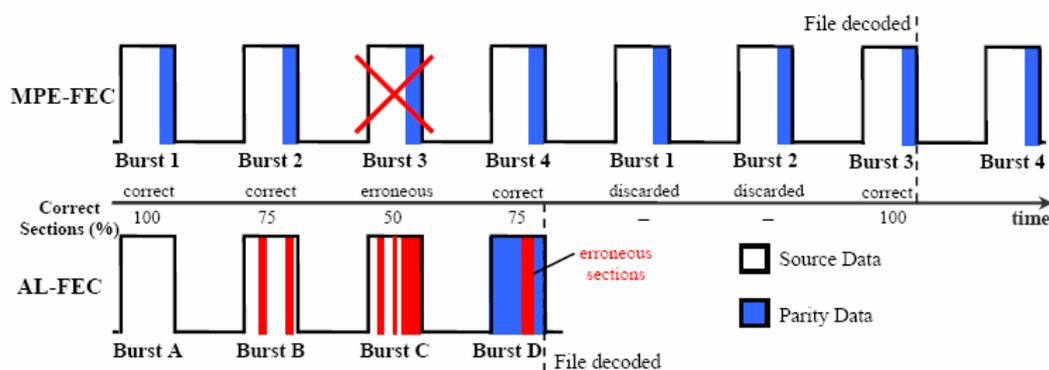


Figura 28. Ejemplo de transmisión de un archivo de 6 Mb en DVB-H con MPE-FEC (tasa de codificación  $\frac{2}{3}$ ) y AL-FEC.

Del sencillo ejemplo de la Figura 28 queda claro que AL-FEC es claramente superior a MPE-FEC para archivos grandes que se transmiten en varios burst. No obstante, sus prestaciones son prácticamente idénticas para archivos pequeños que se transmiten en un único burst. Este es el caso para los servicios de video *streaming*, donde cada burst se puede considerar como un archivo diferente. Por esta razón, AL-FEC sólo se ha estandarizado para servicios *Podcast*. No obstante, el empleo de AL-FEC para servicios de video *streaming* que no sean en tiempo real puede ser beneficioso para aprovechar la diversidad especial introducida por la movilidad de los usuarios si se transmiten burst con información de paridad adicionales algunos segundos después de transmitir burst originales.

A pesar de que no se obtienen mejores beneficios por utilizar AL-FEC para transmisión de servicios *Podcast* pequeños, su utilización ofrece numerosos beneficios en comparación con MPE-FEC para realizar mecanismos de reparación de errores en sistemas híbridos celulares y DVB-H.

#### 2.2.3.4 Transmisión de Servicios *Podcast* en sistemas IPDC

Los sistemas IPDC permiten transmitir diferentes tipos de contenido multimedia como audio, video, texto, imágenes, y archivos binarios. La Figura 29 muestra la pila de protocolos de transferencia de contenidos en un sistema IPDC. Las portadoras (bearers) proporcionan mecanismos para transmitir la información una vez encapsulada en paquetes IP, y como muestra la figura se puede realizar tanto a través

de DVB-H como mediante portadoras p-t-p con una red celular. Para la transmisión de ficheros en DVB-H se utiliza el protocolo FLUTE (*File deLivery over Unidireccional Transport*). FLUTE fue originalmente diseñado para su utilización en Internet trabajando sobre UDP/IP, y es particularmente adecuado para la transmisión de ficheros en canales *multicast* sin canal de retorno.

Como la modulación y la tasa de codificación en la capa física de DVB-H es normalmente un parámetro fijo del sistema, el servidor multimedia debe decidir el mecanismo FC de DVB-H (MPE-FEC o AL-FEC), así como su configuración. La configuración del mecanismo FEC elegido dependerá de las condiciones anticipadas de la red, tamaño del archivo, tipo de usuarios objetivos, y la cantidad de ancho de banda y tiempo de transmisión que se puede utilizar.

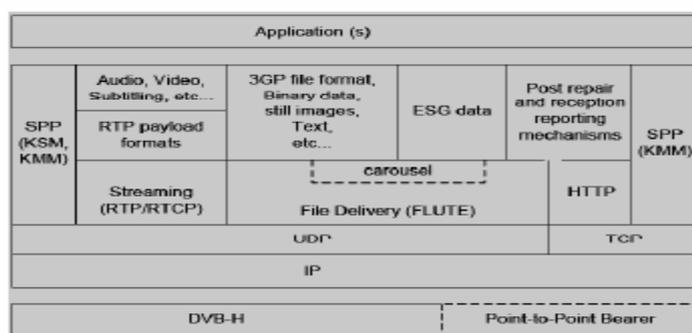


Figura 29. Pila de protocolos en un sistema IPDC

En el caso de utilizar MPE-FEC, los parámetros que hay que decidir son la tasa de codificación de los burst y el número de veces que el archivo es transmitido en el tren.

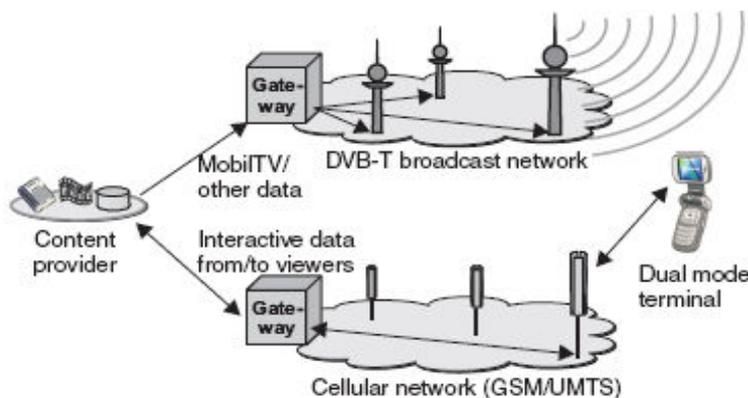
Por otro lado si se utiliza AL-FEC, en el servidor multimedia cada archivo es dividido en uno o varios bloques (*sources blocks*), siendo el tamaño máximo permitido de 32 Mb (4 Mbytes). El codificador AL-FEC es aplicado a cada bloque independientemente. El servidor tiene que decidir la cantidad de paridad adicional transmitida por bloque ( que determina el número de burst).

El servidor debe garantizar que el archivo es correctamente recibido por la mayoría de los usuarios, para evitar problemas de congestión en el canal de retorno proporcionado por la red celular para notificar errores en la transmisión por parte de los terminales. Sin embargo, después de la transmisión inicial del archivo en DVB-H el servidor ha de tener en cuenta la posibilidad de realizar mecanismos de reparación de errores, tanto con DVB-H como con la red celular, para conseguir una utilización más eficiente de los recursos de radio.

### 2.2.3.5 IP Datacast

El datacast IP se conoce como tecnología para distribuir los datos y los servicios IP vía la difusión. Esto incluye no solamente los datos video y audio, pero también la cualquier otra clase ya mencionada de servicio, por ejemplo, la transferencia de las guías electrónicas del programa, o la transmisión del texto, de los archivos de XML y

del HTML así como la información de control según lo requerido para los servicios especiales. Además de la difusión clásica, DVBH conjuntamente con redes celulares móviles como el G/M y UMTS también permite la distribución del contenido interactivo, donde el espectador puede hacer opciones y tomar acciones. Según lo representado en la Figura 30, tanto los servicios de datos como el servicio de mensaje corto (SMS) o el servicio general de radiopaquetes (GPRS) de la red móvil pueden servir como canales de la generación para hacer los datos de las transmisiones y darle a los telespectadores abastecimiento de dichos programas. Por consiguiente, las transmisiones que ocurren entre los agentes implicados en el abastecimiento de tales programas, por ejemplo, contenido y abastecedores de servicio, los operadores de DVB-H/T, los operadores de red móviles y los espectadores, son muy complejas.



**Figure 6.** Combination of DVB-H/T networks for offering interactive services

**Figura 30.** Combinación de redes DVB-H/T para ofrecer servicios interactivos

#### 2.2.4 MEDIAFLO (Media Forward Link Only)

QUALCOMM ha desarrollado el sistema llamado MediaFLO™, una solución completa que incluye una nueva tecnología multicast, o de distribución múltiple, y una nueva interface de aire conocida como tecnología de Enlace Único Directo (en inglés, Forward Link Only - FLO™). Como ya se mencionó Multicast es la entrega de información a múltiples destinatarios simultáneamente utilizando la estrategia de entregar los mensajes a través de cada enlace en la red solo una vez. Si hacemos la comparación con multicast, la entrega convencional de mensajes de un punto a otro es llamada unicast, y la entrega a todos los nodos de la red es llamada broadcast.

Desde sus comienzos, la tecnología FLO se diseñó para la distribución eficiente y económica de contenidos multimedia a un gran número de usuarios móviles. Al diseñar la tecnología FLO, QUALCOMM se enfocó en los desafíos claves involucrados en la entrega simultánea de contenido multimedia a un gran número de dispositivos portátiles. Estos desafíos incluyen la calidad de servicio, la capacidad de datos, el consumo de energía, la cobertura y la movilidad. FLO es un sistema construido desde el inicio para contenidos multimedia móviles, como video y audio de alta calidad, y ofrece el mejor desempeño y eficiencia espectral con un mínimo consumo de energía.

MediaFLO™ USA Inc., una subsidiaria de QUALCOMM, se encuentra desplegando y va a operar una red inalámbrica nacional utilizando el Sistema de Distribución de

Contenidos MediaFLO (o MDS, en inglés, Media Distribution System) y la tecnología FLO en la banda de 700 MHz. Utiliza 6 MHz de ancho de banda entre 716-722 MHz, para entregar hasta 100 canales de contenido, incluyendo hasta 20 canales de video streaming en vivo con resolución QVGA (en inglés, Quarter Video Graphics Array) de hasta 30 cuadros por segundo; 10 canales de audio streaming, entre 50 y 80 canales de videos cortos (también llamado Clipcast™) almacenados en el dispositivo móvil, y numerosos canales de datos. MediaFLO USA tendrá cobertura nacional y proveerá servicios multimedia a los consumidores en conjunto con operadores inalámbricos en Estados Unidos y comenzó las operaciones comerciales de la nueva red en la segunda mitad del año 2006.

La tecnología FLO se ha hecho disponible a una entidad liderada por la industria con el propósito de presentar una especificación conjunta a los organismos de desarrollo de estándares para la consideración de su adopción. QUALCOMM está comprometida en la estandarización mundial de la tecnología FLO y está trabajando con compañías líderes para crear una organización multipartita que lleve adelante esta iniciativa. QUALCOMM esta también explorando las oportunidades para desplegar pruebas y operaciones comerciales de FLO a nivel mundial.

La Figura 30.1 muestra el funcionamiento general del sistema Media FLO

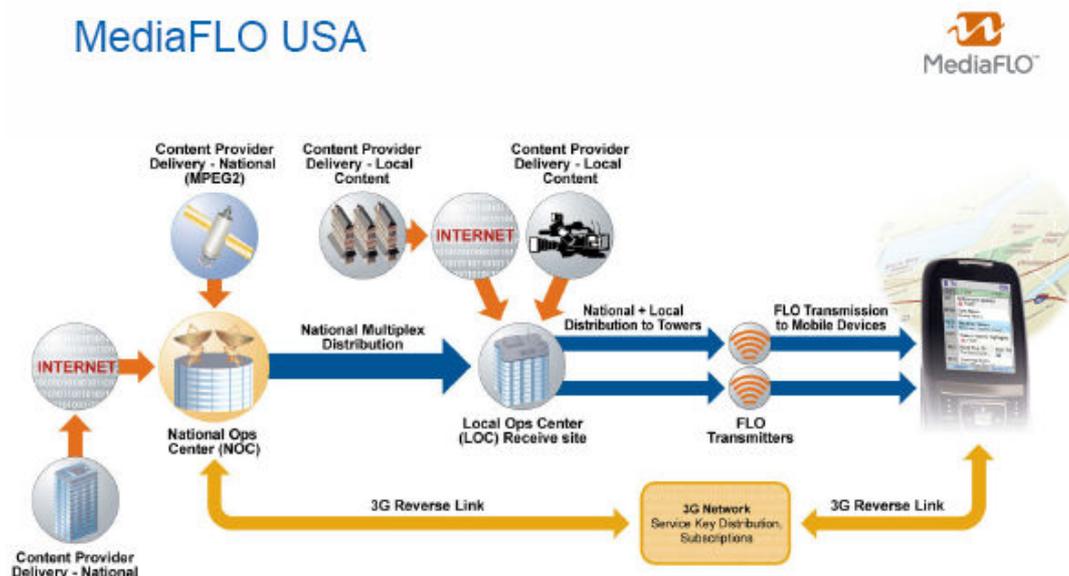


Figura 30.1.El Sistema Media FLO

#### 2.2.4.1 Características del Sistema MediaFLO

En una red FLO, el contenido representativo de un canal en tiempo real se recibe directamente de los proveedores de contenido, generalmente a través de un satélite de banda C en formato MPEG-2 utilizando equipamiento e infraestructura disponible en el mercado. El uso de este estándar como fuente de contenido provee suficiente

resolución para permitir la transcodificación eficiente al formato QVGA H.264 utilizado por la red FLO.

El contenido que “no es de tiempo real” es recibido por un servidor de contenido, generalmente a través de un enlace de IP. El contenido es entonces reformateado en un flujo de paquetes FLO y redistribuido sobre una Red de Frecuencia Única (o SFN, en inglés, Single Frequency Network). Esta distribución del flujo de paquetes FLO se facilita por el sistema de distribución de medios de MediaFLO (MDS). Este contenido que no es de tiempo real se entrega de acuerdo a una agenda predeterminada y almacenada en el dispositivo para verlo más tarde.

Sólo aquellos dispositivos que se hayan suscripto al servicio pueden recibir el contenido. El contenido será almacenado en el dispositivo móvil para ser visto en el futuro, de acuerdo con la guía de programación del servicio, o entregado en tiempo real al dispositivo del usuario manteniendo una alimentación continua de contenido en vivo. Los contenidos pueden ser audio y video de alta calidad (formato QVGA y MPEG-4 HE-AAC ) así como flujo de datos IP. Se utiliza una red celular 3G - tal como CDMA2000 1xEV-DO, UMTS, o HSDPA - para proveer interactividad y la autorización del servicio al usuario. La interactividad provista a través de la red 3G incluye la compra y la bajada de los contenidos.

#### 2.2.4.2 Optimización del Consumo de Potencia y Adquisición del Canal

La tecnología FLO optimiza simultáneamente el consumo de potencia, la diversidad de frecuencia y la diversidad de tiempo. Otros sistemas similares, pero menos eficientes, optimizan uno o dos de estos parámetros pero finalmente comprometen el desempeño del otro. FLO tiene una característica particular que permite acceder a una fracción de la señal total transmitida sin comprometer la diversidad de tiempo o de frecuencia. Estas características le permiten a un dispositivo móvil FLO alcanzar una vida de batería comparable a un teléfono celular convencional, o sea, algunas horas de ver y hablar y algunos días de tiempo stand-by por carga de batería.

La interface de aire FLO utiliza Multiplexación por División de Tiempo (o TDM, en inglés, Time Division Multiplex) para transmitir cada flujo de contenido en intervalos específicos dentro de la señal de FLO. El dispositivo móvil accede a la información de control para determinar en qué intervalo de tiempo se transmite el flujo de contenido deseado. Los circuitos del receptor del dispositivo móvil sólo se encienden durante los períodos de tiempo en los cuales el flujo de contenido es transmitido y se apagan el resto del tiempo. El receptor se adapta automáticamente a la tasa de datos variable que es entregada.

La tecnología FLO minimiza el tiempo de búsqueda del canal de programa. En la mayoría de los casos se trata de menos de 2 segundos. Los usuarios móviles pueden navegar por los canales con la misma facilidad con la que lo harían con un sistema de cable o satélite digital residencial.

#### 2.2.4.3 Contenido de Área Local y Regional

Los sistemas FLO permiten la coexistencia de cobertura de wide area (área regional) y local area (área local) dentro de un canal único de radiofrecuencia (RF). Cuando FLO se instala en una configuración de Red de Frecuencia Única (o SFN, en inglés, Single Frequency Network), se elimina la necesidad de handoffs complejas. El contenido para

un área regional (wide area) se transmite sincronizadamente por todos los transmisores. El contenido de interés local se puede transmitir en su mercado específico.

#### 2.2.4.5 Modulación por Capas

La tecnología FLO permite el uso de modulación por capas. Para un determinado servicio el flujo de datos de FLO se divide en una capa base que todos los usuarios pueden decodificar y una capa mejorada que es decodificada en las áreas donde se disponga una mejor señal a ruido (SNR, en inglés, Signal to Noise Ratio). Típicamente el 90% de los dispositivos de usuario podrán recibir ambas capas de la señal para un servicio determinado y tener video de hasta 30 cuadros por segundo. La capa base tiene una cobertura superior comparada con un sistema sin capas de capacidad total similar y entrega video de hasta 15 cuadros por segundo. El uso combinado de modulación por capas y de fuentes de codificación permite una degradación del servicio muy suave y la capacidad de recibir en ciertas ubicaciones a velocidades que de otra forma no podrían tener recepción. Para el usuario final, esto significa que una red FLO puede proveer una mejor cobertura con buena calidad de servicio, especialmente video, la cual requiere un ancho de banda significativamente mayor que otros servicios multimedia. La codificación H.264 de contenido de tiempo real cumple con H.264 extendida para aplicaciones sin capa; y la capa base cumple con H.264 extendida donde se emplea un codificador de capas.

#### 2.2.4.6 Beneficios de la Tecnología FLO

La interface de aire FLO atiende la necesidad simultánea de optimizar el consumo de energía, el tiempo de adquisición del canal y la diversidad de tiempo. También permite la aplicación de multiplexado estadístico, ofreciendo una ganancia significativa al codificar el contenido de tiempo real a través de una tasa de bit del multiplexador estadístico que define el ancho de banda según el servicio. También soporta los requerimientos de calidad de servicio por canal permitiendo diferentes modulaciones y tasa de codificaciones para aplicaciones diferentes. Estos factores combinados con la aplicación de un código turbo, permiten desempeños superiores a cualquier otra tecnología funcionalmente similar (de 3 a 5 dB). Y esto se traduce en una cobertura superior de hasta 40% para la misma entrega de servicio o casi el doble de capacidad para cobertura similar. Cuando FLO utiliza modulación y codificación por capas esta ventaja puede extenderse en 3 dB adicionales.

La tecnología FLO ofrece significativas ventajas en comparación a la radiodifusión de formatos para la distribución de multimedia, o servicios derivados, a dispositivos móviles. Estos beneficios pudieron alcanzarse por enfocarse en los desafíos específicos asociados con la multimedia móvil, y optimizando cada elemento con tal fin.

## Dispositivos MediaFLO



- Los primeros dispositivos disponibles de MediaFLO son de MOTOROLA, SAMSUNG y LG
- Más dispositivos adicionales se encuentran en desarrollo

De lo mencionado anteriormente se pueden resumir las siguientes características técnicas importantes del sistema Media FLO

- *Mayor eficiencia con óptima capacidad y experiencia de usuario*
  - Basado en tecnología OFDM
- Eficiencia espectral de 1-2 bit/seg/Hz
  - Varias técnicas de modulación
- 11 modos con varias modulaciones / velocidades (QPSK/16-QAM)
  - Canalización virtual
- Por servicio QoS – los canales se pueden adaptar dinámicamente a calidad de Video
- Mayor ganancia en la capacidad – Multiplexación estadística
  - Movilidad superior
- Operación robusta a velocidades bajas y vehiculares > 200 km/h
  - Áreas de servicio Nacional y Local
- Entregada en un canal de RF
  - Menor consumo de energía
- ~ 4 horas de uso con una batería estándar de 850 mAh
  - Rápida adquisición (cambio de canal)
- ~ 1.5 segundos para cambio de canal
- Mezcla de flexibilidad y Calidad de Servicio (en un canal de 8 MHz)
  - Video (QVGA, hasta 30 fps, H.264) > ~ 30 canales
  - Audio (HE AAC estéreo) > ~ 10 canales
  - Clip-casting (contenido recibido por el dispositivo) > Amplio rango de canales clipcast
  - IP data-casting arbitrario > Multiplexado con otros servicios

### 2.2.5 Difusión Multimedia Digital Terrestre T- DMB(Digital Multimedia Broadcasting-Terrestrial)

La introducción de los servicios multimedia en los sistemas móviles es una de las claves más importantes para que los operadores de telefonía móvil mantengan los ingresos medios por usuario (ARPU) en los próximos años, ya que se espera que los ingresos

por el uso de los servicios de voz decrezca en las próximas décadas. Un reciente estudio reciente indica que en el 2006 el gasto en servicios móviles fue de alrededor de 3.3 miles de millones de dólares en Europa. Muchos investigadores de mercado han identificado que los usuarios de los servicios móviles cada vez están más interesados en contenidos multimedia relacionados con noticias, deportes y música.

Basándonos en estos hechos, los *Multimedia Broadcast Services* están muy bien posicionados para afrontar estos desafíos, ya que el modo de distribución *one-to-many* más eficiente en el uso de recursos radioeléctricos y en coste.

El más reciente de estos servicios es el objeto de nuestro estudio, el *Digital Multimedia Broadcasting* (DMB). DMB es una forma de enviar servicios de televisión a receptores móviles, incluso de alta velocidad (coches, autobuses, trenes, etc.). El paso al dominio digital abre un nuevo mundo de posibilidades en las nuevas estaciones, aumento de facilidades, mejora de la calidad del sonido y nuevas oportunidades de ingresos para las compañías emisoras. No solo se pueden transmitir sonido y voz sino que se pueden incluir ficheros de datos e incluso aplicaciones enteras. Por ejemplo, la emisión de un debate político podría venir acompañada de una aplicación software para posibilitar el voto de los espectadores.

Antes de describir a fondo el sistema DMB conviene conocer cual ha sido su desarrollo histórico. DAB (predecesor del DMB terrestre) fue creado en Europa en los años 80. Los países de la Unión Europea organizaron un proyecto llamado Eureka-147 en 1987 para realizar investigaciones sobre la tecnología de radio digital y BBC (una compañía pública) lanzo su servicio de DAB terrestre en Septiembre de 1995. Desde entonces muchos países introdujeron servicios DAB incluyendo Suiza en 1995, Francia en 1997 y Alemania en 1999.

#### 2.2.5.1 ¿Qué es DMB?

DMB es la siguiente generación de radiodifusión de servicios digitales, permitiendo al usuario disfrutar de servicios de audio con calidad CD estéreo y de servicios de video o datos en tiempo real, en cualquier lugar y a velocidades de hasta 200km/h.

El término DMB (*Digital Multimedia Broadcasting*) proviene de DAB (*Digital Audio Broadcasting*), que supone la transmisión de sólo sonido, mientras que su evolución, DMB, realiza la transmisión de imagen y sonido; apareciendo entre enero y febrero del 2003. Al mismo tiempo, el ministerio de información y de comunicación de Corea (KMIC), estandarizó el término DMB para describir la transmisión de servicios que incluyen desde audio hasta difusión de televisión y datos.

DMB se clasifica en DMB terrestre (TDMB) y satélite (SDMB), de acuerdo con el tipo de tecnología y la configuración de la red. Ambos servicios marcan una nueva época en la comunicación móvil, aunque sus orígenes son diferentes.

La especificación técnica de DMB se clasifica principalmente en ‘Sistema A’ y ‘Sistema B’. El primero se basa en OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), un estándar para televisión digital en Europa; mientras que el segundo se basa en CDM (*Code Division Multiplexing*), con el mismo principio que la tecnología de comunicación móvil.

Para la difusión de servicios multimedia es necesario tener métodos de compresión, tanto de vídeo como de audio, con el fin de necesitar la mínima tasa de transferencia para ofrecer unos servicios de calidad aceptable. De este modo se reduce el ancho de banda necesario, lo que es ventajoso debido a lo limitado del espectro radioeléctrico. Por otro lado, estos sistemas de compresión deben ser lo suficientemente sencillos (en cuanto a procesamiento) como para no necesitar terminales de usuario muy complejos.

Los contenidos multimedia son procesados con los siguientes códecs:

- Vídeo: MPEG-4 AVC (ISO/IEC 14496-10) / H.264

MPEG-4 Part 10 / H.264 es lo más reciente en cuanto a estándares de codificación de vídeo. Este ha sido aprobado por la ITU-T como Recomendación H.264. Está compuesto por dos partes principales: VCL (*Video Coding Layer*) que representa eficientemente los contenidos de vídeo (mejorando la eficiencia de codificación con un factor 2 sobre MPEG-2 para la misma calidad de vídeo); NAL (*Network Abstraction Layer*) que proporciona mayor facilidad de trabajo con la red.

Los estándares de DMB especifican que los servicios de vídeo deben ser proporcionados para unas dimensiones máximas de *display* de 352x288 píxeles, con una tasa de 30 fps (*frames per second*). De este modo se debería obtener una calidad VCD en una pantalla LCD de 7 pulgadas, permitiendo además acceso aleatorio cada 0.5 segundos de la secuencia.

- Audio: MPEG-4 (ISO/IEC 14496-3) BSAC

Los servicios de audio de DMB deberían soportar radiodifusión de audio estéreo estandarizado a la tasa de muestreo de 24, 44.1, 48 KHz. Los servicios deberían proporcionar calidad de CD para la radiodifusión sólo de audio, y una calidad superior a la radio FM analógica para el audio acompañado de vídeo. La máxima tasa de bit establecida para el audio en estéreo es de 128 Kbps.

#### 2.2.5.2 SDMB (*Satellite Digital Multimedia Broadcasting*)

El propósito de SDMB es proporcionar una capacidad de transmisión a operadores móviles, ofreciendo *streaming* y servicios de descarga de datos a un coste adecuado. El sistema se diseña para evitar la introducción de restricciones en la telefonía móvil 3G, abaratando así su implantación. Se considera que durante el desarrollo del sistema SDMB, la mayoría de móviles van a operar en redes del tipo 2G y 3G, restringiéndose estas últimas a áreas urbanas, por lo que el nuevo sistema deberá ser compatible con ambas.

El sistema descansa en una infraestructura híbrida de repetidores terrestres y a bordo de satélites, operando en la banda IMT 2000 (*Internacional Mobile Telephony 2000*), permitiendo la penetración en áreas rurales.

El sistema SDMB pretende implementar una capa *multicast* sobre una red móvil UMTS 3G terrestre *unicast*.

El concepto del sistema está basado en una arquitectura de repetidores terrestres y sobre satélites para la entrega de servicios digitales multimedia interactivos en modo *broadcasting/multicasting* a los usuarios finales móviles.

El diseño del sistema tendrá como objetivo la penetración *indoor* por medio de satélites geoestacionarios de gran potencia, enfocando varios haces sobre Europa.

El sistema SDMB europeo está diseñado para cubrir Europa con haces apuntando a cada área lingüística.

La infraestructura del sistema permitirá típicamente una disponibilidad media superior al 95%, al aire libre y sobre cada una de las celdas. Para conseguir una penetración en los edificios, se utilizan las siguientes técnicas:

- Uso de satélites de alta potencia con largas antenas desplegables.
- Especificar una capa de transporte confiable, basada en FEC (*Forward Error Correction*) e *interleaving*.
- Uso de repetidores terrestres en algunas áreas de sombra en zonas densamente pobladas.

La arquitectura del sistema SDMB interacciona con la red terrestre móvil tal y como se muestra en la siguiente figura.

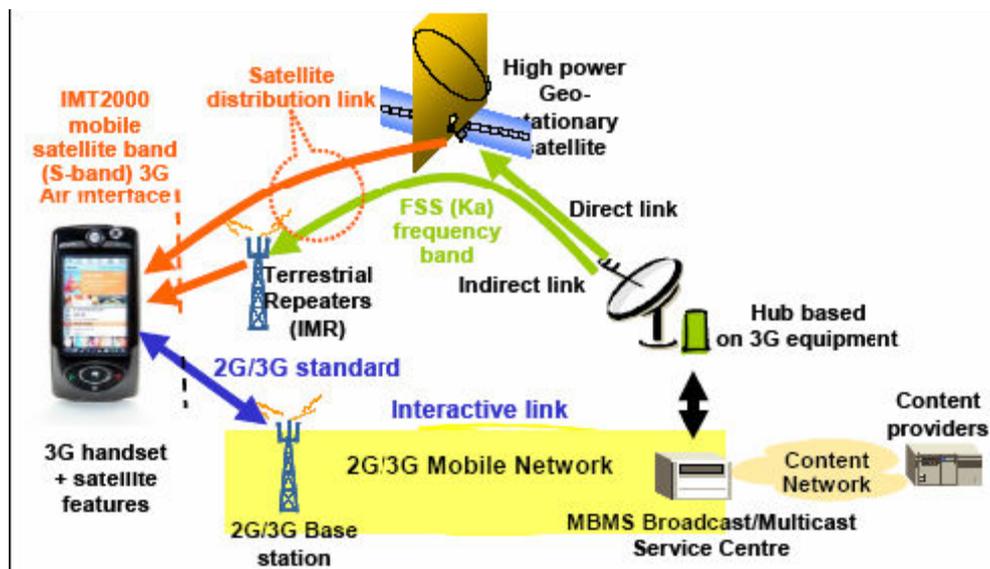


Figura 31. Arquitectura SDMB

Como el objeto de estudio de este tema es T-DMB, nos enfocaremos a este, ya que los estándares tratados a lo largo de este capítulo son a través de redes terrestres, por lo que SDMB solo se consideró brevemente sin entrar en detalles.

### 2.2.5.3. T-DMB basado en el DAB

El sistema DAB proporciona sonido con calidad de CD y algunos servicios de datos para aplicaciones móviles, la Figura 32 muestra como el servicio T-DMB funciona mediante el sistema DAB basado en Eureka-147. Hay 5 tipos de caminos de datos en el sistema DAB. El canal de información rápida (FIC) y la información de servicio (SI) son usados en esta figura para transmitir el multiplexado e información de la configuración de algunos servicios, incluyendo varios de datos y audio. El camino de sonido DAB es usado para el servicio de audio digital, el cual es el servicio principal del sistema DAB existente. Existen dos tipos de canales principales para datos en el

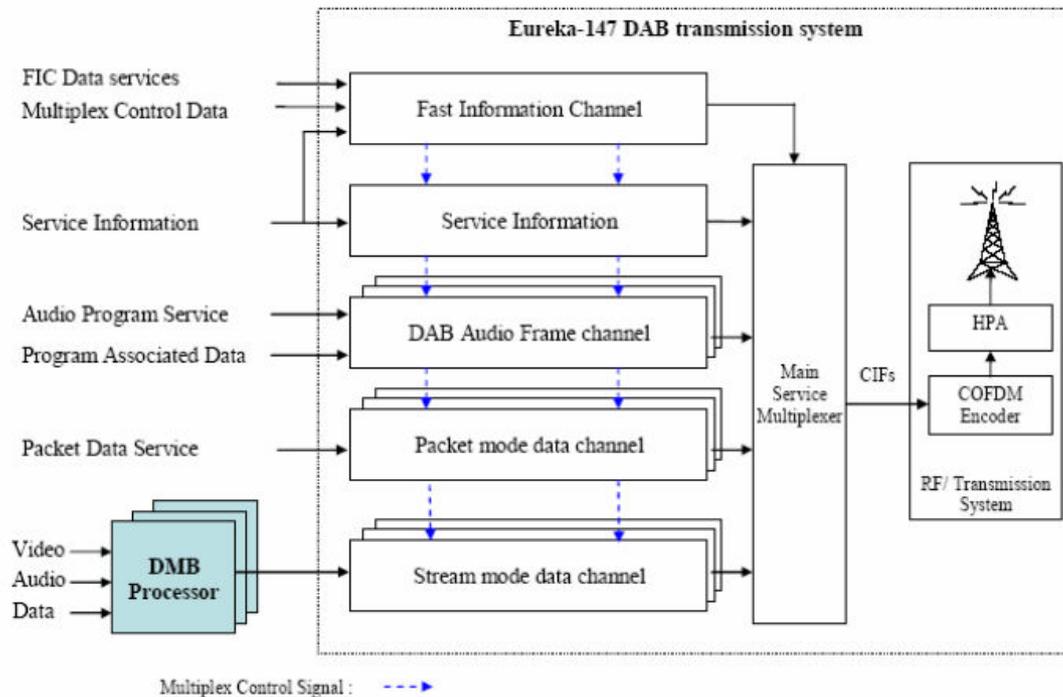


Figura 32. Estructura de la transmisión T-DMB basada en el sistema DAB Eureka 147 existente.

sistema DAB, el de modo paquete y el de modo *stream*. De estos dos, los de tipo paquete son los usados para diversos servicios de datos. En T-DMB se usan los canales del modo *stream* para transmitir Audio y Vídeo (AV) *stream* creado por el procesador DMB.

Después todos los datos son multiplexados en un único *stream*, son codificados por el *OFDM encoder*, y transmitidos por una señal de RF.

Mediante el uso del sistema Eureka-147, todo tipo de servicios son posibles en T-DMB. El servicio básico de T-DMB es el *TV-like* en entornos fijos o estáticos. En este servicio la calidad esperada del vídeo es *VCD-like* de 5-7 pulgadas y una resolución máxima de 325x288 a 30 imágenes por segundo (fps). El segundo servicio disponible en T-DMB es el *multimedia-mobile-phone-like*. Otro servicio disponible en T-DMB es el sonido de alta calidad, este es el propósito principal del sistema DAB existente. En este caso la transmisión de sonido con calidad de CD gana a los sistemas de FM analógicos, además otros servicios relacionados con el sonido son posibles, como el *slide show*.

Finalmente T-DMB puede proveer una gran cantidad de servicios de datos, como EPG o la transmisión de: sitios web, noticias, información meteorológica, información sobre el tráfico, etc.

#### 2.2.5.4 Estructura del estándar TDM-B

El estándar de vídeo en T-DMB es el mostrado en la Figura 33. La capacidad disponible de datos es de alrededor de 1 Mbps considerando la necesidad de datos de sincronización, corrección de errores e información de la configuración del multiplexado bajo un tasa de protección de 1/2. Por todo esto, es deseable adoptar las

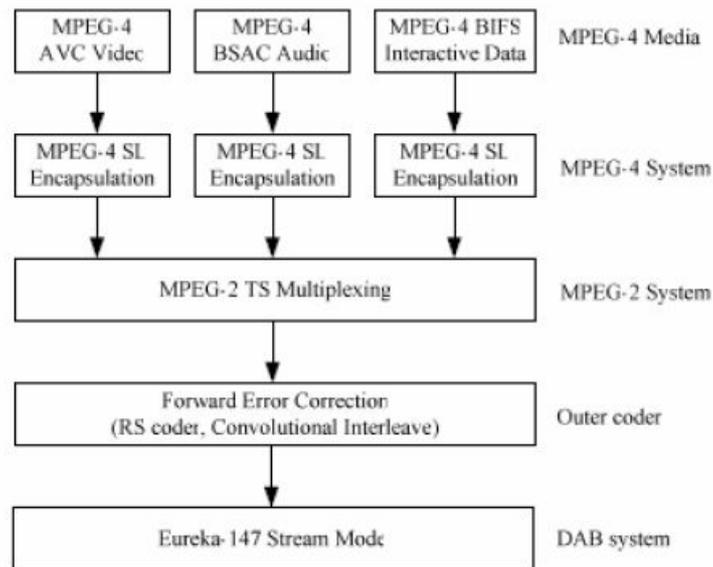


Figura 33. Estructura para el estándar de servicio de video en T-DMB

más modernas tecnologías de codificación para conseguir incrementar la calidad de los servicios.

La codificación avanzada de vídeo MPEG-4, la cual tiene una alta eficiencia en la transmisión multimedia a una baja tasa de transferencia, es usada para codificar los contenidos de vídeo y una codificación aritmética de bit desplazado (BASC) para la codificación del audio, además se adopta la codificación BIFS para los datos interactivos relacionados con los contenidos de vídeo. Primeramente, cada *stream* es encapsulado en un paquete en la capa de sincronismo (SL), estos paquetes son multiplexados para la creación de la trama MPEG-2 TS, la cual es generalmente usada en sistemas de transmisión digital. Los *streams* MPEG-2 TS son codificados para minimizar los errores mediante *Reed Solomon* (RS) y *convolutional interleave*. Estos *streams* son insertados dentro del canal de modo *stream* del sistema DAB.

#### 2.2.5.5 Outer Coder

El sistema Eureka-147 DAB fue originalmente diseñado para la transmisión de *streams* de audio con calidad de CD, con un BER (tasa de errores) menor de  $10^{-4}$ . Sin embargo, para lograr una transmisión y recepción estable de imágenes en movimiento como los *streams* MPEG-4, el BER debería descender por debajo de  $10^{-8}$  añadiendo el FEC mostrado en la Figura 34. Para esto, el sistema T-DMB usa un esquema de codificación adicional, el llamado *outer coder*. El *outer coder* consiste en un codificador RS y después un *convolutional interleaver*.

La Figura 34 muestra una pequeña descripción de un codificador RS y un *convolutional interleaver*. El codificador RS usa el polinomio de generación GF de (1), y para los 188 TS paquetes, son añadidos 16 bytes de paridad para formar 204 bytes.

RS (204, 188,  $t=8$ ) es usado como codificador RS en T-DMB el cual puede ser inducido de RS (255, 239,  $t=8$ ) como en el standard DVB-T.

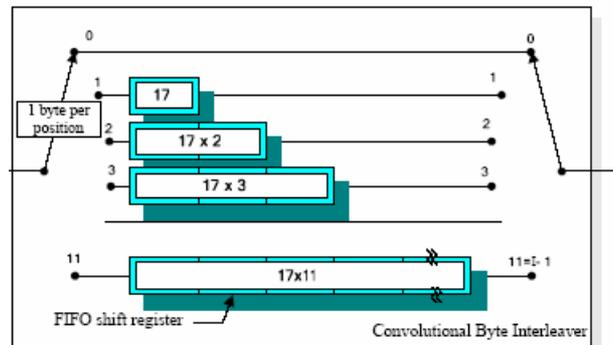
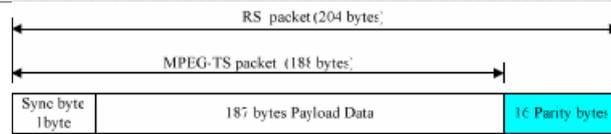


Figura 34. Esquema para el Outer Coder

La estructura en capas para un sistema de transmisión DMB es ilustrado en la Figura 35. La trama DAB esta compuesta por un canal de información rápida (FIC) y un canal de servicio principal (MSC, donde el MSC es usado para transportar los componentes del servicio de audio y datos y el FIC es usado para lograr un acceso rápido a la información por parte del receptor. El MSC esta compuesto por varias tramas *common interleaved*, transmitidas cada 24 ms. La mínima unidad direccionable de una trama *common interleaved* es la unidad de capacidad (CU), su tamaño es de 8 bytes. Un mero entero de CUs son agrupadas conjuntamente para constituir la unidad de transporte básico del MSC, llamado subcanal. En T-DMB, un subcanal es usado para un servicio de audio/vídeo (AV), el número de CUs para la transmisión de un *stream AV* viene fijada por la configuración de multiplexación. Para insertar el AV *stream* codificada por el standard T-DMB dentro de la trama DAB, es encapsulado dentro de un MPEG-2 TS y empaquetada en paquetes de 204 bytes generados por el codificador RS. El punto clave de este proceso es que el tamaño de un subcanal en DAB es exactamente fijado a un múltiplo de 8 bytes por cada periodo de subtrama (24ms), por otro lado un *stream AV* tiene una tasa de bits constante durante todo el tiempo. Además la codificación RS es procesada en unidades de paquete, en este caso si la tasa del paquete es controlada por una unidad de paquete RS durante un periodo de subtrama (24ms), se debe de rellenar la trama con información nula para completar el tamaño del subcanal, esto causa un desperdicio de ancho de banda. Se han localizado dos puntos para la inserción del *stream AV* dentro de la trama DAB—el proceso del codificador RS debe ser en unidades de paquete y la composición de la trama sin desperdicio de ancho de banda— a continuación se presentará un método para el control de la tasa de paquetes a través de un buffer virtual.

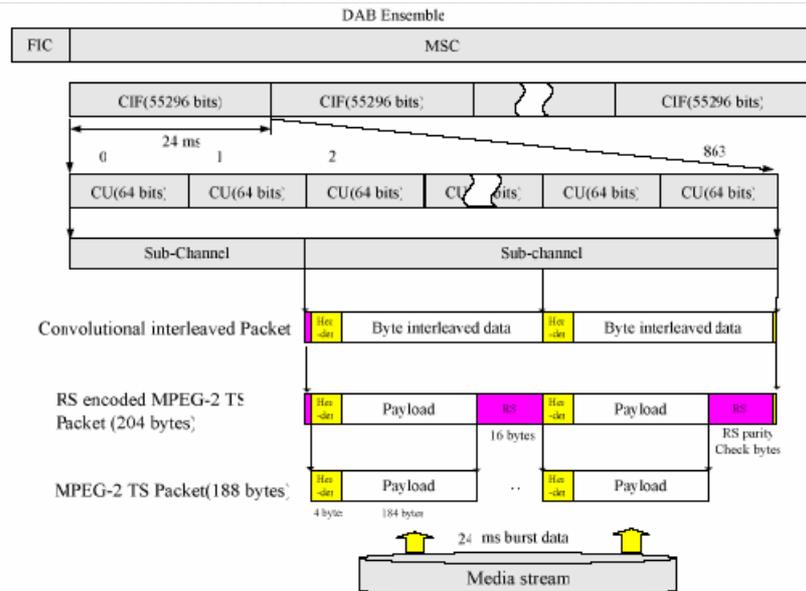


Figura 35. Estructura de las capas para la transmisión T-DMB

Al día de hoy se han desarrollado varios sistemas para el procesador T-DMB, entre los cuales está el *T-DMB encoder*, *T-DMB stream caster* y el *T-DMB Ensemble Re-multiplexer*.

El *T-DMB encoder* es diseñado para proveer servicios móviles interactivos multimedia basado en el DAB en Corea. Tiene 3 funcionalidades principalmente, compresión de señales de audio mediante MPEG-4 BSAC, compresión de señales de video mediante MPEG-4 AVC y multiplexado mediante MPEG-2/4. Se espera que el *T-DMB encoder* soporte varios servicios multimedia a los usuarios en cualquier momento, en cualquier lugar y para cualquier dispositivo. Sus interfaces de entrada exportan señales de audio analógicas y digitales, video y contenidos interactivos y el interfaz de salida está compuesto por el TCP/IP y DVB-ASI. También proporciona una interfaz al usuario para la selección de la tasa de bits y la tasa de frame.

El *T-DMB stream caster* implementado puede ser conectado al multiplexor DAB comercial a través de una conexión TCP/IP. El uso del *Stream caster* permite seleccionar los ficheros MPEG-2 a transmitir y la tasa de bits es automáticamente calculada y controlada para estar acorde con el sub-canal del ensemble, el cual es informado por el *ensemble multiplexer*. El *Ensemble Re-Multiplexer* es usado para insertar las tramas MPEG-2 TS provenientes del *T-DMB encoder* en el ensemble multiplexer del DAB convencional a través del interfaz ETI (*Ensemble Transport Interface*). Realmente es el que hará posible el uso de sistemas de transmisión T-DMB comerciales.

Se ha probado varias veces el sistema T-DMB, las condiciones del experimento son las siguientes. Las fuentes de audio y video fueron codificadas por MPEG-4 AVC de 512kbps y MPEG-4 BSAC de 96 kbps, fueron encapsuladas en una trama MPEG-2 TS de 796 kbps. El tamaño fijado para el sub-canal es 864 kbps. Después del codificador RS, la tasa de bits de los paquetes RS fue mantenida a 863.74(-796x290/188) kbps. Al viajar a una velocidad de 100 Km/h, el resultado es mostrado en la Figura 36. Se puede ver como la imagen en el sistema analógico está seriamente degradada.

Mientras que la imagen T-DMB es recibida en buenas condiciones, incluso en áreas donde hay edificios altos.



Figura 36. Comparación entre el sistema analógico NTSC y T-DMB

Después de esta prueba, se han hecho otras en Seul (Corea) con resultados satisfactorios. Estos resultados experimentales muestran que el sistema T-DMB permite transmitir contenidos multimedia de canales de 1.5 MHz VHF a dispositivos móviles.

#### 2.2.5.6 DMB en Corea

El gobierno coreano planea proporcionar servicio T-DMB para Seul y alrededores, primero a través de los canales 8 y 12 de VHF, y clasificar el área en 5 distritos, reservando un canal de televisión para cada uno. El actual estado del espectro, hace que no sea fácil para TDMB el transmitir a todo el territorio mediante una red SNF (*Single Frequency Network*).

Los 6 MHz de ancho de banda por canal son divididos en 3 bloques de frecuencias (mediante multiplexación), y un proveedor es seleccionado para cada bloque. El ancho de banda disponible para cada proveedor es aproximadamente de 1.2 Mbps. Entre 1.5 y 1.7 Mbps de tasa de transferencia pueden ser conseguidos idealmente si un bloque completo es usado, sin embargo, aproximadamente sólo 1.2 Mbps pueden ser usados realmente, teniendo en cuenta la banda de guarda (previene interferencias) y códigos de corrección de errores.

Por consiguiente, cada proveedor necesita dividir 1.2 Mbps en varios canales de audio y de video. Aplicando 'MPEG-4 Part10 AVC' (H.264), una tecnología de compresión con gran eficiencia, 2 canales de televisión o uno canal de televisión y varios de audio y de datos, pueden ser alojados en un múltiplex. Básicamente, esto permite 'difusión multicanal', aunque con algunas limitaciones.

Los servicios de DMB por satélite usan el rango de frecuencias de UHF desde 2.630 hasta 2.655 MHz, mucho mayor que el usado en TDMB. Esto es debido a que DMB terrestre se basa en estaciones de transmisión terrestres, mientras que SDMB utiliza satélites. El centro de difusión localizado en tierra, transmite varios contenidos multimedia al satélite a través del rango de frecuencias de la banda Ku (12–13 GHz), mientras que el satélite los retransmite a los terminales en tierra a través de las bandas de UHF comentadas anteriormente. Para los lugares con dificultades en la recepción de la señal del satélite, éstas pueden ser recibidas mediante el uso de un

repetidor terrestre ‘*Gap-Filler*’. La señal es transmitida a través de frecuencias de bajada desde el satélite hasta el *Gap-Filler*, y a través de la banda S desde el *Gap-Filler* hasta el terminal de usuario.

En el caso de SDMB, que utiliza antenas omnidireccionales para tomar ventaja de la recepción móvil, hay muchas áreas de sombra, y por lo tanto son necesarios repetidores de tierra, sobre todo en áreas urbanas para dar cobertura *indoor*.

El sistema E, considerado para ser el establecido como estándar nacional, se basa en CDMA, permitiendo múltiples usuarios dentro del mismo rango de frecuencias de forma simultánea, realizando una separación mediante código. Esta tecnología proporciona excelente servicio para la comunicación móvil.

En la tabla 3 se comparan las características de las modalidades DMB, observando las ventajas y desventajas técnicas de cada uno.

Tipo	TDMB	SDMB
Servicios	Público y servicios comunes	Servicios comerciales
Sistema	Sistema A [Eureka-147]	Sistema-E [CDM]
Frecuencias	Ancho de banda: 12MHz Ch12 : 204 ~ 210 MHz Ch8 : 180 ~ 186 MHz	Ancho de banda: 25Mhz 2.630 ~ 2.655 Mhz
Resolución	352 X 288 / 15 <i>Frame</i>	240 X 320 / 15 <i>Frame</i>
Cobertura	Primero, Seul y areas de alrededor. Después, expansión por el país mediante distritos.	Por todo el país
Canalización	Por proveedor [en total 6]: - 1 para vídeo (total 6) - 3 para audio (total 18) - 1 para data(total 6)	14 para vídeo 24 para audio 1 para data
Retransmisión de la televisión terrestre	Permitido	No permitido
Modelo de negocio	Comercial	Tarifa fija + Comercial
Lanzamiento	Finales 2005	Mayo 2005

Tabla 3. Tabla comparativa de SDMB y T-DMB

### **2.2.6 One Seg (Wan-segu) . Difusión Digital de los Servicios Integrados Terrestre ISDB-T(*Integrated Services Digital Broadcast-Terrestrial*)**

ISDB-T toma en consideración la conformidad entre la transmisión televisiva y de sonido. ISDB-T con segmentos completos apoya la transmisión terrestre de televisión digital y la ISDB-Tsb utiliza de uno a tres segmentos apoyando la transmisión terrestre de sonido digital.

ISDB-T puede también suministrar transmisión de datos que consisten en texto, diagramas, imágenes fijas e imágenes de video para aparatos portátiles, así como imágenes de alta calidad y sonido estéreo. En contraste con transmisión por satélite digital, tiene la capacidad de ofrecer información de interés local detallada. Más aún, tiene un gran potencial para difundir terminales móviles de multimedia, tales como radios para coches y receptores de bolsillo.

Los siguientes requerimientos han sido considerados durante el desarrollo de ISDB-T. Debería:

- ser capaz de proveer una variedad de servicios de video, sonido y datos,
- ser suficientemente robusto ante cualquier interferencia multitrayectoria y pérdida de intensidad encontrada durante recepción portátil o móvil,
- tener receptores separados dedicados a la televisión, sonido y datos, así como receptores completamente integrados,
- ser suficientemente flexible para acomodar diferentes configuraciones de servicios y asegurar flexibilidad en el uso de capacidad de transmisión,
- abarcar un área suficientemente amplia para asegurar la satisfacción de requerimientos futuros,
- acomodar redes de frecuencia única (SFN),
- usar frecuencias vacantes efectivamente, y
- ser compatible con servicios análogos existentes y otros servicios digitales.

Para satisfacer todos los requerimientos, ISDB-T ha utilizado una serie de herramientas únicas tales como el sistema de modulación OFDM asociado con la segmentación de bandas, que le da al sistema un gran flexibilidad y la posibilidad de transmisión jerárquica, tiempo, intercalación que contribuye a alcanzar la robustez requerida por la recepción móvil y portátil dándole además una poderosa robustez al sistema contra ruidos impulsivos y Control de Configuración de Multiplexación y Transmisión (TMCC) que permite un cambio dinámico de los parámetros de transmisión para ajustar el sistema para un rendimiento optimizado dependiendo del tipo de transmisión (televisor de alta definición, recepción móvil, etc.)

Estas características únicas hacen que la ISDB-T pueda suministrar una amplia gama de aplicaciones .

El ISDB-T ofrece, según sus creadores, imágenes y sonido de alta calidad, servicio de TV para el teléfono celular a cualquier hora, y auspicia también el uso del móvil para navegar en forma gratuita por internet.

Hasta el momento, los promotores del rango han evitado dar detalles sobre cómo lograrán la compatibilidad entre la sofisticada, y también costosa, tecnología japonesa con los sistemas de recepción disponibles otros países.

ISDB-T es el único estándar que permite la transmisión conjunta a aparatos fijos (casa), portátiles (TV portátil, notebook o PDA) y móviles (celulares) con una sola señal transmitida, con el consecuente ahorro del espectro radioeléctrico y costos de infraestructura de las emisoras”.

Es un sistema robusto para la recepción tanto fija, portátil como móvil y asegura un buen control de las interferencias en la recepción al interior o en movimiento, del ruido urbano y la degradación por desvanecimiento.

Gracias a la tecnología de configuración del multiplexor de transmisión, se pueden obtener todas las formas de TV digital conocidas: TV de alta definición (HDTV), multicasting en resolución estándar (SDTV), recepción móvil en baja resolución (LDTV), además de transmisión de datos e interactividad.

ISDB-T soporta cualquier tipo de servicio multimedios con lo cual se potencia la capacidad de manejar internet en el TV”.

¿Qué ventajas ofrece para los consumidores?

- Alta definición pura de 1080i (1920 x 1080) y sonido envolvente con calidad de CD (sonido multicanal). Multicasting (transmisión múltiple) de hasta seis canales de definición estándar (640 x 480) en el espacio que hoy ocupa un solo canal análogo. Datos en pantalla, ya sea asociados al programa recibido (como la lista de los jugadores de un partido) o por separado (un canal para el tiempo).
- La recepción de TV de Alta Definición (HDTV) en receptores portátiles. Servicio interactivo y servicios multimedios, especialmente útil en el celular donde se puede navegar desde el canal de TV hasta internet y de regreso.
- Closed Caption avanzado; por ejemplo, un relato verbal de lo que ocurre en la escena para los no videntes”.

¿Se puede considerar que lo que está usando Brasil es la norma japonesa?

Brasil adoptó el estándar japonés, independientemente de que ellos dejaron la puerta abierta a la posibilidad de incorporar nuevas funcionalidades a éste en virtud de sus propios desarrollos. Esto no sólo parece una buena iniciativa dado el tamaño del mercado brasileño, sino también si se piensa que Japón permitió dicha apertura, con lo cual el estándar adquiere una nueva dimensión al hacerse amigable con el usuario.

¿Es muy trascendental el precio de los aparatos?

El precio de los receptores de una norma u otra es prácticamente el mismo dado que sólo hay diferencias en el decodificador, que es un componente de costo menor dentro del producto, especialmente si lo comparamos con el costo de la pantalla (plasma, LCD). Un televisor compatible con la norma japonesa podría tener un costo similar a los televisores digitales que hoy se encuentran en nuestras tiendas.

¿Cuál es la importancia de la posibilidad de transmitir a celulares?

La transmisión a celulares es una de las fortalezas del estándar ISDB-T ya que es el único sistema que incorpora de manera predeterminada esta funcionalidad; es decir,

no se requieren inversiones u operadores adicionales para implementarlo. La TV interactiva y especialmente la interacción con la navegación por internet son utilizadas actualmente en Japón. Así también es posible contar con medios para la prevención de desastres (evacuaciones) basados en la transmisión de una alerta, que no está sujeta a la congestión de las líneas por ser una señal de TV.

#### 2.2.6.1 El Sistema ISDB-T

El sistema (ISDB-T) se diseña para proporcionar difusión de vídeo, audio, y datos de alta calidad confiables para no solamente receptores fijos, sino también para los receptores móviles. El sistema también se diseña para proporcionar flexibilidad, expansibilidad, y la interoperabilidad de la concordancia para la difusión multimedia.

El sistema es robusto porque utiliza modulación OFDM, dos dimensiones de entrelazado (en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo), y concatena códigos de corrección de errores. Su esquema de modulación es llamado Transmisión por Segmentos de Banda OFDM (BST-OFDM), y consiste en 13 segmentos OFDM .

El sistema tiene una amplia variedad de parámetros de transmisión para elegir el esquema de modulación de portadora, la tasa de codificación del código de corrección de errores interno, longitud del entrelazado en tiempo, etc. Estos parámetros de la transmisión se pueden fijar individualmente para cada segmento.

El sistema soporta transmisiones jerárquicas de hasta tres capas (capas A, B, y C). Los parámetros de la transmisión se pueden cambiar en cada uno de estas capas. En particular, el segmento central de esta transmisión jerárquica se puede recibir por el primer segmento de los receptores móviles. Debido a la estructura común del segmento de OFDM, una lata del receptor del uno-segmento recibe "parcialmente" un programa transmitido en el segmento de centro de una señal del fullband ISDB-T (la recepción parcial es el nombre dado a los medios por los cuales un receptor selecciona solamente la parte de la anchura de banda de la transmisión).

El sistema tiene tres modos de transmisión (los modos 1, 2, y 3) para permitir el uso de una amplia gama de transmisión de frecuencias, y la tienen cuatro opciones de la longitud del intervalo de guarda para permitir un diseño mejor de una red de frecuencia única (Single Frequency Network SFN).

Este sistema utiliza MPEG-2 para codificación de video y MPEG-2 (AAC) para codificación de audio avanzado. Por otra parte, adopta los sistemas MPEG-2 para encapsular una secuencia de datos. Por lo tanto, las variaciones de contenido digital tal como sonido, texto, cuadros inmóviles, y otros datos se puede transmitir simultáneamente. Tiene concordancia e interoperabilidad con el otro sistema MPEG-2 que adoptan otros sistemas, tales como ISDB-S, ISDB-C, ISDB-T, y el sistema de radiodifusión esta basado en los satélites digitales en Japón.

#### 2.2.6.2 Transmisión ISDB-T

La Figura 37, muestra la configuración del sistema ISDB-T completo . El sistema de transmisión, BST-OFDM, configura una banda de transmisión compuesta de segmentos OFDM, cada uno con un ancho de banda de 6/14 MHz. Los parámetros de la transmisión se pueden fijar individualmente para cada segmento, haciendo flexible la composición del canal.

Además, alcanza una interfaz entre anchos de banda múltiples MPEG-2 que transporta flujos (TSs) y el sistema de transmisión de BST-OFDM, estos TSs son remultiplexados en un solo TS. Además, información de control de la transmisión tal como la configuración del segmento del canal, parámetros de la transmisión, etc., se envían al receptor en forma de una señal de control configurada y multiplexada en la transmisión (TMCC).

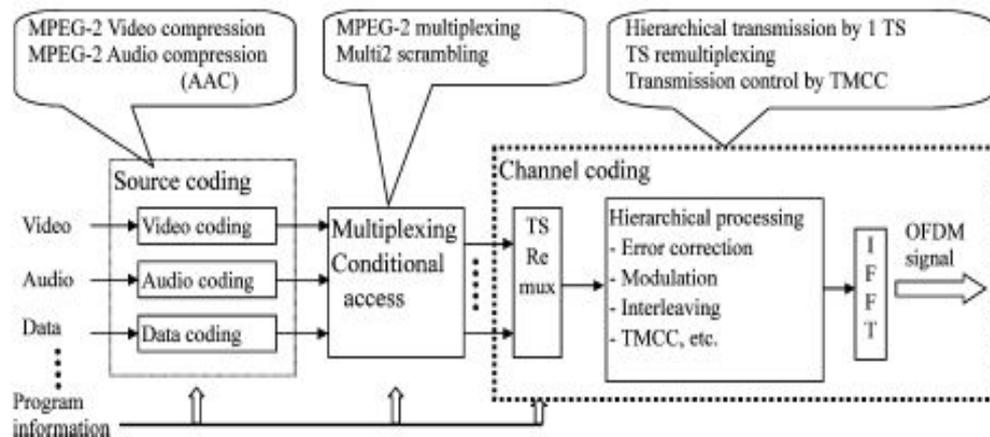


Figura 37. Configuración del Sistema ISDB-T

ISDB-T ofrece tres modos de transmisión que tienen diversos intervalos de portadora para ocuparse de una variedad de condiciones tales como el intervalo de guarda variable y según lo determinado por la configuración de red los cambios en el efecto Doppler que ocurren en la recepción móvil. La tabla 4 enumera los parámetros básicos de cada modo.

A cada segmento de OFDM le corresponde un espectro en frecuencia que tiene un ancho de banda de 6/14 MHz (cerca de 430 kHz). En el modo 1, un segmento consiste en 108 portadoras, mientras que en los modos 2 y 3 ofrecen entre dos y cuatro veces ese número de portadoras, respectivamente. La difusión de la televisión emplea 13 segmentos con un ancho de banda de transmisión de cerca de 5.6 MHz. La difusión audio digital terrestre, por otra parte, utiliza uno o tres segmentos.

Una señal digital se transmite en sistemas de símbolos. Un símbolo consiste de 2 bits en QPSK y DQPSK, 4 bits en 16QAM, y 6 bits en 64QAM. Aquí, la longitud eficaz del símbolo es el recíproco del intervalo de portadora -esta condición es la que evita que las portadoras en la banda no interfieran con una con otra. El intervalo de guarda es una sección tiempo-redundante de información que agrega una copia de la última porción de un símbolo a los símbolos de entrada que presentan interferencia absorbente de ondas multidireccionales-retrasadas. Por consiguiente, el aumento del cociente del intervalo de guarda en la señal decrece con la tasa de información.

Transmission Parameter	Mode 1	Mode 2	Mode 3
No. of OFDM segments	13		
Bandwidth	5.575 MHz	5.573 MHz	5.572 MHz
Carrier interval	3.968 kHz	1.984 kHz	0.992 kHz
No. of carriers	1405	2809	5617
Carrier modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK		
Effective symbol length ( $T_u$ )	252 $\mu$ s	504 $\mu$ s	1.008 ms
Guard-interval length ( $T_g$ )	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 of effective symbol length		
No. of symbols per frame	204		
Time interleave	Maximum 4 values : 0, 0.1, 0.2, 0.4 sec		
Frequency interleave	Intra-segment and inter-segment interleaving		
Inner code	Convolutional coding (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)		
Outer code	RS (204, 188)		
Information bit rate	3.65 Mbps - 23.23 Mbps		
Hierarchical transmission	Maximum 3 levels (Layer A, B, and C)		

**Tabla 4. Parámetros Básicos de Transmisión para ISDB-T.**

Una trama OFDM consiste en 204 símbolos con intervalos de guarda unidos sin importar el modo de transmisión. La longitud del intervalo de tiempo en tiempo real depende de los parámetros del sistema en la etapa de la digital-señal y de la longitud del intervalo de guarda, y los valores demostrados en la tabla para este parámetro son valores por lo tanto aproximados.

Los esquemas de corrección de errores son los códigos concatenados, nombrados, código de Reed-Solomon (204, 188) para el código externo y un código convolucional para el código interno. El índice binario de la información adquiere varios valores dependiendo del esquema de modulación, de la tasa de codificación del código interno y del cociente seleccionado de intervalo de guarda. El rango mostrado en la tabla refleja los valores mínimos y máximos para 13 segmentos.

La Figura 38 muestra el diagrama del sistema para la sección de codificación del canal. Este sistema pasa del multiplexor de TS MPEG-2 al remultiplexor de TS sección (remux), donde los TS son convertidos en un flujo de paquetes de 204 Bytes con los Bytes nulos unidos. Un Ts es un flujo de señal que consiste en un flujo de paquetes de transporte de 188 Bytes (TSP). Aquí, los Bytes nulos unidos se pueden substituir por los bits de paridad en código Reed-Solomon como código externo. En el caso de la transmisión jerárquica, el flujo resultante se puede dividir en sistemas de paquetes según la información y la entrada del programa en un máximo de tres sistemas de proceso paralelo. Este proceso se llama separación jerárquica.

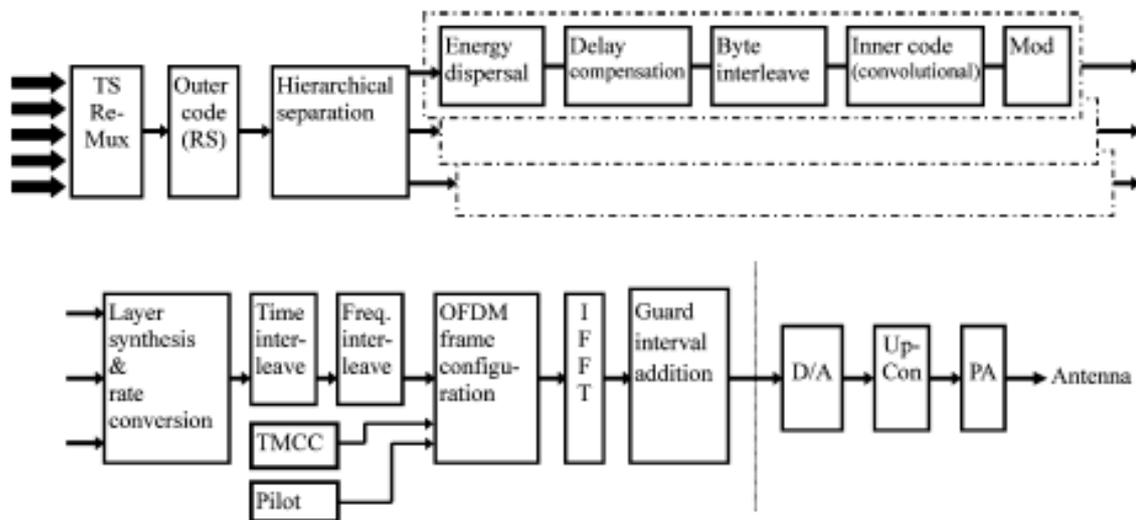


Figura 37. Configuración de la Sección de Codificación de Canal

La sección de proceso-paralelo comienza realizando la dispersión de energía, entrelazado del byte, y otro proceso con el fin de corrección mínima de la correlación anterior y posterior para reducción al mínimo de la señal digital en los dominios del tiempo y de la frecuencia. Entonces se realiza la codificación del canal según los parámetros seleccionados para satisfacer las características requeridas para la transmisión, tales como formato de recepción. Estos parámetros incluyen el índice de codificación del código convolucional (código interno) y los del esquema digital de la modulación tales como QPSK. Porque las capas jerárquicas sujetadas al proceso paralelo tienen índices binarios de diversa información, el sistema realiza almacenaje de datos temporal en memoria del almacenador intermediario y lee hacia fuera datos en unidades de símbolos de acuerdo a la Transformada Rápida Inversa de Fourier (IFFT) simplificando el reloj. Este proceso se refiere como síntesis de la capa y tasa de conversión.

Después, con el fin de mejorar la recepción móvil y la robustez para interferencia multidireccional, el sistema realiza, en las unidades de símbolo, entrelazado en tiempo más entrelazado en frecuencia según el arreglo de los segmentos de OFDM. Las señales piloto para la demodulación y el control de símbolos consisten de información de TMCC que se combina con la información de símbolos para configurar la trama OFDM. Aquí, la información de símbolos es modulada por mejor de desplazamiento de fase binario diferenciado (DBPSK) y los intervalos de guarda se agregan en la salida de IFFT.

### 2.2.6.3 Jerarquía de Transmisión en ISDB-T

Una mezcla de los programas de recepción fija y de los programas de recepción móvil, se hizo posible por la aplicación de la transmisión jerárquica alcanzado por la división de la banda dentro de un canal. La "transmisión jerárquica" significa que los tres elementos de la codificación de canal, sabiendo que, el esquema de la modulación, el índice de la codificación del código convolucional de corrección de errores, y la

longitud del entrelazado en tiempo, pueden ser seleccionados independientemente. El entrelazado en tiempo y frecuencia se realizan en su segmento de datos jerárquico respectivo.

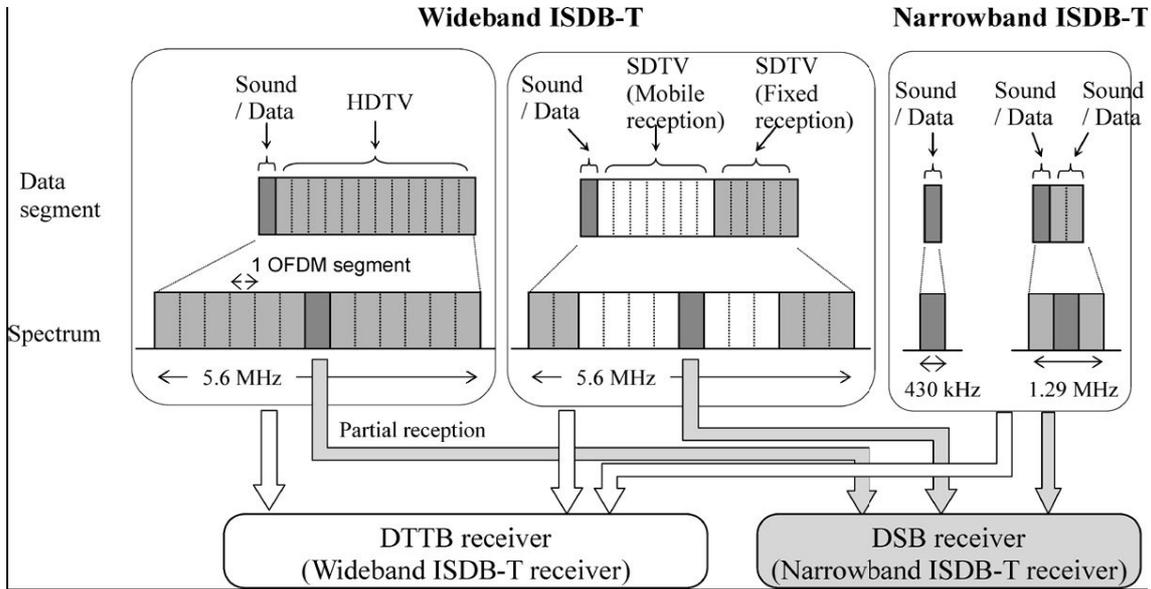


Figura 38. Transmisión de Señales y ejemplos del servicio ISDB-T

Según lo descrito anteriormente, la unidad jerárquica más pequeña en un espectro en frecuencia es un segmento de OFDM. Refiriéndonos a la Figura 38, un canal de televisión consiste en 13 segmentos OFDM y hasta tres capas jerárquicas (las capas A, B, y C) se pueden fijar con respecto a estos segmentos. Si se transmite la señal OFDM usando solamente una capa, la capa es A. Si se transmite la señal usando dos capas, la capa "rugosa" de centro es A y la capa externa es B. Si se transmite la señal usando tres capas, la capa "rugosa" del centro es A, la capa media es B, y la capa externa es C. Tomando la operación reelección de canal de un receptor mostrado, un segmento del espectro en frecuencia se dividió en segmentos de esta manera debe seguir una regla para arreglar segmentos. Específicamente, los segmentos de DQPSK que usan la modulación diferenciada se ponen en el centro de la banda de transmisión, mientras que los segmentos de QPSK y de QAM que usan la modulación coherente se ponen en cualquier extremo de la banda de frecuencia. Además, una capa se puede fijar para el solo segmento de centro como segmento de recepción parcial para los receptores de transmisiones de audio digitales terrestres. En este caso, el segmento de centro es la capa A. Usando la banda completa de 5.6-MHz se le se ISDB-T wideband. El audio difunde la característica un formato básico del uno-segmento tan bien como un formato ampliado tres-segmento, ambos designados la banda estrecha ISDB-T.

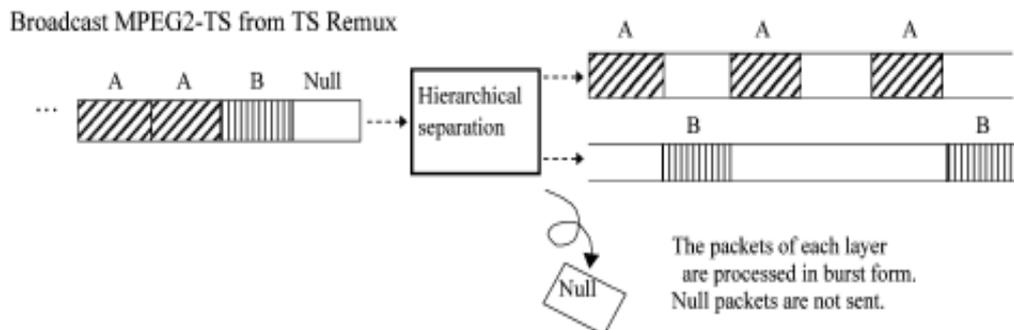


Figura 39. Separación Jerárquica y Procesamiento en Paralelo (ejemplo de capa 2)

#### 2.2.6.4 Modulación y Corrección de Errores en ISDB-T

Una señal digital contenida un TS se sujeta primero a la codificación Reed-Solomon como código externo y en seguida se divide en las capas jerárquicas para la codificación del canal en paralelo. La Figura 39 muestra un ejemplo del caso de la capa 2.

Aquí es posible utilizar cuatro esquemas de modulación digital: DQPSK, QPSK, 16QAM, y 64QAM. DQPSK es un tipo de modulación diferencial que transmite la diferencia entre el símbolo actual y el símbolo siguiente como información. Como tal, no requiere de una señal de la referencia y es por lo tanto apropiado para la recepción móvil. La forma particular de DQPSK ofrece un desplazamiento de fase de cada  $\pi/4$  todos los símbolos de modo que los puntos de la señal después de la demodulación diferenciada pueden ser iguales que en QPSK.

Los otros (QPSK, 16QAM, y los 64QAM) son tipos de modulación coherente. Como el número de bits llevados por el incremento de símbolos aumenta a partir el dos a cuatro y seis bits, el índice binario aumenta. Sin embargo, al mismo tiempo, la distancia entre los puntos de la señal llega a ser más pequeña y la señal llega a ser menos robusta ruidosa y con algunos otros disturbios. La Figura 40 muestra el esquema de la modulación QPSK incluyendo el entrelazado de bits y el diagrama de fase. El bit 120 retrasa después la conversión de serial/paralelo para que sea una forma entrelazada de bits realizada para reducir interferencia entre portadoras.

La Figura 41 se grafica la capacidad de la transmisión contra cociente de CN con el esquema de la modulación y la tasa de codificación convolucional como parámetros.

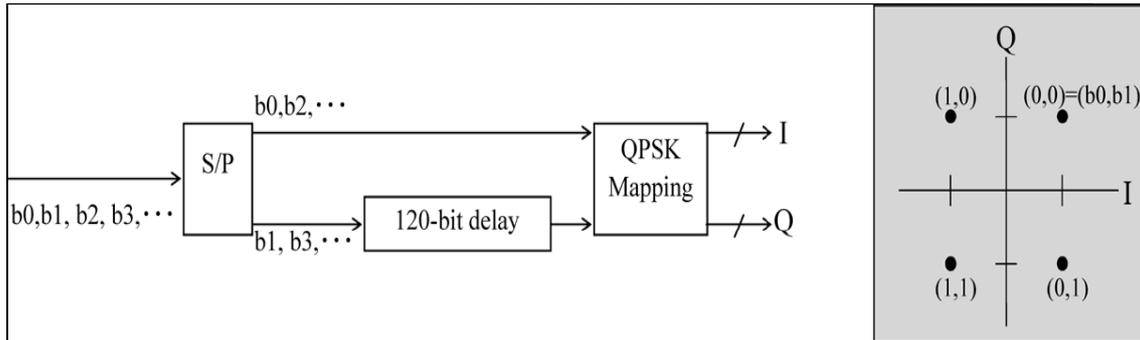


Figura 40. Modulación QPSK y Mapeo de Bits

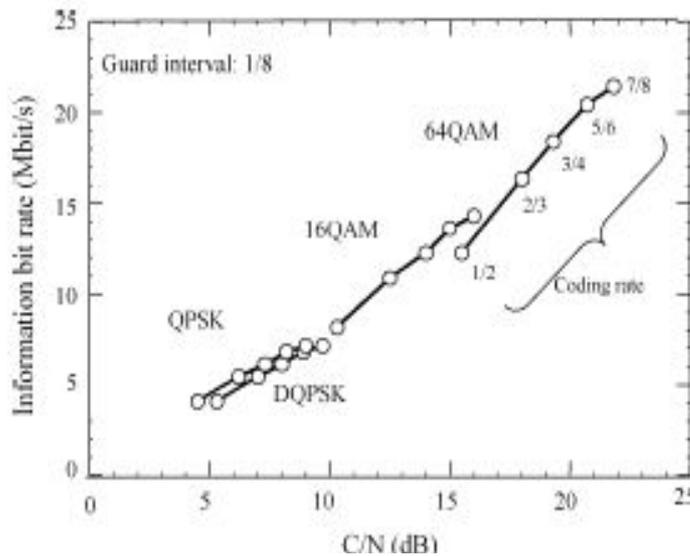


Figura 41. Relación C/N vs Capacidad de Transmisión determinados por la codificación de canal.

Si la tasa de bits erróneos (BER) después de la codificación interna es por debajo de  $2 \times 10^{-4}$ , una tasa de error casi-libre de errores de  $10^{-11}$  que se puede obtener a través de la Reed-Solomon que codifica como código externo.

La información de control TMCC y los canales auxiliares (ACs) descritos abajo también se transmiten vía la modulación de DBPSK.

#### 2.2.6.5 Estructura de la Trama OFDM en ISDB-T

El formato de la trama de transmisión de BST-OFDM se describe usando segmentos del modo 1 como ejemplo. En este modo, un segmento utiliza 96 portadoras de datos para la información que transmite y las 12 portadoras restantes para el control de la transmisión. Aquí, el arreglo de control de portadoras se diferencia según el esquema

de la modulación aplicado al segmento, y hay por lo tanto dos tipos de segmentos de trama como se muestra en la Figura 42. La transmisión de la señal OFDM ofrece 13 segmentos de trama, de estos dos tipos ordenados en el dominio de la frecuencia en la misma portadora.

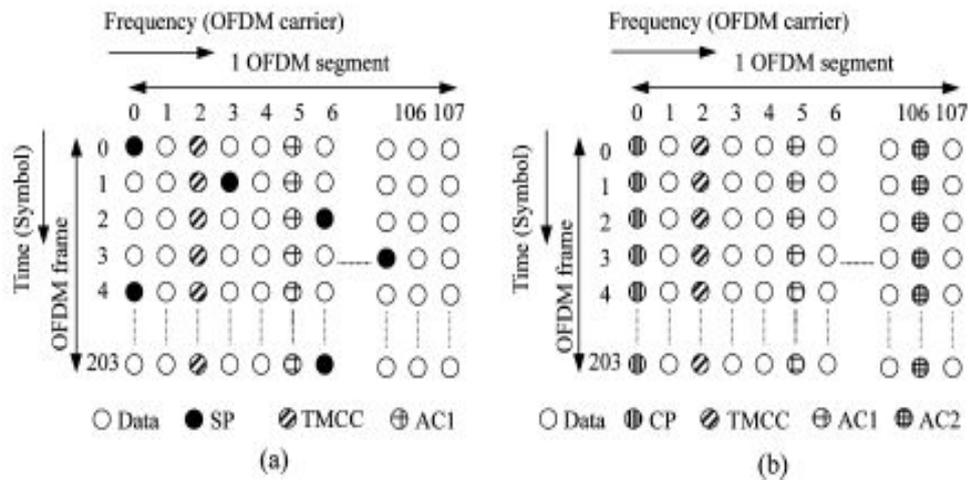


Figura 42. Estructura de la trama OFDM. (a) Estructura de la Trama para QAM. (b) Estructura de la trama para DQPSK.

La Figura 42(a) muestra los segmentos de trama OFDM para el caso de modulación coherente, cada uno tiene una portadora TMCC, dos portadoras de CA, y un equivalente de nueve pilotos dispersados (SPS) puestos en una manera dispersada. Un SP se inserta una vez cada 12 portadoras en el dominio de la frecuencia y una vez cada cuatro símbolos en el dominio de tiempo.

Por otra parte, el SPS no es necesario para el caso de la modulación diferencial mostrado en la Figura 42(b). Aquí, el segmento de trama consiste en cinco portadoras de TMCC, seis portadoras de la CA, y un piloto continuo (CP) colocado consecutivamente en el extremo inferior en dominio de la frecuencia de cada segmento. Al acomodar los segmentos, este CP actúa como la señal de la referencia de la frecuencia más alta para un segmento de modulación coherente OFDM adyacente situado en una banda de una frecuencia más baja. Además, cada AC desempeña el papel de un canal adicional que pueda también funcionar como una señal de la referencia para el demodulador.

#### 2.2.6.6 Control de Información y señal TMC

Una variedad de formatos de la transmisión y de la recepción tales como transmisión jerárquica y recepción parcial se puede considerar para la difusión digital terrestre. En este respeto, la señal de TMCC, que se transmite vía la modulación de DBPSK, incluye la información de control de sistema, tal como la configuración del segmento que el receptor debe descifrar primero. La Figura 43 demuestra la configuración de la señal de theTMCC. En la figura, el código de la sincronización del marco es una palabra 16-b que invierte cada marco y 3 b se utilizan para distinguir la modulación

coherente o la modulación del diferencial en un segmento. La información de control de TMCC es común a todos los portadores de TMCC, y la corrección de error se realiza con diferencia-fijo' código cíclico. Porque hay portadoras múltiples de TMCC en un segmento de modulación diferencial OFDM usado para la recepción móvil, una decisión mayoritaria se toma con respecto a pedacitos transmitidos del control para levantar la confiabilidad de la información de control

La tabla 5 resume la configuración de los 102 bits de control de TMCC y de sus funciones. Trece bits se asignan a los parámetros jerárquicos de la transmisión de la tasa de codificación del código interno del esquema de modulación, y de la interpolación del tiempo, y el espacio para tres capas de estos bits es siempre reservado para el uso real.

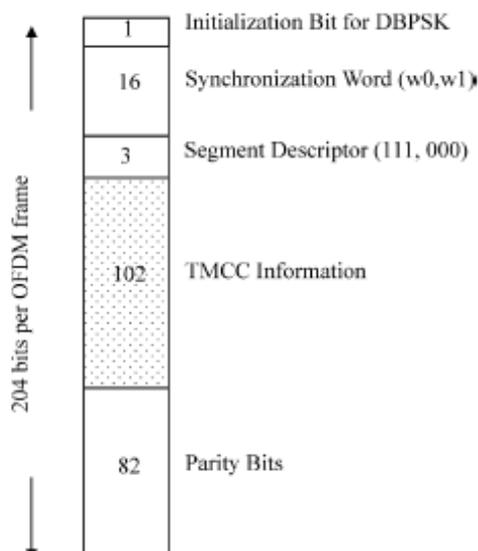


Figura 43. Configuración de la señal TMCC

No. of Bits	Control Information	
2	System (TV/audio) identification	
4	Current/next switching countdown	
1	Emergency alert flag	
1	Current	Partial reception flag
13		Layer A transmission parameters
13		Layer B transmission parameters
13		Layer C transmission parameters
40	Next	Same as above
3	For narrow-band ISDB-T <sub>SB</sub> system control	
12	Reserved	

Tabla5. Configuración de la información 102 TMC

2.2.6.7 Intervalos de Guarda en ISDB-T

Los datos del símbolo para 13 segmentos de OFDM son convertidos al mismo tiempo en símbolos de un período  $T_u$  realizando cálculos de IFFT. Según lo mostrado en Figura 44, un intervalo de guarda es formado directamente agregando una porción de datos de la forma de onda al final de un símbolo a su "estructura de entrada." El símbolo de la transmisión que resulta del período  $T_u T_g$  es continuo, que significa que el símbolo eficaz  $T_u$  se puede demodular mientras se encuentra en alguna parte en este período.

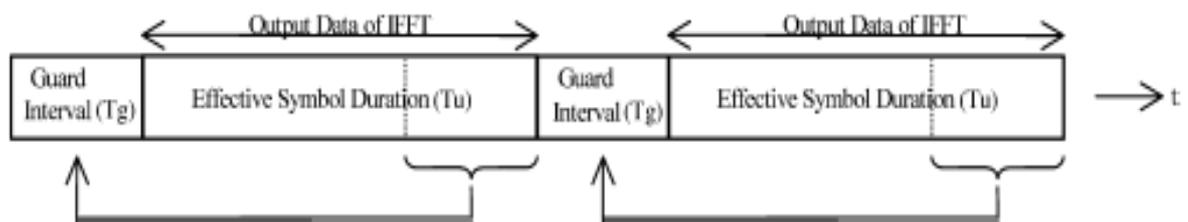


Figura 9 .Intervalo de Guarda.

2.2.6.8 One-Seg service : Servicio de televisión para receptores portátiles de mano

“One-Seg service” para teléfonos celulares o receptores de televisión portátil ha sido comercializado a partir de abril de 2006 en Japón. Una terminal de este tipo con un enlace de comunicaciones podrá también recibir transmisión de datos enlazados con Internet. Para este tipo de recepción, se están estudiando nuevos servicios de transmisión de datos de enlace por Internet que combinan transmisión de datos e información obtenidos a través de una red de comunicaciones.



### 2.2.7 Comité de Sistemas de Televisión Avanzada ATSC (Advanced Television Systems)

En 1987, la *Federal Communications Comisión* de los Estados Unidos de Norteamérica (FCC), estableció el *Advisory Committee on Advanced Television Service* (ACATS). Este comité trabajó en estrecha relación con el *Advanced Television Systems Committee* (ATSC), organización privada creada en 1982 para coordinar el desarrollo y definir el estándar de televisión digital que adoptaría Estados Unidos. El estándar fue desarrollado por un consorcio de empresas que lleva el nombre de *Grand Alliance*, y fue adoptado por ATSC el 16 de Septiembre de 1995 bajo la sigla A/53. El nuevo estándar fue ratificado por el ACATS el 28 de noviembre de 1995 [53]. Hasta el momento existen 1584 estaciones de televisión digital ATSC operando en los Estados Unidos.

El estándar ATSC describe un sistema para transmisión de video, audio y datos que transporta datos a una tasa neta de 19,4 Mbps a través de un canal convencional de 6 MHz de ancho de banda.

Una transmisión ATSC puede portar ya sea una señal única de televisión de alta definición (HDTV), o varios programas diferentes con definición normal (SDTV). Asimismo, es posible incluir datos adicionales en la transmisión, como canales adicionales de audio, servicios especiales para personas con discapacidades visuales o auditivas, o canales de comentarios.

Recientemente se ha definido el formato para transmisiones mediante redes de frecuencia única, aunque dicho formato no considera una optimización del funcionamiento de estas redes. ATSC también contempla la provisión de servicios interactivos y control de acceso para contenidos pagados.

El diagrama de bloques del sistema se muestra en la Figura 44, en la que se aprecia que el sistema ATSC consiste de tres subsistemas:

- Codificación y compresión de fuentes (video, audio, datos).
- Múltiplex y transporte de los servicios.
- Transmisión de radiofrecuencia (RF).

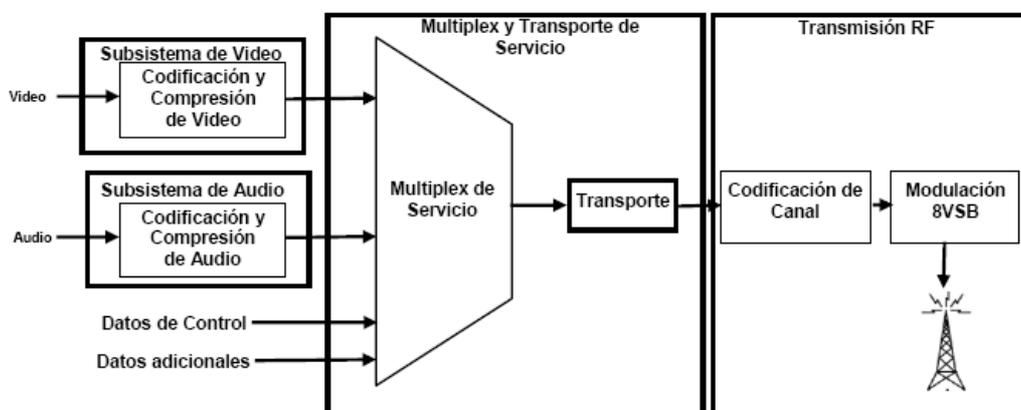


Figura 44. Sistema ATSC.

El subsistema de *Codificación y Compresión de Fuentes* comprime los flujos de audio y video con el propósito de minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la información correspondiente. Para la compresión y codificación de los flujos de video el sistema ATSC utiliza la sintaxis MPEG-2, mientras que para la compresión de audio digital se utiliza la norma de compresión digital de audio AC-3.

El subsistema *Múltiple y Transporte de Servicios* divide el flujo continuo de información en *paquetes* de datos, inserta marcas de identificación únicas a cada paquete, y multiplexa los flujos de paquetes de video, audio y datos anexos para componer un único *flujo de transporte*. Los datos anexos incluyen datos para el control de la transmisión, control de acceso, e información sobre la configuración de los servicios de audio y video, tales como *subtitulado*. El sistema de transporte de ATSC utiliza el sistema de múltiple y transporte definido por el estándar MPEG-2, el cual es compatible con el formato de transporte de otros medios digitales, tales como la radiodifusión terrestre de audio digital, sistemas de televisión digital por cable y satelital, medios de almacenamiento como discos de video digital y DVD, e interfaces computacionales.

Finalmente, el subsistema *Transmisión de RF* agrega codificación de canal y realiza la modulación del flujo de transporte para su posterior transmisión inalámbrica. El propósito de la codificación de canal es agregar información redundante al flujo de datos. Dicha información es luego utilizada en el receptor para detectar y corregir errores causados por el canal inalámbrico e interferencias. El sistema de modulación usa la modalidad 8 VSB para transmisiones terrestres. La norma también considera un modo de alta capacidad de datos, 16 VSB, orientado a televisión por cable.

### 2.2.7.1 Características del Video

Existen tres tipos básicos de resolución de pantalla que pueden utilizarse con el estándar ATSC. El nivel más sencillo incluye los formatos básicos y extendidos de las normas de TV analógicas NTSC y PAL2, con 480 y 576 líneas visibles, respectivamente (Figura 45), y hasta 720 pixeles por línea. Luego, el nivel medio incluye imágenes de resolución media con 720 líneas de resolución y 960 pixeles por línea (razón de aspecto 4:3 tradicional) y 1280 pixeles por línea (razón de aspecto 16:9 en pantalla extendida). El nivel de mayor resolución tiene 1080 líneas, y 1440 y 1920 pixeles por línea para razones de aspecto 4:3 y 16:9, respectivamente. La Figura 2 muestra las relaciones de tamaño comparativas<sup>3</sup>.

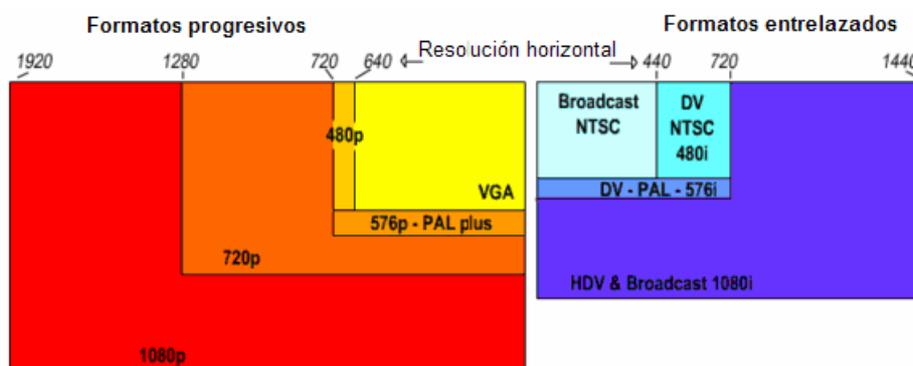


Figura 45. Comparación entre resoluciones de video especificadas por ATSC

Las imágenes correspondientes a una pantalla completa pueden formarse mediante barrido entrelazado o progresivo. Los formatos posibles según tipo de barrido están

resumidos en la Tabla 6, donde P indica barrido progresivo e I indica barrido entrelazado.

Líneas Verticales	Pixeles por Línea	Razón de Aspecto	Frecuencia de Tramas
1080	1920,1440	16:9, 4:3	60I, 30P, 24P

**Tabla 6. Resoluciones de pantalla especificadas por ATSC para el servicio principal.**

#### 2.2.7.2 Recepción fija y móvil en el mismo canal

Para recepción fija y móvil, DVB ofrece el sistema menos eficiente, ya que obliga al radiodifusor a reducir su carga útil total a 12 Mbps para dar un servicio de este tipo, a diferencia de ATSC, donde empresas miembros han trabajado técnicamente en esta solución para que el radiodifusor pueda dar un servicio móvil sin tener que reducir tan drásticamente su carga útil, por ejemplo mantener 17 Mbps de recepción fija y 1 Mbps de recepción móvil. El Grupo Sinclair, fuerte crítico de ATSC en sus comienzos, ha reportado desempeños muy satisfactorios en Búfalo NY. Bajo la norma ATSC / A-VSB se facilita al radiodifusor el uso de repetidores en la misma frecuencia para reforzar el área de cobertura a servir con TV móvil.

#### 2.2.7.3 TV MOVIL CON MPH EN ATSC

Harris y LG envían propuesta de televisión móvil a ATSC

*Las empresas buscan la estandarización de su tecnología MPH Washington, E.U., 28 junio 2007*

LG Electronics Inc. y Harris Corporation, desarrolladores comunes del sistema MPHä (Mobile-Pedestrian Handheld) In-Band Mobile Digital Television, sometieron este sistema ante el ATSC (Advanced Television Systems Committee), para que sea considerado como un estándar que permitiría a los broadcasters ofrecer señales de televisión digital, DTV, de alta calidad a un amplio rango de dispositivos móviles y portátiles. El ATSC es una organización internacional, sin ánimo de lucro, que desarrolla de forma voluntaria estándares para sistemas de televisión digital.

El Grupo ATSC de Tecnología y Estándares solicitó propuestas tecnológicas de parte de las empresas que ofrecen sistemas dirigidos a facilitar la entrega de programación de televisión digital y datos a dispositivos móviles y portátiles, a través de señales digitales de broadcast. LG y Harris enviaron una propuesta detallando su tecnología para entrega de DTV móvil y portátil, la cual es compatible con el estándar ATSC.

Las empresas de broadcast y equipos electrónicos consideran que la DTV para dispositivos móviles y portátiles podría ser una importante fuente de oportunidades y ganancias para los fabricantes de dispositivos y empresas de broadcast, y generaría nuevos servicios para los usuarios finales.

Estos nuevos servicios, que operarían con transmisiones broadcast compatibles con ATSC, impulsarían la adopción de dispositivos portátiles por parte de consumidores que deseen servicios de valor agregado, que actualmente no están disponibles a

través de los habituales modelos de televisión abierta. Con MPH, los consumidores pueden ver sus programas favoritos de canales locales, ver películas y deportes, revisar las noticias y la información meteorológica, y acceder a servicios pagos, cuando estén viajando en vehículos a alta velocidad o usando dispositivos portátiles de video lejos de casa.

Desarrollado por Harris Corporation y LG Electronics, y su subsidiaria de investigación en Estados Unidos, Zenith, el sistema MPH In-Band Mobile DTV brinda señales robustas de DTV a dispositivos móviles y portátiles.

Harris y LG diseñaron MPH para ser totalmente compatible con el estándar ATSC A/110 para transmisión distribuida. Como tal, el sistema ofrece un sistema altamente compatible y fácil de comercializar, que ya ha sido probado y demostrado.

Hasta ahora, la recepción fiable de señales de televisión abierta ha sido imposible en vehículos en movimiento o dispositivos portátiles como teléfonos móviles o computadores portátiles. A diferencia de las redes de telefonía celular, la tecnología MPH usa un único transmisor por parte de los broadcasters comerciales y públicos. Para los broadcasters, esta nueva tecnología abre las puertas a un nuevo y potencialmente lucrativo mercado.

MPH es un sistema multiflujo, cuya destinación principal es los existentes servicios de DTV y HDTV, y el flujo MPH para uno o más servicios móviles o portátiles. Algunos atributos clave del sistema MPH incluyen:

- Compatibilidad con el existente equipo de transmisión y recepción en 8-VSB de ATSC.
- Capacidad de recepción de señales broadcast a alta velocidad con una sola antena.
- Uso de dispositivos prácticos y pequeños sin la necesidad de múltiples antenas.
- Capacidades de ahorro de energía en receptores portátiles.
- Flexibilidad tanto en transferencia de datos como en robustez.
- Eficiencia en transferencia de datos; y
- Uso de avanzada codificación video y audio en el flujo MPH.

Otra ventaja del sistema MPH es que no requiere proveedores de servicio externos o acuerdos sobre el espectro.

En su respuesta a la solicitud de proposiciones de ATSC, Harris y LG Electronics ofrecieron un panorama técnico del sistema MPH, el cual mejora la capacidad de áreas como Doppler y multipath: "El mejoramiento es logrado por una combinación de un perfeccionado FEC (forward error correction) y señales agregadas de instrucción.

El sistema MPH usa multiplexado temporal de paquetes comunes de transporte "principal" o "normal" con paquetes mejorados, tal que la única modificación a los paquetes principales es su distribución. Además, los paquetes mejorados y las señales de instrucciones adicionales están codificadas tal que son compatibles con el FEC habitual, asegurando 100% de compatibilidad con receptores existentes. Los receptores tradicionales obvian los paquetes MPH como paquetes nulos y su contenido es ignorado.

Otros apartes de la respuesta a ATSC: "El procesamiento de la capa física especial de datos de MPH ha sido diseñado tal que ocurra en el excitador de transmisión, sin procesamiento especial en el multiplexador de servicio. Las necesidades del multiplexador de servicio solo serán configuradas para proveer todos los datos principales y mejorados como parte de un flujo normal de paquetes ATSC, con suficientes paquetes nulos para permitir la adición de símbolos FEC en el excitador. El vínculo estudio-transmisor existente es todo lo que se requiere", las compañías explican a ATSC.

"MPH es altamente flexible en su uso de la capacidad de datos, y puede ser controlado estática o dinámicamente para tomar desde menos de 200 kbps (por ejemplo, para un audio simple o servicio de datos), hasta múltiples Mbps (cuando un único programa SD es requerido en el canal principal). El flujo MPH por sí mismo puede consistir de un único o múltiples servicios, y el uso de MPH no obliga al uso del flujo principal para un único programa HD o para múltiples HD y SD. No hay un límite para el número de servicios MPH permitidos; solo hay una limitación del índice total de datos. MPH también ha sido diseñado para una completa compatibilidad con el estándar ATSC A/110 para transmisión distribuida", de acuerdo a la propuesta.

Representantes de empresas que impulsan la norma ATSC hicieron una demostración en Buenos Aires Argentina para probar la recepción de señales de televisión en equipos a bordo de vehículos en movimiento. El Gobierno aún no definió el estándar del futuro sistema. Un grupo de representantes de la norma estadounidense de TV digital (ATSC) concretó el jueves una prueba de televisión móvil de alta definición en Buenos Aires.



Según el ejecutivo, la prueba en Buenos Aires fue "la primera que, móvil y real, se lleva a cabo fuera de los Estados Unidos". Y detalló que "lo que se hizo es instalar un dispositivo en una antena de canal 13 que permite transmitir el ATSC digital común y a eso sumar algunas señales móviles"

### 2.2.8 Difusión Móvil Multimedia de China CCMB

La difusión móvil multimedia de China (CMMB) fue fundada en septiembre de 2006 para investigar sistemas de radiodifusión móviles multimedia en China, para establecer un sistema de la tecnología multimedia que difundía móviles nacionales con las derechas de característica intelectual independientes. En 2008, CMMB comenzará a usar un sistema basado en los satélites para formar una red de funcionamiento nacional.

Streamezzo, el abastecedor principal de las soluciones y de las plataformas ricas de los medios para las comunicaciones móviles, anunció hoy su calidad de miembro y participación en grupos de trabajo móviles de la difusión de las multimedias de China (CMMB). En concierto con la calidad de miembro de CMMB, que incluye una sección representativa de representantes de la industria móvil y de varias instituciones chinas del gobierno, Streamezzo participará en esfuerzos de poner y de avanzar estándares actuales y futuros de CMMB en ejecución.

La administración de estado de China de la película y de la televisión de radio

(SARFT) notificó sus subsidiarios en China en octubre de 2006 que la parte 1 de CMMB, la estructura del capítulo del canal que difundía, codificación del canal y modulación, fue aprobada como estándar industrial para la radio de China, la película y las industrias el 1 de noviembre de 2006 eficaz de la TV. El estándar nacional de CMMB trata los varios componentes requeridos para poner la infraestructura móvil de la TV en ejecución a través del país, incluyendo: tecnología de la transmisión, vídeo, audio, transmisión del canal y protocolos. La infraestructura interactiva terrestre basada en los satélites de Multiservice (STiMi), una tecnología de la transmisión desarrollada por la academia de ciencia que difunde de SARFT, es la fundación del sistema de CMMB de China.

“Estamos satisfechos ser una parte de los grupos de trabajo de CMMB, y estamos impacientes por contribuir nuestra maestría hacia crear, adopción de la refinación y el conducir de los varios estándares ricos de la interactividad de los medios,” dijo las heces de Erick, director de manejo de Streamezzo para Asia. “En muchas iniciativas similares alrededor del mundo, nuestra infraestructura end-to-end del software para el despliegue móvil rico del servicio de los medios se ha demostrado ser verdaderamente ubicuo en el soporte de un amplio arsenal de estándares móviles interactivos, y contamos con éxito similar con CMMB en China.”

El estándar de CMMB apoyará 25 canales de TV y 30 canales de radio vía los terminales móviles tales como teléfonos, PDAs, jugadores MP3 y MP4, cámaras fotográficas digitales, y computadoras portátiles. Se espera que el rollout del estándar ponga servicios de difusión video móviles en uso comercial en 2008.

## 2.2.9 CUADRO COMPARATIVO DE LOS ESTANDARES DE VIDEO MOVIL

	DVB-H	DMB-T	ISDB-T	MediaFLO
<b>Origen y Descripción</b>	Sistema Europeo, basado en el sistema de Difusión de vides Digital Terrestre DVB-T (creado para receptores fijos)	Sistema creado en Corea, basado en sistema de audio digital DAB (Eureka 147) para DMB-T y basado en CDMA para DMB-S	Sistema creado en Japon, con la característica de HDTV	Una innovación tecnológica de la empresa QUALCOMM , tecnología multicas llamada FLO.
<b>Regiones o Países en uso.</b>	Europa, EU y parte de Asia.	Corea del Sur y Europa	Japón	EU
<b>Despliegue Comercial</b>	2006	2006	Finales del 2005	2006/2007
<b>Ancho de Banda de RF</b>	5,6,7 y 8 Mhz	1.5 MHz	6,7 y 8 Mhz con segmentos de 433 Khz de ancho de banda	5,6,7, y 8 MHz
<b>Transmisión</b>	OFDM	OFDM	BST - OFDM (Transmisión por ancho	OFDM

TRABAJO DE TESIS: “DIFUSION DE TELEVISION Y VIDEO MOVIL”

CAPITULO I ENTREGA DE TELEVISIÓN Y VIDEO MÓVIL

			de banda segmentado)	
<b>Espacio entre Portadoras [KHz]</b>	1.1,2,2 y 4.5	1,2,4, y 8	1,2,y 4	<b>4</b>
<b>Bandas de Frecuencia</b>	Banda III VHF (174-240 MHz) Banda IV UHF(470-650 MHz) Banda L(1450 MHz+)	Banda III VHF (174-240 MHz) Banda L (0.39-1.7 GHz)	VHF y UHF	700 MHz
<b>Modulación Interna de Portadoras</b>	QPSK,16QAM,64QAM	DQPSK	DQPSK,QPSK,16QAM y 64AM (Dependiendo del modo de operación)	QPSK, 16QAM 1/3, 16QAM 1/2
<b>Servicio Primario</b>	Difusión de TV en Móviles	Difusión de TV	Difusión de TV	Difusión de TV
<b>Número de Canales</b>	----	DMB-T: 1 para video(total 6) 3 para audi(total 18) 1 para datos (total 6) DMB-S: 14 para video 24 para Audio 1 para datos	----	
<b>Intervalo de Guarda [μs]</b>	224, 112, 56, 28, 14,7	246, 123, 62, 31(Dependiendo del modo de operación)	254,254 [μs ] y 1.008ms( dependiendo del modo de operación )	92.25
<b>Tasas de código convolucional</b>	1/2 , 2/3, 6/4, 7/8	1/4 ,3/8, 1/2, 2/4, 4/9, 4/7, 2/3, 4/5	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	
<b>Codificación de Canal</b>	Código Convolucional + RS FEC + MPE-FEC	Código Convolucional + RS FEC	Código Convolucional + RS FEC	TC + RS FEC
<b>Time Interleaving</b>	Prácticamente arriba de 1000 ms, dependiendo de la selección de MPE-FEC, típicamente 200-500 ms.	384 ms	Máximo 4 valores: 0, 0.1, 0.2,0.4 s	1 s
<b>Método de Reducción de Consumo de Potencia</b>	División Temporal	Reducción espectral	División Temporal	División Temporal
<b>Time Siling</b>	Time Siling (Resguarda buena cantidad potencia)	MicroTime Siling(Resguarda poca potencia)	No aplica	No aplica
<b>Tiempo para observar Vídeos</b>	4 hrs.	2 hrs	1.9 hrs	3.8 hrs
<b>TS</b>	IP	MPEG2-TS	MPEG2-TS	MPEG2-TS

<p><b>CODECS de Audio y Video</b></p>	<p>Audio: MPEG-4 AAC</p> <p>Video: MPEG-4 AVC QCIF QVGA</p>	<p>Audio: MPEG-4 (ISO/IEC 14496-3) BSAC</p> <p>Video: MPEG-4 AVC (ISO/IEC 14496-10) / H.264</p>	<p>Audio: MPEG2 AAC</p> <p>Video: MPEG2 Video</p> <p>Datos: BML (XHTML), ECMA Script</p>	<p>Audio: (MPEG-4 HE-AAC)</p> <p>Video: (4QVGA H.264)</p>
<p><b>Ventajas</b></p>	<p>Distribución de contenidos a grandes audiencias de costo eficiente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Rapidez de introducción en el mercado</li> <li>•Baja complejidad</li> <li>•No afectado duramente por los efectos de uso en horas pico (durante eventos especiales etc.)</li> <li>•Posibilidad de flujo de transporte (TS) compartido entre DVB-T y DVB-H</li> <li>•Basado en DVB-T con mínimos cambios</li> <li>•Cumple la mayoría de los requisitos comerciales</li> <li>•Permite un handover suave</li> <li>•No efectos adversos sobre DVB-T</li> <li>•El IP permite el encriptado.</li> </ul> <p>La capacidad de la DVB-H es cuatro veces mayor y admite más de 30 canales por multiplex</p>	<p>Los sistemas DMB abren un nuevo mundo de posibilidades donde otros sistemas no llegan. Pueden dar respuesta a un elevado número de necesidades de comunicación. El servicio principal que ofrece DMB es la difusión de vídeo en tiempo real, es decir, la posibilidad de ver las cadenas de televisión en casi cualquier ambiente (en el campo, dentro de un edificio, en la ciudad, o desplazándonos a altas velocidades). En el caso de DMB-S, la necesidad de una red 2G/3G o superior para permitir su funcionamiento, permite a las empresas del sector realizar la fuerte inversión en desplegar una red 3G, porque les permitirá obtener beneficios de los servicios ofrecidos por dicha red, y además obtener ingresos de la utilización de esa red como parte integrante del sistema S-DMB</p>	<p>1.Capacidad de ofrecer una gran variedad de servicios, incluyendo HDTV, multi-channel TV y servicios de datos –HDTV requiere 19 Mbit/s –Flexibilidad para tener receptores dedicados e integrados</p> <p>2.Calidad de transmisión suficiente para receptores fijos y nómadas –BER~10-10(30 minutos sin errores) –Esquemas FEC complejos (sobre todo, para receptores móviles) –Robustez frente a desvanecimientos</p> <p>3.Uso eficiente del espectro de frecuencias –Coexistencia con TV analógica (NTSC, PAL, SECAM) –Reducción de potencia transmitida –Posibilidad de implementar redes de frecuencia única (SFN) -Utiliza uno de los 13 canales para TDV Movil.</p>	<p>Pequeño Número de Torres en una area grande. Near Video. Utilización de capacidad en horario de menor utilización. Pequeño atraso en el cambio de canales( ~2 s)</p>
<p><b>Desventajas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sólo son posibles servicios basados en IP</li> <li>•El ahorro en la reducción de potencia sólo es posible cuando la tasa binaria total para los servicios DVB-H es muy baja (no son posibles grandes “bursts”)</li> </ul> <p>Mayor atraso en el cambio de canales( ~5s)</p>	<p>Pequeño número de canales y por lo tanto supone un costo elevado.</p> <p>Recepción In-door no garantizada.</p>	<p>Mayor Consumo de Energia</p>	<p>La principal desventaja que presenta MediaFLO es que es una solución patentada totalmente exclusiva y desarrollada por Qualcomm. En última instancia, esto obstaculizará la innovación, elevará los costos y supondrá menos posibilidades de elegir para el consumidor</p>

## 2.3 ENTREGA DE TELEVISION Y VIDEO POR LA RED CELULAR

### 2.3.1 Redes Móviles Celulares

La aparición de la tercera generación construida sobre una plataforma digital brindará la posibilidad de comunicarnos donde y como queramos, para ello será necesario que se implante el estándar IMT-2000, esta norma dará acceso inalámbrico a la infraestructura global de telecomunicaciones, mediante sistemas terrestres y satelitales que atenderá a usuarios móviles y fijos en redes públicas o privadas.

La primera generación analógica de sistemas de comunicación móvil se desarrolló en los años ochenta, fue seguida por una segunda generación digital que proporcionó avances significativos en cuanto al número de suscriptores asignados a una frecuencia dada, la seguridad y calidad de la voz, y además conformó las bases para la prestación de otros servicios como la transmisión de datos.

La 1ra y 2da generación de sistemas de comunicación móvil tuvieron como objetivo primordial dar soporte a comunicaciones de voz, y aunque pueden ser usadas para transmitir datos a baja velocidad no satisfacen los requerimientos de transmisión de grandes volúmenes de información a altas velocidades entre terminales inalámbricos y la red fija, necesarios para aplicaciones como videoconferencia, conexión a Internet, gestión multimedia y correo con video y audio. Por otra parte, existe la necesidad de proporcionar capacidad de roaming internacional a usuarios de teléfonos móviles que actualmente pierden conexión o tienen que recurrir a complicados procedimientos cuando viajan a otros países debido al intrincado laberinto de normas móviles en uso por diferentes países.

La tercera generación promete ser la respuesta a estos problemas planteados al ofrecer servicios de voz, datos y video a altas velocidades, y quizás el don de la ubicuidad en cuanto a comunicaciones móviles.

Los móviles de tercera generación consideran Internet un territorio propio. Gracias a su amplitud de banda, la velocidad con la que reciben aplicaciones multimedia es espectacular. La tecnología UMTS abre un nuevo canal a las comunicaciones móviles veloces y de calidad.

El UMTS es un sistema de telefonía móvil con acceso a Internet de alta velocidad. Presenta también de comunicaciones avanzadas y prestaciones multimedia de calidad. Es el estándar de la tercera generación (3G) de telefonía móvil, la denominada telefonía multimedia.

Los móviles 3G pueden transmitir y recibir datos a mucha más velocidad que los actuales móviles 2G (sistema GSM), que sólo ofrecen voz, y los terminales 2,5G (sistema GPRS), que también transmiten datos. Así, en teoría, el sistema UMTS puede alcanzar una velocidad de 2 Mbps, aunque los servicios ofertados rondan los 384 Kbps (kilobits por segundo).

Gracias a su amplitud de banda, la tecnología UMTS ofrece nuevos servicios, como la videollamada o la descarga de archivos pesados, a la vez que mejora la calidad de las prestaciones convencionales.

El UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es un nuevo canal de comunicación que fusiona Internet con las nuevas opciones telefonía móvil. Poseerá, con el tiempo, una cobertura mundial.

Los expertos en este sector creen que los nuevos terminales basados en la tecnología UMTS/3G, junto con los dispositivos compatibles con wifi, cambiarán radicalmente la manera cómo millones de usuarios accederán a Internet, disfrutarán de contenidos multimedia e incluso se comunicarán telefónicamente.

#### 2.3.1.1 Primera Generación

En la primera generación de telefonía móvil celular se adoptó la técnica de acceso FDMA/FDD (Frequency Division Multiple Access. / Frecuency Division Duplex), la cual utilizaba el Acceso Múltiple por División de Frecuencia y dos frecuencias portadoras distintas para establecer la comunicación TX y RX.

En Norteamérica a partir de 1981 comenzó a utilizarse el sistema AMPS (Advanced Mobile Phone Service), el cual ofrecía 666 canales divididos en 624 canales de voz y 42 canales de señalización de 30 KHz cada uno

Europa introduce en 1981 el sistema Nordic Mobile Telephone System o NMTS450 el cual empezó a operar en Dinamarca, Suecia, Finlandia y Noruega, en la banda de 450 MHz.

En 1985 Gran Bretaña, a partir de AMPS, adoptó el sistema TACS (Total Access Communications System), el cual contaba con 1000 canales de 25 KHz cada uno y operaba en la banda de 900 MHz.

En esta década también aparecen otros sistemas de primera generación como el NTT, estándar japonés, el C-Netz estándar Alemán y French Radiocom. 2000 de Francia entre otros.

Solo servicio de voz se podía prestar con las tecnologías de primera generación.

#### 2.3.1.2 Segunda generación

Con tantos estándares diferentes, los proveedores europeos sufrieron las consecuencias de una diversidad de normas incompatibles entre sí.

El reconocimiento de este problema fue un factor que impulsó el desarrollo del estándar GSM para las comunicaciones móviles. En 1982, cuando aparecieron los primeros servicios celulares comerciales, la CEPT (*Conférence Européenne des Postes et Télécommunications*) tomó la iniciativa de poner en marcha un grupo de trabajo, llamado *Groupe Spécial Mobile* (GSM), encargado de especificar un sistema de comunicaciones móviles común para Europa en la banda de 900 MHz, banda que había sido reservada por la World Administrative Radio Conference en 1978. El GSM comenzó como una norma europea para unificar sistemas móviles digitales y fue diseñado para sustituir a más de diez sistemas analógicos en uso y que en la mayoría de los casos eran incompatibles entre sí. Después de unas pruebas de campo en Francia de 1986 y de la selección del método de acceso Time Division Multiple Access (TDMA) en 1987, 18 países firmaron en 1988 un acuerdo de intenciones (MOU: *Memorandum of understanding*): En este documento los países firmantes se comprometían a cumplir las especificaciones, a adoptar este estándar único y a poner en marcha un servicio comercial GSM, que ofrece seguimiento automático de los teléfonos móviles en su desplazamiento por todos los países. Conforme se desarrolló, GSM mantuvo el acrónimo, aunque en la actualidad signifique Global System for Mobile communications.

En Norteamérica, el objetivo principal de un nuevo estándar digital era aumentar la capacidad dentro de la banda de 800 MHz existente. Un prerrequisito es que los teléfonos móviles debían funcionar con los canales de habla analógicos ya existentes y con los nuevos digitales (*Dual Mode*). A partir de esto se empleó el termino Digital AMPS (D-AMPS) que se refiere a IS-54B, y que define una interfaz digital con componentes heredados de AMPS. La especificación IS-36 es una evolución completamente digital de D-AMPS. A causa de estos requisitos, fue natural el elegir un estándar TDMA de 30 KHz puesto que los sistemas analógicos existentes trabajan ya con esta anchura de canales. En este sistema se transmiten tres canales por cada portadora de 30 KHz.

A principios de la década de los 90, también aparece un nuevo estándar el cual utiliza el método de acceso CDMA (Code Division Multiple Access). El estándar CDMAOne o IS-95, fue una tecnología desarrollada por Qualcomm y consiste en que todos usan la misma frecuencia al mismo tiempo separándose las conversaciones mediante códigos. Estas tecnologías de segunda generación ofrecían las siguientes características:

- Mayor calidad de las transmisiones de voz
- Mayor capacidad de usuarios
- Mayor confiabilidad de las conversaciones
- La posibilidad de transmitir mensajes alfanuméricos. Este servicio permite enviar y recibir cortos mensajes que puedan tener hasta 160 caracteres alfanuméricos desde un teléfono móvil.
- Navegar por Internet mediante WAP (Wireless Access Protocol)

#### 2.3.1.3 Redes GSM (*Global System Mobile*)

Los primeros sistemas de comunicaciones móviles, los sistemas analógicos, eran diferentes para cada país, por lo que no se lograban economías de escala. A partir de la introducción del sistema GSM se puede empezar a hablar de una solución única y común, primero europea y luego, progresivamente, mundial.

Sin embargo, a pesar de su éxito, los avances tecnológicos y de concepto que supuso la introducción del sistema GSM van siendo superados poco a poco.

La infraestructura de red, independientemente del estándar utilizado, debe incorporar los elementos necesarios para poder gestionar de forma eficiente la movilidad a la que se hacía referencia en el capítulo anterior, así como para garantizar un acceso seguro (ya que se está utilizando un medio que se comparte entre varios usuarios).

Una infraestructura de red móvil genérica, independientemente de la tecnología de acceso utilizada, contará con una serie de elementos básicos como son:

- *Las estaciones móviles*, que permiten al usuario conectarse a la red. Pueden ser teléfonos, tarjetas de red o incluso dispositivos embebidos.
- *Las estaciones base*, que son el equipamiento fijo distribuido geográficamente para cubrir el área a la cual se pretende dar el servicio. Controlan el enlace radio entre el usuario y la red, constituyendo, por tanto, las puertas de acceso de los usuarios a la misma.
- *Los sistemas de control y conmutación de las estaciones base*. Además de las funciones clásicas de control de llamada, controlan la conmutación de la conexión entre distintas estaciones base, de forma que la movilidad del usuario sea gestionada de forma transparente a éste.

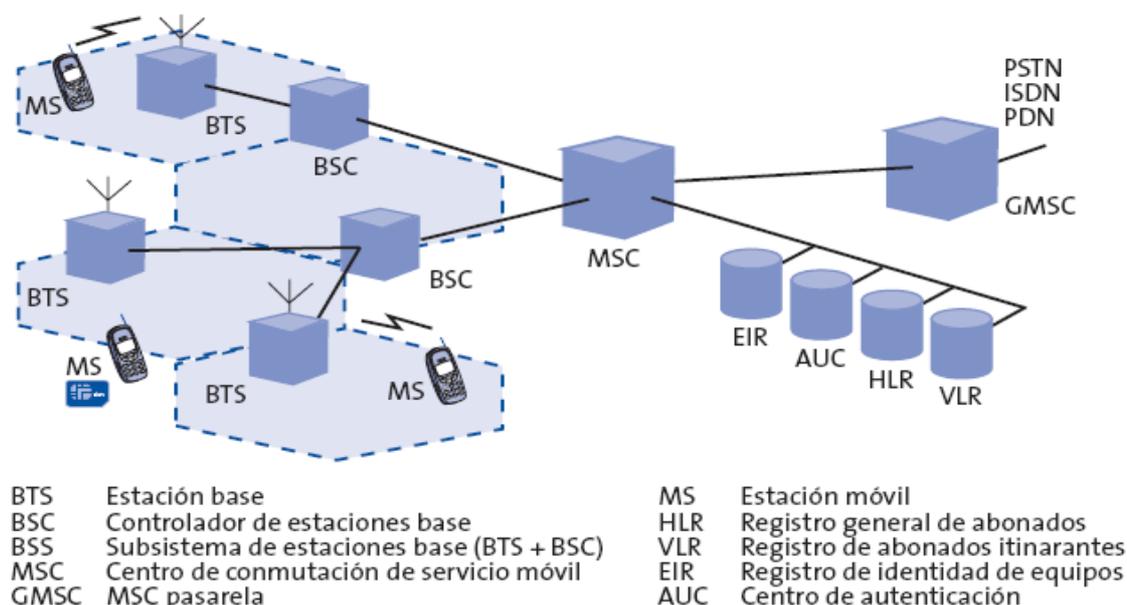


Figura 46. Arquitectura de un red GSM

- *Las bases de datos para la gestión de la movilidad.* Permiten la localización de los usuarios en la red móvil, así como el mantenimiento y distribución de la información del perfil correspondiente a cada uno (incluyendo aspectos de autenticación y tarificación).

En la Figura 46 se muestra un ejemplo de esta arquitectura de red genérica, aplicada al sistema GSM.

Para proporcionar el servicio, la red móvil se apoya en una señalización bastante compleja que en la red de acceso (el punto más crítico) se suele estructurar lógicamente en tres niveles de funcionalidad, denominados:

1. *Gestión de los recursos radio (Radio Resource Management).* Es la funcionalidad que se encarga de la gestión de los recursos radio involucrados en la comunicación, tanto en lo relativo al propio intercambio de la información de usuario (por ejemplo, la voz en una llamada vocal) como en lo necesario para el mantenimiento de la relación entre el terminal y la red. Esta funcionalidad también permite soportar los procesos de traspaso.

2. *Gestión de la movilidad (Mobility Management).* Esta funcionalidad se encarga de asegurar que, a pesar de la movilidad del usuario, la relación entre éste y la red se mantiene y la comunicación no se corta. Esto debe ser así tanto en situación de inactividad como durante una llamada o sesión de datos. Este nivel comprende los procesos que soportan la itinerancia y la gestión de la localización. También se encarga de gestionar aspectos relativos a la seguridad y a la asignación de identificadores temporales.

3. *Gestión de la conexión (Connection Management).* Es la funcionalidad que realiza el establecimiento y liberación de las conexiones, haciendo uso de las facilidades que le proporcionan los niveles de gestión de la movilidad y de los recursos radio. Implica procesos como el análisis de la numeración, soporte al enrutamiento y a la tarificación, etc.

La evolución de los servicios desde la voz hacia los datos se ha producido de forma gradual, pasando del soporte de servicios limitados como los mensajes cortos (SMS) y las llamadas de datos (con utilización permanente de los recursos radio), a otros más eficientes y flexibles basados en técnicas de paquetes; en el caso de GSM se trata de la extensión del estándar denominada GPRS.

Para posibilitar el soporte de la movilidad en las comunicaciones de datos por paquetes se hace necesario utilizar mecanismos análogos a los de las comunicaciones de voz, aunque adaptados a la naturaleza discontinua de los servicios de datos y teniendo en cuenta el diferente manejo de los recursos radio.

Para hacer posible este tipo de movilidad, en general, hay que utilizar dos mecanismos:

1. *Los mecanismos de soporte a la movilidad diseñados para las redes de circuitos*, adaptados a las características de los servicios de datos, que son menos sensibles al retardo pero más sensibles a los errores. Este es el enfoque seguido, por ejemplo, en las redes GPRS (en la Figura 3-2 se muestra la arquitectura de red de GPRS).
2. *Los mecanismos propios de los protocolos de enrutamiento*, como es el caso de Mobile IP (*Mobile Internet Protocol*). Esta opción se está utilizando en algunas redes móviles propietarias para datos o en las redes con el sistema cdma2000 .

Mobile IP es una extensión del protocolo IP, propuesto por el IETF (*Internet Engineering Task Force*). Este protocolo permite a los equipos móviles permanecer conectados a Internet independientemente de su ubicación, sin necesidad de tener que cambiar su dirección IP (que es el problema principal que presenta el protocolo IP en temas de movilidad). Mobile IP hace que la movilidad sea algo transparente para las aplicaciones y los protocolos por encima de IP, como TCP.

La solución que aporta Mobile IP consiste en utilizar dos direcciones IP: una fija (lo que se denomina “*Fixed home address*”), y otra temporal (“*Care-of address*”), que varía en función del punto de conexión a la red.

El funcionamiento de Mobile IP se basa en tres mecanismos cooperativos, cuyas funciones son:

- a. Descubrir la dirección temporal (*Care-of*).
- b. Registrar la dirección temporal.
- c. Encapsular la información hacia la dirección temporal.

En general, existe una diferencia conceptual entre los dos casos enumerados que se refiere al ámbito que se considera en cada uno de ellos, de manera que:

1. Cuando se trata la movilidad dentro de una red celular típica se habla de *micromovilidad* y se trata como en el primer caso.
2. Cuando se trata de gestionar la movilidad entre redes distintas o en una red con un enfoque no celular (por ejemplo, las redes inalámbricas tipo WLAN) entonces se adopta el segundo caso, y se habla de *macromovilidad*.

#### 2.3.1.4 Tercera Generación

Los avances que en materia de sistemas de tercera generación adelanta la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), a finales de los años ochenta, se denominaron en un principio como Futuros Sistemas Públicos de Telecomunicaciones Móviles Terrestres (FPLMTS – Future Public Land Mobile Telecommunication System) Actualmente se le ha cambiado de nombre y se habla del Sistema de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT-2000, International Mobil

Telecommunication-2000) creado con el objetivo de valorar y especificar los requisitos de las normas celulares del futuro para la prestación de servicios de datos y multimedia a alta velocidad.

Las tecnologías de 3G son la respuesta a la especificación IMT-2000 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. En Europa y Japón, se seleccionó el estándar UMTS (Universal Mobile Telephone System), basado en la tecnología W-CDMA. UMTS está gestionado por la organización 3GPP, también responsable de GSM, GPRS y EDGE.

En 3G también está prevista la evolución de redes 2G y 2.5G. GSM y TDMA IS-136 son reemplazadas por UMTS, las redes cdmaOne evolucionan a IS-95.

EvDO es una evolución muy común de redes 2G y 2.5G basadas en CDMA2000

### 2.3.1.5 IP EN 3G

IP en 3G, está basado en paquetes, lo cual en términos simples significa que los usuarios pueden estar “en línea” todo el tiempo pero sin tener que pagar hasta que hagamos verdaderamente una transmisión de datos. La naturaleza “sin conexión” de IP realiza el acceso mucho más rápido ya que la descarga de archivos toma solo unos segundos y nos podemos conectar a nuestra red con solo un clic. 3G tiene soporte de conmutación de paquetes IP y soporte IP para videojuegos, comercio electrónico, video y audio.

### 2.3.1.6 Ventajas y desventajas de IP en 3G:

#### Ventajas

- IP basado en paquetes, pues solo pagas en función de la descarga lo que supone relativamente un menor costo. Aunque dependiendo del tipo de usuario también se podría calificar como desventaja.
- Más velocidad de acceso.
- UMTS, sumado al soporte de protocolo de Internet (IP), se combinan poderosamente para prestar servicios multimedia y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como servicios de video-telefonía y video-conferencia.

#### Desventajas

- Cobertura limitada.
- No orientado a conexión. Cada uno de los paquetes pueden seguir rutas distintas entre el origen y el destino, por lo que pueden llegar desordenados o duplicados.

Sin embargo el hecho de no ser orientado a conexión tiene la ventaja de que no se satura la red. Además para elegir la ruta existen algoritmos que “escogen” qué ruta es mejor, estos algoritmos se basan en la calidad del canal, en la velocidad del mismo y, en algunos, oportunidad hasta en 4 factores (todos ellos configurables) para que un paquete “escoja” una ruta.

### 2.3.1.7 Evoluciones

#### 3.5G

Evolución de la tecnología 3G usando HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) que permite velocidades bajada de hasta **14 Mbps**.

#### 3.75G

Evolución de la tecnología 3G usando HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) que permitirá velocidades subida de hasta 5.8 Mbps. pero solo en 3G.

#### IMT-2000

El trabajo para desarrollar la nueva norma mundial, destinada a las redes de tercera generación, comenzó bajo los auspicios de la UIT a mediados de los años 80 y recibió un considerable impulso por decisión de la Conferencia Mundial Administrativa de Radiocomunicaciones de Torremolinos, 1992, en la que se identificó la banda de 2 GHz del espectro de radiofrecuencias armonizada en todo el mundo para los servicios IMT-2000. El concepto IMT-2000 describe a grandes rasgos una gama de tecnologías, incluidos los sistemas terrenales y de satélite, con una funcionalidad básica y flexible y, más importante aún, *común*, que facilita el interfuncionamiento totalmente compatible de diferentes redes.

Los objetivos primarios de ITU para IMT-2000 son:

- La eficacia operacional, particularmente para los datos y servicios de multimedia.
- Flexibilidad y transparencia en la provisión de servicio global.
- La tecnología conveniente para reducir la falta de telecomunicaciones, es decir ofrecer un costo accesible para millones de personas en el mundo que todavía no tienen teléfono.
- La incorporación de toda una variedad de sistemas.
- Alto grado de uniformidad de diseño a escala mundial.
- Alto nivel de calidad, comparable con la de una red fija.
- Utilización de una terminal de bolsillo a escala mundial.
- La conexión móvil-móvil y móvil-fijo.
- La prestación de servicios por más de una red en cualquier zona de cobertura.

Requerimientos de un sistema de Tercera Generación

- Alta velocidad en transmisión de datos, hasta 144 Kb/s, velocidad de datos móviles (vehicular); hasta 384 Kb/s, velocidad de datos portátil (peatonal) y hasta 2 Mb/s, velocidad de datos fijos (terminal estático).
- Transmisión de datos simétrica y asimétrica.
- Servicios de conmutación de paquetes y en modo circuito, tales como tráfico Internet (IP) y video en tiempo real.
- Calidad de voz comparable con la calidad ofrecida por sistemas alámbricos.

- Mayor capacidad y mejor eficiencia del espectro con respecto a los sistemas actuales.
- Capacidad de proveer servicios simultáneos a usuarios finales y terminales.
- Incorporación de sistemas de segunda generación y posibilidad de coexistencia e interconexión con servicios móviles por satélite.
- Itinerancia internacional entre diferentes operadores (Roaming Internacional).

Los sistemas de tercera generación deberán proveer soporte para aplicaciones como:

- Voz en banda estrecha a servicios multimedia en tiempo real y banda ancha.
- Apoyo para datos a alta velocidad para navegar por la world wide web, entregar información como noticias, tráfico y finanzas por técnicas de empuje y acceso remoto inalámbrico a Internet e intranets.
- Servicios unificados de mensajes como correo electrónico multimedia.
- Aplicaciones de comercio electrónico móvil, que incluye operaciones bancarias y compras móviles.
- Aplicaciones audio/video en tiempo real como videoteléfono, videoconferencia interactiva, audio y música, aplicaciones multimedia especializadas como telemedicina y supervisión remota de seguridad.

En Europa, el Instituto Europeo de Telecomunicaciones (ETSI) ha propuesto la norma paneuropea de tercera generación UMTS (Universal Mobile telecommunication System). UMTS es miembro de la familia global IMT-2000 del sistema de comunicaciones móviles de "tercera generación" de UIT.

En Estados Unidos el Instituto Americano de Estándares (ANSI) sigue trabajando en la evolución de sistemas AMPS/IS-136 y CDMA/IS-95. Por otra parte, en Japón la Asociación de Industrias de la Radio y Radiodifusión (ARIB) también está trabajando en CDMA para la elaboración de normas de tercera generación.

Los organismos regionales de normalización ETSI (Europa), TIPI (EUA), ARIB (Japón) y TTA (Corea) trabajaron en propuestas separadas de la norma W-CDMA, estos entes regionales sumaron esfuerzos en el Proyecto de Asociación 3G (3GPP), y hoy en día existe una norma conjunta W-CDMA.

La ITU recibió tres familias de propuestas PDD (WCDMA, cdma 2000 y UWC 136) y tres propuestas TDD (UTRA /TDD, TDD-SCDMA y DECT). Posteriormente se han coordinado esfuerzos para armonizar los candidatos IMT- 2000 y finalmente disponer de las normas comprimidas de 3era Generación.

#### Asignación del espectro para IMT-2000

La asignación de espectro para IMT-2000 se realizó en la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones 1992, WARC 92, asignando 230 MHz en las bandas 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz

IMT-2000 comprende también una componente satelital que facilitará los aspectos de roaming internacional, así como la obtención de comunicaciones en lugares donde no haya disponibilidad de sistemas terrestres, complementando las celdas Macro, micro y pico.

Debido al crecimiento de Internet, las Intranets, el correo y el comercio electrónico y los servicios de transmisión de imágenes y sonido; han elevado la demanda de servicios de banda ancha, teniéndose que incrementar los requerimientos de espectro para IMT-2000.

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones WRC-2000 celebrada en Estambul en el año 2000, proporciona tres bandas extras quedando compuesto el espectro para IMT-2000 de la siguiente forma:

#### 2.3.1.8 Evolución de los sistemas celulares a3G

Los distintos entes involucrados en los sistemas 3G han propuesto, básicamente, dos sistemas de tercera generación.

- UMTS: (Universal Mobile Telecommunications System). Constituye la visión europea con capacidades 3G como parte de la familia de estándares IMT-2000. UMTS es la evolución lógica de la comunidad GSM a la tercera generación, por lo que está siendo mayoritariamente adoptado en la Unión Europea.

En su componente terrestre, tiene una estructura jerárquica, esto es, está compuesta por tres tipos de Celdas: Macro Celda, Micro Celda y Pico celda con un mínimo de 5 MHz de ancho de banda por Celda. La Macro Celda tiene radios desde 1km hasta 35km y se destinan para ofrecer cobertura rural y carreteras para vehículos u otros objetos que se mueven a alta velocidad (transmisión de datos de 144kbit/s.).

La Micro Celda tiene radios desde 50km hasta 1km. Ofrece servicio a usuarios fijos o que se muevan lentamente con elevada densidad de tráfico (urbana) con velocidades de 384kbit/s, usando UTRAFDD. Las Pico Celdas tienen radios hasta 50m. Ofrecen coberturas localizadas en interiores, usando ULTRA-TDD, con velocidades del orden de los 3Mbit/s.

- CDMA200: La interfaz definida para cdma2000 apoya la red de segunda generación de todos los operadores actuales, independientemente de la tecnología (cdmaOne, IS-136 TDMA o GSM). Operando en modo TDD y/o FDD, cdma2000 ofrece velocidades desde 1,2 kbit/s, y soporte para canales de 1,25-3,75-7,5 y 15MHz con una o múltiples portadoras, y su uso se está extendiendo, básicamente, en Estados Unidos y su área de influencia.

#### 2.3.1.9 Sistemas 3G

##### UMTS

UMTS, sigla que en inglés hace referencia a los Servicios Universales de Telecomunicaciones Móviles, es miembro de la familia global IMT-2000 del sistema de comunicaciones móviles de “tercera generación” de UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), y lo que se explica más adelante sobre UMTS y los servicios UMTS es igualmente válido para otros miembros de la familia IMT-2000 (norma de telefonía móvil para 3G). UMTS tendrá un papel protagónico en la creación del futuro mercado masivo para las comunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad que alcanzarán a 2000 millones de usuarios en todo el mundo en el año 2010. UMTS es la plataforma de prestaciones móviles preferida para los servicios y aplicaciones con gran contenido del mañana. En los últimos diez años, UMTS ha sido objeto de intensos esfuerzos de investigación y desarrollo en todo el mundo, y cuenta con el apoyo de numerosos e importantes fabricantes y operadores de telecomunicaciones ya que representa una oportunidad única de crear un mercado masivo para el acceso a la Sociedad de la Información de servicios móviles altamente personalizados y de uso fácil. UMTS busca extender las actuales tecnologías móviles, inalámbricas y satelitales proporcionando mayor capacidad, posibilidades de transmisión de datos y

una gama de servicios mucho más extensa, usando un innovador programa de acceso radioeléctrico y una red principal mejorada.

Los sistemas UMTS están compuestos, como todas las redes públicas, por tres subredes: una red de acceso radio, una red básica de transporte y una red de nodos que soporten los servicios. La red de acceso según la norma puede ser de dos tipos: acceso terrestre (UTRAN) o vía satélite (MSS). En este momento las redes de acceso que se están desplegando son las terrestres UTRAN (UMTS, Terrestrial Radio Access Network).

Lo que caracteriza la velocidad y el servicio que puede prestar una red UMTS al cliente es su red de acceso. Ésta es una red de radio celular, con estaciones base (nodos B) repartidas por toda la geografía, que proporcionan cobertura de servicio y dan capacidad a los equipos de usuario (UE) de una zona llamada celda o célula. Todas las estaciones son controladas por nodos de control (Radio Network Controller, RNC), según se muestra en la figura, que a su vez se encuentran conectados a los centros de conmutación.

En cierto modo, es similar a la estructura de una red GSM, pero los distintos elementos que la conforman se denominan de otra manera.

Dentro de la red de acceso, lo más característico es la interfaz radio (Uu) entre el nodo B y el terminal del cliente, puesto que ésta será el principal cuello de botella de velocidad y funcionalidad de todas las comunicaciones que se intentan realizar.

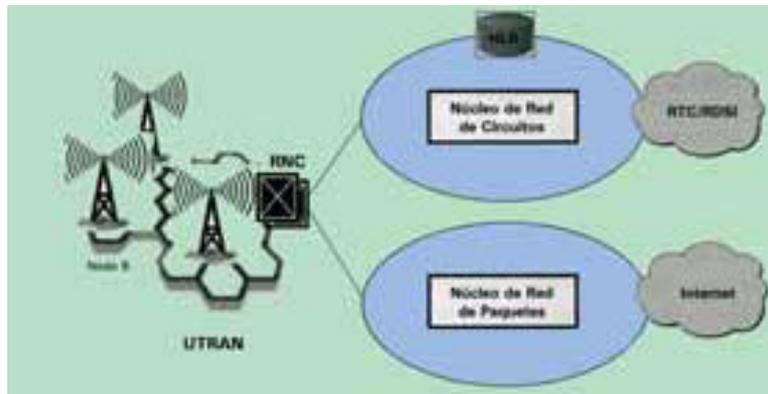


Fig 47. Red UMTS

### CdmaOne

Es un nombre comercial de marca registrada, reservado para uso exclusivo de las empresas que son miembros de CDG (Cdma Development Group). El mismo describe un sistema inalámbrico completo que incorpora la interfaz aérea IS-95 CDMA y la norma de la red ANSI-41 para la interconexión por conmutación, además de muchas otras normas que integran el sistema inalámbrico completo.

### CdmaOne / IS-95-A

La tecnología CdmaOne / IS-95-A ofrece soporte a señales de voz conmutados por circuitos y datos (conmutados por circuitos o paquetes), con velocidades de hasta 14,4kbps. Debido al enfoque inicial de proveedores y operadoras en señales de voz. Históricamente la CdmaOne/IS-95-A ha sido utilizada sólo para voz conmutada por

circuitos y, más recientemente, para un pequeño volumen de datos conmutados por circuitos.

#### CdmaOne/IS-95-B

La tecnología CdmaOne/IS-95-B ofrece soporte a señales de voz conmutados por circuitos y datos, conmutados por paquetes. Las empresas KDDI, en Japón, y SKT, en Corea, están implementando esa tecnología desde 1999. En teoría, ella provee tasas de datos de hasta 115kbps, y alcanza, generalmente, valores prácticos de 64kbps. La CdmaOne/IS-95-B ahora está siendo sustituida por la CDMA2000 1X, de mayor capacidad y velocidad, y difícilmente será implementada en otras regiones.

#### Cdma2000

Identifica la norma TIA para tecnología de tercera generación, que es un resultado evolutivo de CdmaOne, el cual ofrece a los operadores que han desplegado un sistema CdmaOne de segunda generación, una migración transparente que respalda económicamente la actualización a las características y servicios 3G, dentro de las asignaciones del espectro actual, tanto para los operadores celulares como los de PCS. La interfaz de red definida para cdma2000 apoya la red de segunda generación de todos los operadores actuales, independientemente de la tecnología: CdmaOne, IS-136 TDMA o GSM). La TIA ha presentado esta norma ante la ITU como parte del proceso IMT-2000 3G.

A fin de facilitar la migración de CdmaOne a las capacidades de cdma2000, ofreciendo características avanzadas en el mercado de una manera flexible y oportuna, su implementación se ha dividido en dos fases evolutivas.

#### Cdma2000 Fase I:

Las capacidades de la primera fase se han definido en una norma conocida como

1XRTT. La publicación de la 1XRTT se hizo en el primer trimestre de 1999. Esta norma introduce datos en paquetes a 144 Kbps en un entorno móvil y a mayor velocidad en un entorno fijo. Las características disponibles con 1XRTT representan un incremento doble, tanto en la capacidad para voz como en el tiempo de operación en espera, así como una capacidad de datos de más de 300 Kbps y servicios avanzados de datos en paquetes.

Adicionalmente extiende considerablemente la duración de la pila y contiene una tecnología mejorada en el modo inactivo. Se ofrecerán todas estas capacidades en un canal existente de 1.25 MHz de CdmaOne.

#### Cdma2000 Fase II:

La evolución de CdmaOne, hasta llegar a las capacidades completas de cdma2000, continuará en la segunda fase e incorporará las capacidades de 1XRTT, usará tres portadoras de 1,25 MHz en un sistema multiportadora para prestar servicios de banda ancha de 3G.

Cdma 3XRTT proporcionará velocidad de circuitos y datos en paquete de hasta 2 Mbps, incorporará capacidades avanzadas de multimedia e incluirá una estructura para los servicios de voz y codificadores de voz 3G, entre los que figuran los datos de paquetes de "voice over" y de circuitos.

#### Cdma2000 1XEV

Basado en el estándar 1X, el sistema 1XEV mejora la velocidad de procesamiento de datos, obteniendo velocidades máximas de 2 Mbits/seg., sin tener que utilizar más de 1,25 MHz del espectro. Los requisitos para los operadores recién establecidos con respecto a 1XEV establecen dos fases. En la primera **Cdma2000 1XEV-DO** usa un transportista separado de 1.25 MHz para datos y ofrece velocidades de datos en punta de 2.4 Mbps. La fase 2, **Cdma2000 1X EV-DV** se centra en las funciones de datos y de voz en tiempo real, así como en la mejora del funcionamiento para mayor eficiencia en voz y en datos.

### 2.3.1.9 3GPP

3GPP (3rd Generation Partnership Project) es el principal foro de estandarización de un sistema móvil 3G. No tiene entidad legal, es un proyecto común de sus socios, y está formado por ETSI en Europa, ATIS en E.U., ARIB y TTC en Japón, TTC en Korea y CCSA en China.

3GPP representa un acuerdo de colaboración entre organismos de estandarización y otras entidades relacionadas para producir las especificaciones técnicas relativas a:

- Un sistema 3G basado en una red troncal GSM/GPRS evolucionada en un acceso a radio UTRA.
- La evolución del acceso a radio GSM/GPRS/EDGE.

La estandarización en 3GPP es un proceso gradual, con continuas revisiones y evoluciones, 3GPP produce cada cierto tiempo un conjunto de documentos que constituye un estándar, que se conoce como “Release”. Esta forma de trabajo heredada de GSM permite tener un sistema funcionando a la vez que se mejora y completa. 3GPP ha producido hasta el momento 3 releases y está trabajando en la cuarta.

Las tres primeras releases de 3GPP fueron:

1. La Release 99, que en su modo FDD, es la base de las redes 3G hoy en servicio y que está en fase de despliegue en Europa.
2. La Release 4 que presenta una nueva interfaz radio desarrollada por el socio chino (CCSA), el modo TD-SCDMA, el cual es similar al modo TDD de Release 99 pero con diferente tasa de bits: 1,28 Mbits/s frente a 3,84 Mbits/s. En la red troncal se produce la separación de los planos de señalización y usuario y el concepto media gateway.
3. La Release 5, que introduce IMS (IP Multimedia Subsystem) y HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). IMS permite soportar múltiples flujos multimedia con diferentes QoS, y utiliza el dominio de paquetes y el protocolo SIP para el control de sesión. HSDPA introduce en la red de acceso radio un nuevo canal descendente compartido y de alta velocidad.

La cuarta Release llamada “Release 6”, es la última producida por 3GPP de la cual sobresalen los siguientes puntos:

- El servicio MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service). Es la funcionalidad más significativa del Release 6. MBMS es un servicio de transporte, independiente de la aplicación, con uso de recursos óptimo: en la interfaz de radio los datos se transmiten una sola vez por canal común para todos los suscriptores de la célula, y en la red se utiliza una sola portadora. Se

estandariza para accesos de radio UTRAN como GETRAN. MBMS permitira servicios de streaming y de descarga de archivos, localizados geográficamente, con control sobre las QoS y sobre la facturación. La recepción no está garantizada por la red de acceso; si es necesario deberá llevarse a cabo en las capas superiores. El modo broadcast es una transmisión unidireccional punto a multipunto a todos los usuarios del área de servicio. En lo que respecta al modo multicast, la diferencia es que la transmisión solo se realiza para usuarios suscritos a un grupo multicast, y permite facturación y tarifación.

- El IMS (IP Multimedia Subsystem ) Fase 2. Parte de la funcionalidad original de IMS no fue completada a tiempo para ser incluida en la *Release 5*; se pueden destacar, por ejemplo, la gestión de grupos y los servicios de conferencia y mensajería. Por otra parte, se va a dedicar el esfuerzo necesario para la migración de los desarrollos de IMS basados en IPv4 a IPv6.
- La interoperabilidad WLAN-3GPP. Seis escenarios han sido considerados en el estudio previo (3GPP TR 22.934), desde el caso más complejo, que consiste en la movilidad total con traspasos WLAN-celular, hasta el caso más simple, en el cual el usuario recibe una factura conjunta de los dos sistemas. En el segundo de los escenarios, cuando se accede mediante WLAN, se realiza la autenticación, autorización y facturación a través de la red 3GPP, pero el acceso a Internet es proporcionado por el operador de WLAN. El tercer escenario permite, además, acceder a través de WLAN a los servicios 3GPP de la red de paquetes proporcionados por el operador 3GPP, por ejemplo, MMS e IMS, que normalmente no están disponibles por Internet.
- La aplicación Push to talk over Cellular (PoC). Es una aplicación equivalente a las comunicaciones semiduplex de tipo “walkie-talkie”. Está siendo estandarizada en OMA, pero utilizará el subsistema IMS de las redes 3GPP.
- El nuevo canal FDD Enhanced Uplink (E-UPCH). Se introduce un nuevo canal basado en el canal ascendente dedicado DCH, con técnicas ya probadas en HSDPA: *scheduling* en el Nodo B, corrección de errores con Hybrid-ARQ y tamaño de TTI (*Transmisión Time Interval*) reducidos. Estas mejoras redundan en un menor retardo en la transmisión de paquetes y un incremento en la capacidad de la red.
- *La introducción de Flexible Layer One (FLO) para GERAN* FLO introduce el concepto de transporte, utilizado en UTRAN, en la capa física de GERAN. Con FLO, esta capa ofrece canales de transporte a la subcapa MAC. En un principio se definen sólo canales de transporte dedicados (DCH) para un solo MS, y se utilizan sólo los canales físicos DBPSCH. Cada canal de transporte tiene un flujo de datos con parámetros de QoS determinados, y varios canales pueden *multiplexarse* sobre un subcanal físico. También se introducen los conceptos de formato de transporte (TF), análogos a los empleados en la definición de los canales físicos de UMTS. Este modo de operación permite mayor flexibilidad en la adjudicación de recursos, así como la alineación de las capas 2 y superiores de la interfaz radio de GERAN con UTRAN.

### 2.3.1.10 3GPP2

De forma similar a como se estableció 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) para la estandarización de GSM y UMTS, la estandarización de los sistemas cdma2000 se realiza a través de un proyecto de colaboración, sin entidad legal, que han establecido cinco organismos de estandarización:

1. ARIB, *Association of Radio Industries and Businesses* (Japón).
2. CCSA, *China Communications Standards Association* (China).
3. TTA, *Telecommunications Industry Association* (EE.UU.).
4. TTA, *Telecommunications Technology Association* (Corea).
5. TTC, *Telecommunications Technology Committee* (Japón).

También cuenta con dos representantes del mercado:

1. *The CDMA Development Group* (CDG).
2. *IPv6 Forum*.

El trabajo de preparación de las especificaciones técnicas se divide entre cuatro TSG (*Technical Specification Groups*):

1. TSG-A (*Access Network Interfaces*).
2. TSG-C (cdma2000).
3. TSG-S (*Services and Systems Aspects*).
4. TSG-X (*Core Networks*).

3GPP2 ha ido produciendo distintas versiones de las distintas modalidades del estándar (1xRTT, 3xRTT, 1xEV-DO y 1xEV-DV), que están disponibles para su descarga gratuita en el portal del proyecto ([www.3gpp2.org](http://www.3gpp2.org)).

### 2.3.2 MBMS Y BCMCS

La telefonía, la mensajería, la demanda de streaming y la descarga de servicios están basados en la comunicación punto a punto (PTP). Los límites son dos teléfonos en una llamada de voz, o en el caso de una transferencia directa o streaming, una conexión cliente-servidor.

Por otra parte el broadcast y multicast son sinónimos de comunicación punto a multipunto (PTM) donde los paquetes de datos se transmiten simultáneamente de una sola fuente a los destinos múltiples. El término broadcast refiere a la capacidad de entregar el contenido a todos los usuarios. Los ejemplos sabidos son los servicios de radio y de la TV, que se difunden sobre el aire (vía terrestre o vía el satélite) y sobre las redes de cable. El multicast, por otra parte, refiere a los servicios que se entregan solamente a los usuarios pertenecientes a un grupo particular del multicast. Ordinariamente, un grupo del multicast es un grupo de usuarios interesados en cierta clase de contenido, por ejemplo, de deportes, noticias, historietas etcétera. Una red multicast permitida se asegura de que el contenido está distribuido solamente sobre los enlaces que sean receptores de la porción que pertenece al grupo correspondiente multicast. Ésta es así una manera muy eficiente de entregar servicios a grupos de

usuario más grandes. El multicasting primero fue introducido vía el Internet. Hoy, se utiliza para entregar servicios de radio Internet .

3GPP y 3GPP2 comenzaron a tratar servicios de broadcast/multicast en GSM/WCDMA y CDMA2000 respectivamente. En 3GPP, el trabajo realizado se llama Multimedia Broadcast y Multicast Service (MBMS). En 3GPP2 se llama Broadcast y Multicast Service (BCMCS). Las especificaciones de los servicios móviles de difusión fueron congeladas funcionalmente en 2004. 3GPP MBMS y 3GPP2 BCMCS tienen muchas concordancias.

MBMS y BCMCS cada uno, introducen solamente cambios de menor importancia a los protocolos de redes de radio existentes. Esto reduce costos en la puesta en práctica en terminales y en la red, y hace de la difusión móvil una tecnología relativamente barata comparada a las tecnologías no móviles de difusión, que requieren de hardware nuevo en el receptor y otras inversiones adicionales en la infraestructura de la red. Otra ventaja de la difusión móvil es que los operadores móviles pueden conservar modelos establecidos del negocio. Los servicios actuales, tales como TV móvil, beneficiarán grandemente del efecto capacidad a la alza de la difusión móvil.

#### 2.3.2.1 Redes móviles MBMS y BCMCS

MBMS y BCMCS agregan las características siguientes a las redes móviles:

- Un sistema de las funciones que controlan la entrega del servicio broadcast/multicast. MBMS utiliza el término centro de servicio broadcast/multicast; BCMCS lo llama controlador BCMCS.
- Ruteo Broadcast/multicast de flujo de datos en la red base.
- Portadores de radio eficientes para la transmisión de radio punto a multipunto dentro de una célula.
- Además, MBMS y BCMCS especifican protocolos y los media codecs para la entrega de los datos multimedia. Pocos de los protocolos y ninguno de los media codecs tienen nuevas características; en lugar, se comparten con otros servicios como streaming de pedido unicast.

#### 2.3.2.2 3GPP2 BCMCS (Broadcast Multicast Service)

3GPP2 BCMCS es una solución multicast para móviles en redes 3G CDMA2000 o de WCDMA, que incluye la introducción de un canal común de radio flexible conveniente para el tráfico punto a multipunto y de difusión (Figura 47). La ventaja del multicast y del broadcast en la interfaz de aire es que muchos usuarios pueden recibir los mismos datos sobre un canal común sin estorbar encima del interfaz de las transmisiones múltiples de los mismos datos.

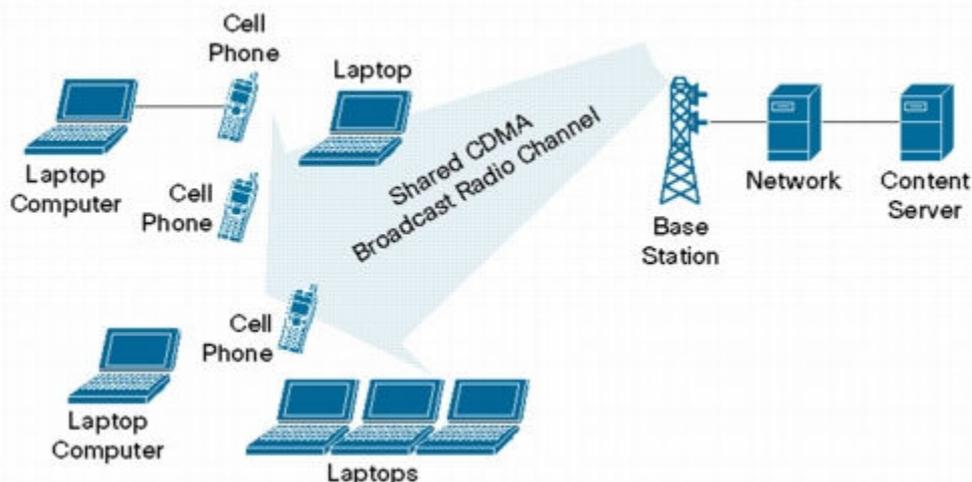


Figura 48. Difusión BCMCS

Los dispositivos móviles registrados del suscriptor pueden comunicarse con el controlador BCMCS para obtener la información de la compresión de la sesión y del encabezado de BCMCS para transporte y aplicación de protocolos. La notificación de la disponibilidad del contenido multicast se puede hacer con el servicio de mensajes cortos (SMS) o el protocolo de acceso inalámbrico (WAP). El controlador BCMCS puede funcionar como un servidor para proporcionar esta información también.

El controlador BCMCS es responsable de manejar y de proporcionar la información de la sesión BCMCS al nodo del servicio BCMCS a través de la autenticación, de la autorización, y del servicio de conteo de dominio (AAA), al servidor de contenido, y al dispositivo móvil del usuario (Figura 48). Tiene la función de llave de acceso a difusión (BAK) y puede servir como generador de BAK. Puede también realizar operaciones de descubrimiento para asistir al dispositivo móvil del usuario, referido comúnmente a la estación móvil o en encontrar el contenido deseado. El regulador de BCMCS utiliza Extensible Markup Language (XML) en la carga útil del HTTP para apoyar la adquisición de la información de BCMCS pedida por el usuario.

El servicio de contenido BCMCS hace disponible contenido multicast dentro del stream multicast en IP. Si el servidor de contenido reside en la red de servicio, entonces no es necesariamente el creador o la fuente del contenido. El servidor de contenido es el encargado del nivel de aplicación anterior para manipular (cambiar formato) el contenido multicast antes del contenido que alcanza el nodo de servicio BCMCS. El servidor contenido puede almacenar y remitir el contenido de un proveedor o combinar el contenido de un proveedor de contenidos múltiples. Si se permite la encriptación de alto nivel, el servidor de contenido BCMCS encripta el stream mientras que también sirve como encargado a corto plazo múltiple de las llaves. El encargado del perfil del suscriptor es un uso que pone al día el perfil del suscriptor en la base de datos con la información del acceso de BCMCS-related. Los servidores del AAA en las redes del hogar y de la porción son los servidores Radio-obedientes que autentican y autorizan a usuarios y almacenan perfiles del servicio del usuario. El AAA puede

asignar las direcciones del IP para los suscriptores móviles y recoger los registros de estadísticas de abastecedores móviles del suscriptor perfilan la base de datos.

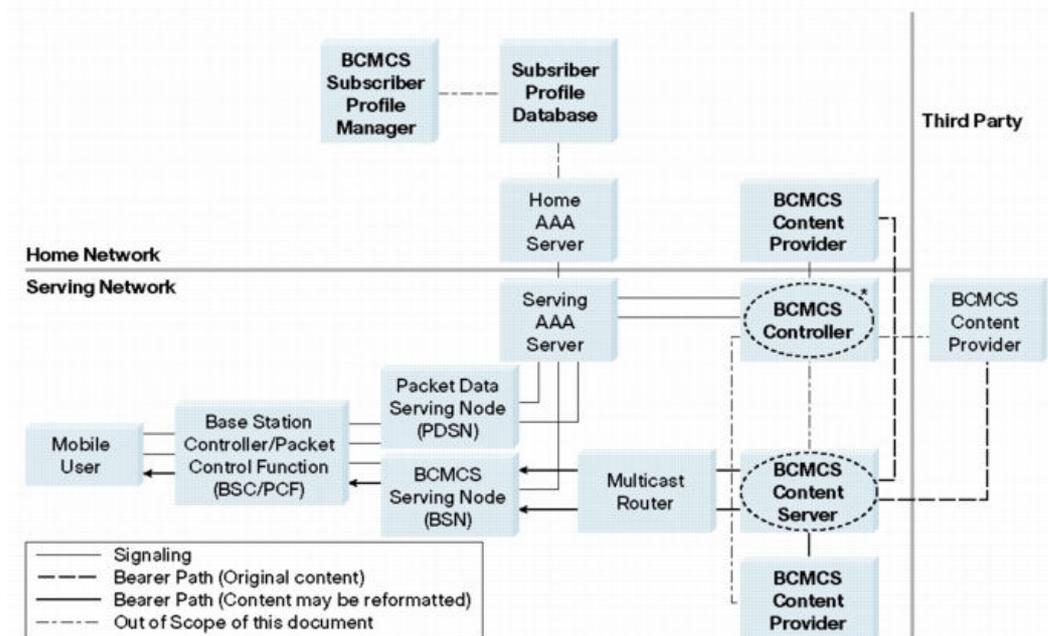


Figura 49. Topología BCMCS

El nodo de servicio de paquetes de datos (PDSN) se comunica con el BSC para agregar y para quitar flujo multicast IP. Puede utilizar protocolos multicast IP para manejar los portadores que soportan flujos multicast IP entre sí mismos y el router más cercano que conecta de nuevo al servidor de contenido BCMCS. También aplica las características del flujo (tales como compresión del encabezado) recibidas del controlador BCMCS a los flujos y a los actos del multicast del IP como cliente del RADIO para las funciones del AAA.

El router multicast no es necesario si el contenido es trasladado del servidor de contenido BCMCS al BSN. El controlador de estación base (BSCA) y la función de control del paquete (PCF) son responsables de señalar, de establecer, y de quitar los canales portadores entre el BSN y el suscriptor móvil, y, si la capa de encriptación de enlace es permitida, el BSCA funciona como un encargado a corto plazo de las llaves. El BSCA elige el mejor canal disponible al suscriptor móvil basado en las consideraciones tales como QoS y la optimización de recursos.

El multicast para los servicios móviles que usan BCMCS funciona de igual manera a la capa de la distribución en cuanto al multicast wireline. En vez de usar IGMP u otro protocolo de dominio de entrada para proporcionar datos multicast a los receptores múltiples, en redes CDMA2000 o de WCDMA el host señala la entrada del primer salto (el PDSN) para ensamblar la corriente del multicast.

Para demostrar la viabilidad de BCMCS, el vendedor de móviles y celulares Qualcomm ha definido una variante personal de BCMCS que se llama MediaFLO que entregue el vídeo full-motion en el canal 55 en 700 MHz en un acoplamiento unidireccional. Los usuarios móviles pueden temprar en MediaFLO si tienen la llave derecha de la seguridad y obtener el contenido superior del multicast. El servicio se ha propuesto para no competir con los operadores móviles sino para demostrar que BCMCS es intrínsecamente una solución viable para el tráfico de los datos del multicast. En otra variación de BCMCS, Verizon también se ha movido adelante con el multicast para el móvil con su servicio de alta velocidad de los datos solamente (EVDO) VCAST de la evolución para descargar los clips video cortos en los teléfonos portátiles.

### 2.3.2.3 3GPP MBMS (Multimedia Broadcast Multicast System)

Hoy en día existen servicios punto a multipunto que permiten que los datos de una sola entidad de fuente sean transmitidos a puntos finales múltiples. Se espera que estos servicios sean utilizados extensivamente sobre redes inalámbricas, por lo tanto hay una necesidad de una capacidad en el PLMN de apoyarlas eficientemente. El Servicio Multimedia Broadcast Multicast System (MBMS) proporcionará esta capacidad para tales servicios de broadcast/multicast .

La difusión y el multicast por otra parte son sinónimos para la comunicación punto a multipunto (PTM) donde los paquetes de los datos se transmiten simultáneamente de una sola fuente a las múltiples destinos. Como ya se mencionó anteriormente el término difusión refiere a la capacidad de entregar el contenido a todos los usuarios. Los ejemplos sabidos son los servicios de radio y TV, que se difunden sobre el aire (o terrestre o vía satélite) y las redes del cable del excedente. El multicast, por otra parte, refiere a los servicios que se entregan solamente a los usuarios que han ensamblado un grupo particular del multicast. Ordinariamente, un grupo del multicast es un grupo de usuarios interesados en cierta clase de contenido, por ejemplo, de deportes, noticias, historietas etcétera. Una red multicast permitida se asegura de que el contenido está distribuido solamente sobre esos acoplamientos que sean los receptores de la porción que pertenecen al grupo correspondiente del multicast. Ésta es así una manera muy eficiente de entregar servicios a grupos de usuario más grandes. El multicasting primero fue introducido vía el Internet. Hoy, se utiliza para los servicios de radio que entregan Internet.

**MBMS** (Multimedia Broadcast Multicast Service) permite ofrecer servicios de radiodifusión multimedia vía IP a través de las redes de telefonía móvil ya existentes. Como su nombre indica, tiene dos modos: el *broadcast* abierto y el de servicios multicast que puede pedirse separadamente (Ala -Fossi, 2005: 16). El MBMS es un producto de **DVB-H 3GPP** (Third Generation Partnership Project), acuerdo de colaboración suscrito a finales de 1998 entre diversas instituciones de estándares tecnológicos como el europeo ETSI, el estadounidense ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solutions) , el japonés ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) y otros. Actualmente, se está trabajando en el 3GPP2 , es decir, el segundo proyecto del grupo, conocido como BCMCS (Broadcast Multicast Service).

Es una funcionalidad definida por 3GPP UMTS release 6 que hace posible la distribución punto a multipunto de trafico multimedia. Puesto que permite enviar los

datos sobre una misma portadora a múltiples usuarios, se optimiza el uso de los recursos de radio de la red. La funcionalidad propuesta también hace posible modificar de forma dinámica qué potencia de la célula se dedica al tráfico MBMS, a CS (Circuit Switched) y a PS (Packet Switched).

Una característica particular de MBMS es que permite a operadores definir la difusión y los servicios del multicast para las áreas geográficas específicas abajo al tamaño de células de radio individuales. Estas áreas geográficas se configuran vía el área de servicio de MBMS. Cada nodo en la red de la base utiliza la lista de los nodos en sentido descendiente para determinar a dónde (a qué nodos) debe remitir datos de servicio de MBMS. En el nivel del nodo de ayuda de la entrada GPRS (GGSN), la lista contiene cada porción GSN (SGSN) a la cual los datos deban ser remitidos. En el nivel de SGSN, la lista contiene cada nodo de radio del regulador de la red (RNC) de la red de acceso de radio terrestre de WCDMA, o en el caso de la red de acceso de radio del G/M, cada nodo del regulador de la estación baja (BSCA), que necesita recibir los datos. Para los servicios que funcionan en modo del multicast, la red de la base maneja un árbol dinámico de distribución de datos no perdiendo de vista a usuarios registrados actualmente al servicio. Como con multicasting del IP, cada nodo de red de la base transmite a datos de MBMS los nodos en sentido descendiente que es una porción de usuarios registrados.

La implementación de MBMS requiere nueva funcionalidad en GGSN, SGSN, UTRAN, GERAN y UE, así como una nueva entidad funcional, el *Broadcast Multicast Service Centre* (BM-SC), que proporciona las funciones MBMS.

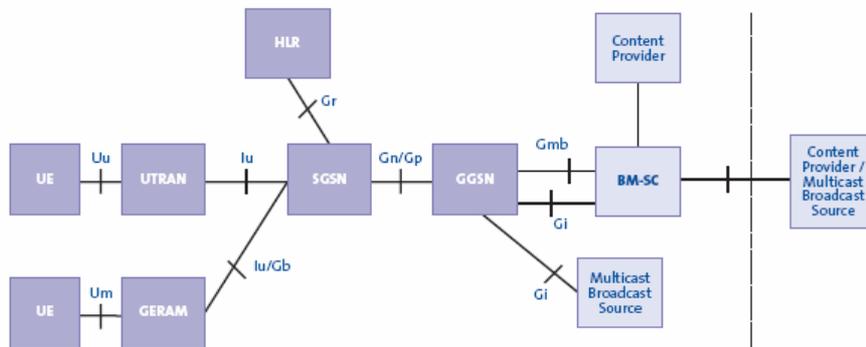


Figura 50. Nodos involucrados en la arquitectura MBMS

En el plano de transporte, MBMS envía datagramas IP *multicast* desde la interfaz Gi (punto de entrada a la red) al terminal con una calidad de servicio especificada. En el plano de control, MBMS gestiona la activación del servicio, la autorización, el control de sesión y la gestión de recursos. La interfaz Gmb es el punto de entrada a la red para el plano de control. En la Figura 49 se recogen los nodos involucrados en el servicio MBMS.

Las modificaciones en la interfaz aire de UTRAN (Um) se han reducido en lo posible. No se introduce un nuevo canal físico o de transporte, aunque a nivel lógico son necesarios dos nuevos canales descendentes:

- a. El canal *MBMS point-to-multipoint Control Channel* (MCCH).
- b. El canal *MBMS point-to-multipoint Traffic Channel* (MTCH).

Ambos utilizan el canal de transporte FACH, que a su vez se envía sobre el canal físico S-CCPCH. No se especifican canales ascendentes de control. Si es necesario un canal de retorno, las capas superiores deberán establecerlo a través del RACH o DCH.

La figura 3 describe la situación cuando se ofrece el servicio TV móvil sobre MBMS. El servidor entrega el streaming por el canal al MBMS BM-SC. Los datos streaming para cada canal en la base y la red de la radio se repliega solamente cuando es necesaria.

En este ejemplo, el servidor que fluye debe manejar solamente tres flujos simultáneos. Además, los recursos de radio en la célula bottommost necesitan solamente ser asignados para tres transmisiones paralelas de la difusión en vez de seis transmisiones separadas del unicast. Nota: Aunque el ejemplo fue dado para 3GPP MBMS también se aplica a 3GPP2 BCMCS. Además del método de la entrega que fluye apoyado por transferencia directa de las ayudas de MBMS y de BCMCS, de MBMS también. La transferencia directa de MBMS se puede utilizar para entregar eficientemente archivos arbitrarios a partir de una fuente a muchos receptores. Los servicios existentes de la contenido-a-persona MMS (tales como un servicio que entrega los clips video cortos de un acontecimiento de los deportes) beneficiarán grandemente de esta característica. Hoy, estos servicios utilizan el punto para señalar las conexiones para la entrega de MMS. En el futuro, el subsistema de MMS se puede interconectar fácilmente a un BM-SC que pueda distribuir el clip vía transferencia directa de MBMS. En contraste con MBMS, BCMCS no define los protocolos que apoyan explícitamente el servicio de entrega del archivo.

Los portadores excesivos de la entrega broadcast/multicast del archivo en la manera prevista por MBMS requieren la atención especial. La difusión y el multicast son transmisiones unidireccionales en el downlink. Por lo tanto, el Transmission Control Protocol (TCP) no puede ser empleado porque requiere una conexión bidireccional del unicast. Sin embargo, el Internet Engineering Task Force (IETF) proporciona un marco para la entrega del archivo sobre el transporte unidireccional llamado unicast del excedente de la entrega del archivo (FLAUTA). La FLAUTA emplea el User Datagram Protocol (UDP) como su protocolo subyacente del transporte. Sin embargo, porque el UDP es no fiable, la FLAUTA también emplea la corrección de error delantera (FEC) como marco para proteger datos encapsulados contra pérdida ocasional del paquete. Pero porque incluso la protección de error fuerte (FLAUTA) no puede garantizar delivery sin error, MBMS también especifica un punto para señalar el procedimiento de la archivo-reparación que puede ser ejecutado después de que un archivo haya sido difusión o multicast. Durante esta fase, los recipientes pueden conectar con y solicitar datos de un servidor de la reparación del archivo. La lata de MBMS garantiza así siempre entrega confiable del archivo.

Aun así, MBMS es una tecnología adecuada para complementar a otras redes broadcast, distribuyendo contenido local dentro de unas áreas y a una audiencia limitada (servicios de streaming, descargas, carrusel). Sin embargo no es una alternativa adecuada para realizar, por ejemplo, la distribución de televisión en tiempo real de forma masiva.

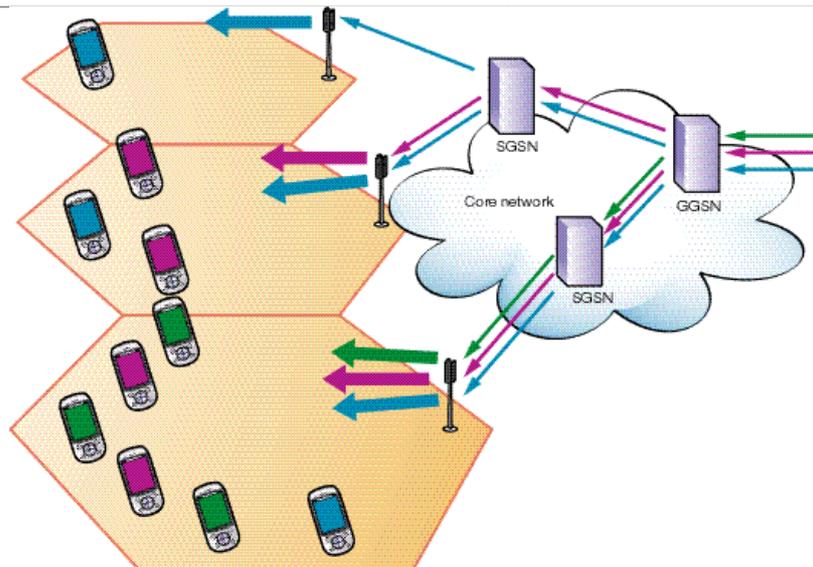


Figura 50. Servicio de TV móvil sobre MBMS

Esta tecnología utiliza la red UMTS de los operadores móviles, en la que se han definido una velocidad máxima para MBMS de 384 kbits/s, repartidos en tres canales de 128 kbits/s y con un ancho de banda de 5 MHz. Sin embargo en UMTS release 6 el ancho de banda disponible por celda asciende a 1,7 Mbits/s, por lo que se podrían mantener hasta 13 canales de 128 kbits/s (con la celda dedicada al cien por ciento al tráfico MBMS)

La actualización de la red móvil 3G para adaptarla a las exigencias de MBMS requiere de inversiones en el propio núcleo de la red y en los accesos radio (además del desarrollo de terminales compatibles), lo cual retrasaría la adopción masiva de este tipo de tecnología.

A nivel regulatorio, es posible que los servicios sobre redes con capacidad MBMS, se planteen como servicios convergentes, ya que es un nuevo tipo de servicios sobre una red ya existente.

Las principales ventajas o puntos fuertes de la tecnología MBMS son :

- Proporcionan una granularidad de servicio muy fina.
- Permite seleccionar el tipo de transmisión multicast o broadcast para cada celda de forma dinámica

Por otra parte las debilidades de esta tecnología son las siguientes:

- Su uso es mas adecuado para realizar transmisiones de difusión de datos en entornos de nicho, en lugar de ofrecer servicios que atiendan una demanda a gran escala.
- Debe compartir el espectro con aplicaciones unicast (streaming, voz, etc).

## 2.4 ¿DEMASIADAS OPCIONES PARA LA TV DIGITAL MOVIL?

Los resultados de algunas de las redes de pruebas que se van conociendo parecen indicar un interés por parte de los usuarios que justificaría su despliegue. Los analistas también tienen grandes expectativas para este segmento: Northern Sky, por ejemplo, predice 107 millones de usuarios para 2010. Pero el panorama está lejos de estar totalmente clarificado en todos sus aspectos. Cabría incluso pensar que, al igual que ha ocurrido con otros sistemas, actualmente hay un exceso de alternativas tecnológicas que tratan de atraer a los operadores, y que puede que no todas sobrevivan. Hemos tratado de recogerlas (con criterios un tanto informales) en la siguiente tabla 5:

Infraestructura	Sistema	Promotor	Frecuencias	Posible implantación
Radio Digital Terrestre (DAB)	T-DMB	Corea	Banda III (170-240 MHz), Banda L (1452-1477 MHz)	Corea del Sur, China, Alemania (T-Systems), India
	DAB-IP	BT Movio	Banda III	Reino Unido
TV Digital Terrestre	DVB-H	DVB Forum	UHF (470-890 MHz)	Europa
	ISDB-T	Japón	UHF (470-890 MHz)	Japón, ¿Brasil?
	¿DMB-T?	China	UHF	China
Infraestructura propia	DVB-H en banda L	Crown Castel/Modeo	Banda L (1670-1675 MHz)	USA
	MediaFLO	Qualcomm/FLO Forum	Canal 55 UHF (716-722 MHz)	USA (Verizon Wireless, ¿Sprint?)
UMTS MBMS	FDD	3GPP	1920-1980 y 2110-2170 MHz	Europa
	TDD (TDTv)	3GPP/IP Wireless	1900-1920 MHz (¿2010-2025 MHz?)	Europa
Satélite	S-DMB	Corea del Sur y Japón	Banda S (2630-255 MHz)	Corea del Sur y Japón
	S-DMB	ESA (Europa)	Banda de MSS 3G (1980-2010 y 2170-2200 MHz)	Europa
	ISRO	India	Banda C	India
	¿Sirius, XM?	USA	2,3 GHz	Estados Unidos, Canadá

Tabla 5. Alternativas de Difusión

La opción más clara es emplear los sistemas basados en la reutilización de la infraestructura de TV digital terrestre, DVB-H e ISDB-T. DVB-H es, sin duda, la tecnología que en estos momentos cuenta con más apoyos entre operadores y fabricantes. Está siendo evaluada por muchos de ellos, y ya están empezando a aparecer los primeros productos comerciales (chipsets de Texas Instruments, terminales de Nokia, etc.). ISDB-T es una tecnología muy similar, aunque, en cierto sentido, mejor pensada si lo que se pretende es solamente ver la TV. Cada canal de 6 MHz se divide en 13 segmentos, uno de los cuales, el central, se dedica a transmitir una versión para móviles de los contenidos de los otros segmentos, además de metadatos; es decir, los canales móviles llevan el mismo contenido que los canales convencionales de la TV digital terrestre. Pero en términos de prestaciones ambos sistemas son prácticamente equivalentes (la mayor diferencia se refiere al entrelazado temporal que ISDB-T incorpora).

Por otra parte, el modelo japonés dificulta a los operadores móviles obtener ingresos por los servicios; de hecho, lo consideran fundamentalmente un mecanismo de retención de clientes.

Los sistemas de TV digital móvil basados en el uso de la infraestructura de radio digital DAB (Eureka 147) serán, posiblemente, los primeros sistemas que empiecen a explotarse comercialmente en Europa (en Corea su comercialización se ha visto frenada por las discrepancias entre proveedores de contenidos, que quieren que los servicios sean gratuitos, y operadores móviles). Pero no parece probable que sea una alternativa ‘perdurable’: su prognosis a medio plazo, por sus limitaciones técnicas, no es muy buena. Puede ser, en todo caso, una solución transitoria. Su despliegue sólo se ha planteado en países en los que la infraestructura de radio digital DAB está ya muy desarrollada (caso del Reino Unido o Alemania) o en aquellos en los que se ha optado por el estándar americano de TV digital terrestre, ATSC, que no soporta movilidad, como Corea del Sur.

Estos sistemas pueden operar en banda III VHF (170-240 MHz) o en banda L (1452-1477 MHz), ninguna de las cuales está libre de problemas. La primera porque impide la utilización de antenas integradas y da lugar a móviles poco, digamos, estéticos; la segunda, porque su proximidad a la banda de operación de GSM 1800 puede suponer problemas en los terminales, además de tener peor cobertura. Actualmente hay dos alternativas técnicas, T-DMB, desarrollada en Corea por ETRI y varios suministradores, y DAB-IP, desarrollada por BT y basada (resulta obvio decirlo) en IP, como ocurre con DVBH (y por tanto más adecuada para servicios tipo IP-Datocast).



Figura 51. Dispositivos DVB-H y T-DMB

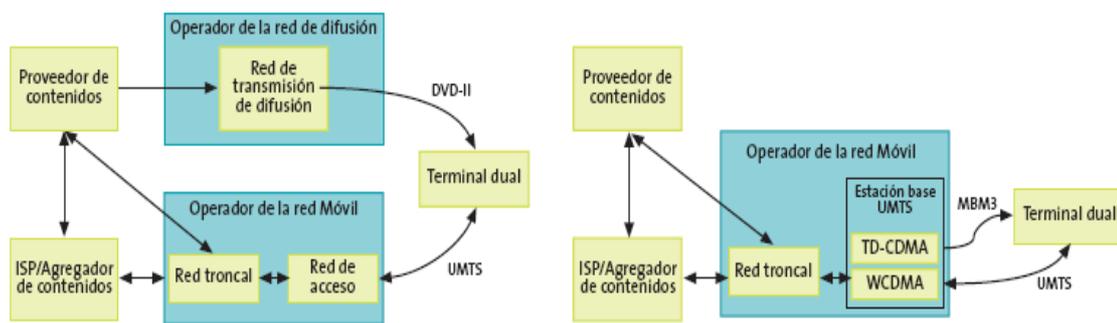
Otra opción es la utilización de sistemas que emplean una infraestructura propia, incluidas las frecuencias de emisión. Es el caso de Modelo, la empresa creada por Crown Castle en Estados Unidos para comercializar servicios basados en DVB-H, o de MediaFLO, impulsada por Qualcomm con una tecnología en principio propietaria y que ahora está intentando estandarizar a través del FLO Forum y de NTIA. En ambos casos está previsto utilizar una frecuencia no estándar, adquirida en los procesos de subasta. Estos sistemas, además, no se pueden beneficiar de las economías de

escala de otras alternativas. Por ejemplo, el sintonizador de DVB-H es básicamente el mismo que se utiliza en DVB-T, lo que es una buena cosa<sup>2</sup>. Además existe una cierta incertidumbre acerca de los servicios que utilizarán las bandas adyacentes y que pueden resultar potencialmente interferentes. Por otro lado, el integrar un receptor de MediaFLO en un terminal que opere en la banda de 850 MHz va a implicar, sin duda, una dificultad técnica importante por la proximidad entre la frecuencia de recepción de TV y de transmisión del móvil, lo que puede dar lugar a problemas de bloqueo.

Los sistemas por satélite ya se están utilizando en Japón y Corea del Sur, y se está investigando y desarrollando esta opción en Europa (promovidos por Alcatel) o en la India (como se recoge en el boletín de esta semana). En principio podría ser una alternativa muy adecuada para países muy extensos, como China o Estados Unidos, especialmente en áreas rurales. Este tipo de sistemas, basados en satélites geoestacionarios, son posibles por los grandes avances de los reflectores en los satélites (una nueva aplicación civil de una tecnología de origen militar). Teóricamente, su mayor ventaja es no requerir un despliegue terrestre. Sin embargo, la experiencia coreana, donde ya se comercializan los servicios, indica que para ofrecer servicios en entornos urbanos o que presenten algún tipo de obstrucción es necesario implementar una infraestructura terrestre complementaria. Lo que no está claro es qué tecnología se empleará. En Estados Unidos existe una probabilidad bastante grande que se adapten los sistemas de difusión de radio digital por satélite americanos, XM y Sirius, para la distribución de vídeo o TV digital.

Por último, hay que considerar, y hacerlo muy seriamente, si se es operador móvil y se dispone de espectro UMTS no pareado, la opción de implantar el sistema MBMS con tecnología TD-CDMA (la variante TDD de UMTS, aunque en este caso no habría duplexación). Según sus promotores, permite una eficiencia espectral del orden de 1bit/s/Hz, similar a la de DVB-H y superior a la de MBMS en modo FDD (hay razones técnicas que justifican esta mayor eficiencia). Esta opción presenta importantes atractivos, el mayor de los cuales es que permite al operador controlar prácticamente toda la cadena de valor, ya que se utilizaría la propia red móvil como infraestructura de transmisión. Por otra parte, da salida a una parte del espectro que ahora mismo no se está utilizando apenas. Si se busca ofrecer distintos tipos de servicios en función de la zona, una mayor localización, esta opción sería la más adecuada. Un problema básico, sin embargo, es que de momento sólo la soporta un único fabricante, IPWireless, que además no es un fabricante importante (todavía depende del capital riesgo para su financiación) y que, a corto plazo, se enfrenta a retos importantes que pueden poner a prueba su capacidad (debe suministrar durante este año 3000 emplazamientos a IP Mobile para dar cobertura a las tres principales ciudades de Japón). Posiblemente si esta tecnología la propusiera Nokia o Ericsson la situación cambiaría radicalmente.

Ciertamente, la competencia entre tecnologías es buena porque fomenta la innovación y facilita que los mejores productos lleguen a las manos de los consumidores. Incluso se podría argumentar que, al contrario de lo que ocurre con otros servicios móviles, en este caso la utilización de un mismo estándar no es imprescindible para el despegue de éste, ya que, al ser un servicio de difusión, no se producen economías de red (el valor del servicio para el usuario no es mayor cuanto mayor sea el número de personas que lo utilizan). Sin embargo, a nadie le gustaría terminar con el equivalente a un vídeo Betamax.



*Cadena de valor para TV móvil basada en DVB-H y en MBMS*

**Figura 52.DVB-H y MBMS**

La cuestión es que, a pesar del revuelo mediático, el despliegue de la TV digital móvil a corto plazo y en casi todas sus opciones se enfrenta a un problema de solución nada sencilla: la escasez de espectro para soportar los servicios. El espectro de TV, abundante en teoría, no empezará a estar disponible hasta el apagón analógico, y habrá que ver entonces como se asignan las frecuencias libres por parte de los reguladores (en Estados Unidos se ha fijado febrero de 2009 como fecha objetivo para el apagón analógico). ¿Y qué ocurrirá cuando se introduzca la televisión de alta definición? Disponer de sólo 5, 6 u 8 MHz para proporcionar todos los servicios y para todos los operadores (como ocurre con MediaFLO o los servicios DVB-H de Medeo en Estados Unidos) no parece suficiente para permitir una oferta competitiva. Y hay otro problema que no siempre se considera: la disponibilidad de decodificadores H.264 adecuados para su uso en móviles (el sistema de prueba que Telefónica Móviles España está utilizando el decodificador de Real Networks). El uso de este estándar es básico para poder ofrecer una experiencia de usuario buena sin sacrificar ancho de banda, sobre todo si se van a emplear pantallas de resolución CIF o QVGA. Adecuados significa que no penalicen la vida de las baterías, para lo que es necesario que el consumo de potencia asociado al proceso de decodificación no supere los 100 mW.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la misma infraestructura para la distribución de la TV digital móvil puede utilizarse para otro tipo de aplicaciones como actualizaciones de software, descargas de contenidos de alta difusión como periódicos digitales o incluso para la publicidad. Servicios de, quizás, un menor interés para el gran público, pero que pueden dejar márgenes más saludables que los de la TV digital (o, en la jerga de los consultores, ser más fáciles de ‘monetizar’). En este sentido, depender de la red de un tercer (de un difusor de TV) no es la mejor opción. Lo bueno de disponer de muchas alternativas es que también permite un mayor grado de flexibilidad al operador.

## CAPITULO 3.

### SITUACION ACTUAL DE LA DIFUSION DE TELEVISION Y VIDEO MOVIL

---

#### 3.1PROBLEMAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVICIO DE VIDEO MOVIL

Los fabricantes de equipos, así como los proveedores de servicios, desempeñan un papel destacado en los ensayos y lanzamientos comerciales de la televisión móvil en todo el mundo. Sin embargo, hasta ahora, el ritmo de introducción y aceptación de los servicios de televisión móvil en la Unión Europea ha sido lento. Los competidores de los principales socios de Europa, especialmente los asiáticos y estadounidenses, han hecho progresos importantes, y Europa corre el riesgo de perder su ventaja competitiva en el ámbito de los servicios móviles y de desaprovechar una gran oportunidad de crecimiento e innovación, si no imprime un impulso suficiente, junto con un grado adecuado de coordinación, a escala europea.

Esta es la razón por la que es necesario elaborar un plan para Europa. Hoy en día, el mercado de la televisión móvil se encuentra todavía en una fase incipiente: 2006 fue un año clave en términos de proyectos piloto y anuncios; en 2007 Italia, Finlandia, y, en menor medida, Alemania y el Reino Unido, prevén la explotación comercial y están previstos otros lanzamientos a nivel nacional en Alemania, Francia y España. Pero la adopción es muy lenta debido a la inseguridad tecnológica y reglamentaria. En general, 2008 se considera un año crucial para la adopción de la televisión móvil en la UE debido a la celebración de importantes eventos deportivos, como el Campeonato de Europa de fútbol y los Juegos Olímpicos, que representan una oportunidad única para que los consumidores conozcan y adopten nuevos servicios. Ofrecer a los ciudadanos europeos la oportunidad de acceder a estos servicios innovadores en 2008 y garantizar la participación de las empresas europeas en esta innovación son objetivos de interés público que justifican un enfoque proactivo de la Unión Europea.

Uno de los problemas con los que puede chocar la implantación de la televisión para móviles es la dualidad en las redes; por ejemplo en España el estándar elegido ha sido el basado en DVB-H, pero en otros países se está imponiendo el uso de la DMB, lo que puede suponer un problema a la hora de crear contenidos para móviles por parte de compañías multinacionales. En todo caso, a día de hoy ya son quince las propuestas de TV móvil en toda Europa; además, muchas grandes compañías, ajenas hasta ahora al negocio de los móviles, han comenzado a implicarse en este campo; tal

es el caso de Virgen que ha firmado un acuerdo con Microsoft y BT para desarrollar la primera cadena de televisión de emisión exclusiva para móviles.

### 3.1.1 La "pesadilla de la codificación"

A diferencia de los PC, no existen sólo un par de estándares de vídeo para móviles. Debido a la enorme diversidad de tamaños de pantalla y entornos de software, parece que cualquier empresa que pretenda enviar vídeo a los móviles necesita codificarlo en hasta 150 formatos distintos. Se calificó la situación como 'la pesadilla de la codificación'. Hay empresas que comienzan a ofrecer equipos servidores que codifican el vídeo en tiempo real a partir de uno o varios formatos básicos. Pero ello añade costes al modelo de negocio, y la codificación en tiempo real es de menos calidad que el vídeo codificado previamente, sobre todo cuando se trata de comprimirlo mucho, que es precisamente lo que las operadoras necesitan hacer para conservar ancho de banda.

### 3.2 ASUNTOS DE NORMALIZACION

Nos enfocaremos a los asuntos de normalización en Europa, ya que es donde la implementación lleva mayor adelanto y una vez que se aprueben las normas y llegue el momento de implementarse en el resto del mundo las normas Europeas se tomaran como base ,para realizar las normas y legislar la TV Móvil en el resto del mundo.

En 2006, la Comisión Europea de Telecomunicaciones inició el diálogo con los interesados para determinar y abordar los problemas relativos a los nuevos servicios de televisión móvil. En particular, los servicios de la Comisión facilitaron la creación de un grupo de coordinación sectorial, el Consejo Europeo de Radiodifusión Móvil (European Mobile Broadcasting Council , EMBC), un foro que reunió por primera vez a los principales agentes del sector, en concreto a los organismos de radiodifusión, los fabricantes, los proveedores de contenidos y los operadores de telecomunicaciones. El EMBC formuló recomendaciones sectoriales en marzo de 2007. También se consultó periódicamente a los Estados miembros sobre cuestiones específicas en el contexto de foros institucionales, entre ellos el Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico, el Comité del Espectro Radioeléctrico y el Comité de Comunicaciones[. La Comisión seguirá consultando a los interesados, incluidas las organizaciones de consumidores, e instará a la industria a seguir adelante con sus trabajos en materia de interoperabilidad, en particular a nivel de la transmisión y los servicios.

A raíz de esta consulta, se han identificado tres factores principales para el éxito de la introducción de la televisión móvil:

- los aspectos técnicos (normas/interoperabilidad);
- un entorno reglamentario que propicie la innovación y la inversión;
- garantizar un espectro de calidad para los servicios de televisión móvil.

Adoptar una norma técnica común para la televisión móvil reportaría ventajas importantes a la industria y los consumidores europeos. Daría seguridad a todos los agentes de la cadena de valor de la televisión móvil (fabricantes de equipos, desarrolladores de aplicaciones, organismos de radiodifusión, agregadores de

contenidos, operadores móviles) en relación con las decisiones tecnológicas. Sólo un entorno predecible puede favorecer la inversión en la producción de equipos y el desarrollo de servicios y contribuir de esta forma a conseguir las economías de escala necesarias para poner en marcha los servicios. La disponibilidad de equipos y servicios y una rebaja de los precios estimularán la demanda, lo que a su vez ayudará a conseguir una masa crítica que garantice la sostenibilidad de las empresas de televisión móvil .

El éxito universal del GSM, que colocó a Europa como líder mundial de las comunicaciones móviles, demuestra los beneficios que pueden obtenerse cuando todos los agentes del sector se ponen de acuerdo para desarrollar un nuevo servicio con una norma común. También en el ámbito de la radiodifusión existe un amplio consenso sobre normas comunes. Hoy en día, para cada plataforma digital en Europa, las técnicas de transmisión se basan en las normas correspondientes de la familia DVB, que también son promovidas activamente por la Comisión Europea en sus relaciones con terceros países y que cuentan con el apoyo de las actividades de investigación europeas. El consenso sobre una norma común facilitaría la capacidad de los receptores móviles de funcionar en toda la red de televisión móvil de Europa, infundiendo confianza a los consumidores. Para los responsables de la implementación de la televisión móvil sería más fácil tomar decisiones tecnológicas. El éxito del despliegue de los servicios de televisión móvil en Japón, Corea del Sur y los Estados Unidos radica en la existencia de una norma única.

Actualmente, existe un riesgo de fragmentación del mercado interior en Europa debido a la existencia de varias tecnologías de televisión móvil para las diferentes plataformas, por lo que los beneficios expuestos más arriba podrían no materializarse. Entre los ensayos y los lanzamientos comerciales basados en las tecnologías digitales terrestres, el sistema DVB-H es el que se utiliza en la mayoría de los países y el que se considera en general una norma abierta y sólida. Los demás ensayos y lanzamientos comerciales utilizan el sistema T-DMB. También empiezan a experimentarse otras tecnologías en Europa.

La Comisión es favorable a los enfoques dirigidos por el sector por lo que se refiere a la definición de normas y a los aspectos de interoperabilidad, en particular en el caso de tecnologías en rápida evolución. En el caso de la televisión móvil, el EMBC reconoció las ventajas de adoptar una norma común, que podría permitir notables economías de escala en Europa. No obstante, el EMBC no ha propuesto ninguna en concreto, por lo que se necesitan más esfuerzos en este terreno. Considerando la situación actual, el sistema DVB-H parece ser el aspirante con más posibilidades para el futuro despliegue de la televisión móvil terrestre en Europa . Es ya la norma que se utiliza más ampliamente en Europa y empieza a ser cada vez más popular en todo el mundo. Se han implantado alrededor de 40 redes piloto DVB-H para ensayos a nivel mundial, incluidos los EE.UU. y Asia, 25 de ellas en Europa. En la UE, ya se han realizado ensayos en 15 Estados miembros y ha sido Italia la pionera de la introducción comercial de los servicios DVB-H, seguida ahora de Finlandia. Francia, Alemania y España están adoptando medidas para abrir redes operativas de DVB-H en 2007.

Las razones por las que los agentes del mercado han elegido el sistema DVB-H en Europa son diversas . En primer lugar, el DVB-H es totalmente retrocompatible con el DVB-T. Ello reviste especial importancia en el panorama europeo de la transición a la radiodifusión digital, ya que el sistema DVB-T se utiliza para la transmisión digital terrestre en toda Europa. Por otra parte, en términos de conocimientos técnicos, los operadores tienen experiencia en la creación y operación de redes DVB-T. La mayoría de los fabricantes europeos, asiáticos y estadounidenses propone soluciones y equipos DVB-H, ya que se trata de un sistema completamente normalizado.

La Comisión considera, por consiguiente, que el DVB-H será básico para el éxito de la introducción y adopción de los servicios de televisión móvil terrestre en la UE. La Comisión fomentará el diálogo industrial, para poder conseguir un amplio consenso en torno a las implementaciones DVB-H. Para propiciar este consenso, la Comisión tiene la intención de dar los pasos necesarios para añadir el DVB-H a la relación de normas publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea. Incorporar este sistema a la relación de normas implica que los Estados miembros deberían fomentar su uso para la prestación de servicios de televisión móvil terrestre. La Comisión invita a la industria a resolver rápidamente cualquier problema pendiente en materia de derechos de propiedad intelectual relacionados con el sistema DVB-H. La Comisión continuará supervisando la situación en la UE y podrá presentar propuestas a mediados de 2008, incluidas, si procede, medidas para hacer obligatoria una norma abierta.

Además, la interoperabilidad sigue siendo un objetivo importante . Experiencias anteriores, concretamente en el ámbito de la televisión interactiva, han demostrado que una norma común no es en sí suficiente para garantizar la interoperabilidad, en particular para niveles superiores al transporte físico de la señal. Por tanto, la Comisión animará a los interesados a cooperar con el objetivo común de maximizar el acceso de los consumidores a los servicios, en especial basándose en normas abiertas.

Los enfoques nacionales para la autorización de servicios de televisión móvil varían considerablemente. En numerosos Estados miembros, la televisión móvil está sujeta al régimen general aplicable a la radiodifusión. En otros, no existen normas específicas, o todavía se está debatiendo el marco regulador de estos nuevos servicios. Hasta la fecha, se dispone de poca experiencia respecto a servicios de radiodifusión que utilicen exclusivamente la transmisión móvil (es decir, sin una licencia «tradicional» para la difusión de programas, en el marco de la legislación relativa a los medios de comunicación). Esta situación genera una gran inseguridad reglamentaria y, en algunos casos, un vacío legal que afecta negativamente a potenciales operadores de televisión móvil en el mercado interior.

La adopción de la televisión móvil necesita un marco reglamentario transparente y flexible .Si bien está claro que la decisión sobre la concesión de licencias sigue siendo una prerrogativa nacional, el sector espera una clarificación del marco en vigor, y desea disponer de un nivel razonable de seguridad al respecto, en particular a la hora de lanzar servicios de televisión móvil en diferentes Estados miembros.

Los regímenes de autorización de estos servicios deberán tener en cuenta las necesidades del mercado interior, y el objetivo debe ser procurar que existan

condiciones equitativas que permitan a los diversos agentes competir en condiciones similares. La coherencia entre los enfoques reglamentarios en la UE es necesaria para aclarar la normativa aplicable y crear un entorno que propicie la inversión y la innovación. La Comisión considera que la televisión móvil es un servicio naciente y que no conviene imponerle obligaciones inadecuadas. Por ejemplo, no se pueden imponer obligaciones de transmisión ( must carry ) a un servicio naciente, y otras obligaciones tradicionales de difusión pueden no resultar adecuadas para la televisión móvil. Se invita a los Estados miembros a identificar y eliminar estos obstáculos normativos. Por otra parte, los Estados miembros no deberían prohibir el uso compartido de infraestructura y deben fomentar la ubicación cuando sea necesaria para facilitar el desarrollo de la red e imponerla si así lo exige la protección del medio ambiente.

En el ámbito de la normativa y los regímenes de autorización, la Comisión fomentará los contactos entre los Estados miembros con objeto de intercambiar información y determinar las mejores prácticas. La Comisión proporcionará orientaciones sobre problemas reglamentarios, en su caso a través de directrices y recomendaciones.

Uno de los factores clave para el éxito de la implantación de la televisión móvil es el acceso al espectro radioeléctrico. El espectro es un elemento fundamental para los servicios de televisión móvil, que incide en la interoperabilidad, la facilidad de uso para el consumidor y los costes para los operadores. Es preciso que los Estados miembros y la Comisión Europea reflexionen juntos con el fin de acordar una política en materia de espectro que ofrezca el elevado nivel de coordinación que desean los consumidores y la industria. Existe un amplio consenso entre los Estados miembros sobre los beneficios que podrían derivarse de un enfoque paneuropeo de este tipo.

Teniendo en cuenta la diversidad de necesidades de espectro, un desafío clave en esta fase del ciclo de innovación es garantizar que los tipos de recursos de espectro necesarios puedan estar disponibles sin demora en el mayor número posible de regiones europeas. Por consiguiente, es esencial que los Estados miembros garanticen cuanto antes la disponibilidad de espectro para la televisión móvil en las bandas adecuadas.

Un elemento clave a tener en cuenta es el paso a la televisión digital en Europa, que está en una fase muy avanzada en algunos Estados miembros, y el «apagón» analógico previsto para 2012. Este proceso liberará grandes cantidades de espectro de gran valor (el denominado dividendo digital ). Un enfoque coordinado en la atribución de este espectro a nivel europeo es esencial para aprovechar el cambio a la tecnología digital y para permitir la implantación de servicios nuevos e innovadores en toda la Unión. La televisión móvil es uno de los principales servicios que podrían beneficiarse del dividendo digital. Obviamente, también deben considerarse otras bandas de frecuencias, así como cuestiones de plazos y viabilidad. Igualmente, será necesario reflexionar sobre los requisitos transfronterizos .

El espectro en la banda UHF (470-862 MHz) se considera el más idóneo para los servicios móviles multimedia, debido a sus características técnicas. Asimismo, ofrece ventajas por la compatibilidad entre los sistemas DVB-H y DVB-T. Sin embargo, la utilización de este espectro se ve limitada por la divergencia de las políticas nacionales

relativas al dividendo digital y por la falta de coordinación a nivel de la UE. La Comisión insta a los Estados miembros a poner a disposición de los servicios de televisión móvil una parte de la banda UHF a medida que se vaya liberando. Los servicios de la Comisión han pedido a los Estados miembros que evalúen la viabilidad de destinar una sub-banda a la televisión móvil en el dividendo digital. En una Comunicación de la Comisión sobre el dividendo digital , prevista para finales de 2007, se expondrá la estrategia de la Comisión para la utilización del espectro liberado por el abandono de los sistemas analógicos, en particular en la banda UHF.

Por otra parte, la Comisión está trabajando ya con los Estados miembros para conseguir que al menos algunas frecuencias armonizadas queden disponibles para que los servicios de televisión móvil puedan empezar a funcionar. La denominada banda L (1452-1492 MHz), que en algunos Estados miembros se utiliza actualmente para la radio digital DAB[22], puede constituir una solución alternativa en algunos mercados donde no existe ningún otro espectro disponible. La Comisión ha propuesto abrir la utilización de esta banda con el fin de acomodar una gama más amplia de tecnologías, incluidos los servicios móviles multimedia.

La presente Comunicación se centra en cuestiones relativas al marco reglamentario de la UE para las comunicaciones electrónicas (tecnología, regímenes de autorización y política del espectro). No obstante, el éxito del despliegue y la adopción de la televisión móvil depende básicamente de otros elementos, como la disponibilidad de contenidos . La propuesta de una nueva Directiva sobre los servicios de medios audiovisuales debe permitir la creación de un marco modernizado aplicable también a los contenidos de la televisión móvil, ya sean difundidos o a la carta.

Otro desafío clave es ofrecer contenidos de calidad para la televisión móvil sobre una base flexible que supere plataformas y fronteras, garantizando al mismo tiempo una retribución adecuada de los titulares de derechos. Para poder disfrutar de la televisión móvil en cualquier momento, en cualquier lugar y mediante cualquier dispositivo es imprescindible un enfoque y una estrategia en materia de derechos de autor, lo que podría incluir en particular derechos de licencia a nivel paneuropeo.

En 2007 se adoptará una Comunicación de la Comisión sobre los contenidos en línea que abordará algunos de estos problemas y será también pertinente para la televisión móvil.

La televisión móvil es una nueva plataforma de convergencia sumamente prometedora que puede desempeñar un importante papel al combinar el mundo de las telecomunicaciones y el audiovisual. La convergencia es un concepto central de la iniciativa de i2010, que aporta a Europa nuevas oportunidades empresariales, nuevos empleos y nuevos servicios a los consumidores, contribuyendo de este modo a la competitividad y el bienestar europeos. Para culminar con éxito la introducción y adopción de la televisión móvil en la UE se necesita el apoyo y la cooperación activa de todos los interesados. Se resumen a continuación las principales acciones que deberán emprenderse.

Se invita a los Estados miembros a:

- facilitar el despliegue de la televisión móvil, teniendo en cuenta la necesidad de garantizar la máxima interoperabilidad; ello implica también favorecer la aplicación del sistema DVB-H en su territorio;
- instaurar un entorno reglamentario propicio a la prestación de servicios de televisión móvil y coordinarse para intercambiar las mejores prácticas en materia de regímenes de autorización;
- poner lo antes posible espectro a disposición de la radiodifusión móvil, incluida la banda UHF a medida que se vaya liberando.

Se invita a la industria a:

- trabajar para conseguir la máxima interoperabilidad, en particular favoreciendo el consenso en torno a una norma abierta común (DVB-H);
- contribuir al éxito de la implantación en Europa de la televisión móvil, a través del diálogo y la cooperación permanentes, en caso necesario.

La Comisión:

- fomentará el consenso en torno a una norma abierta común; entre las medidas específicas que adoptará cabe citar el fomento del diálogo sectorial y la preparación de la inclusión del sistema DVB-H en la relación oficial de normas de la UE;
- supervisará la ejecución de la medida anterior por los Estados miembros y podrá presentar propuestas a mediados de 2008, incluidas, si procede y es necesario, medidas para hacer obligatoria una norma abierta;
- proporcionará orientaciones para un marco coherente aplicable a los regímenes de autorización en toda la UE; identificará las mejores prácticas en la UE y fomentará su adopción por los Estados miembros;
- definirá una estrategia comunitaria para el «dividendo digital» (banda UHF) que incluirá la oferta de espectro a los servicios de radiodifusión móvil.

Es probable que la Comisión Europea publique un documento en el que muestre su apoyo al estándar DVB-H (Digital Video Broadcast-Handheld) para TV móvil frente a alternativas como MediaFlo –impulsada por Qualcomm- o T-DMB (Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting), utilizada en Corea del Sur. Se tratará de un gesto que no es de extrañar si se tiene en cuenta el respaldo del ETSI o los intereses de compañías como Nokia y otros grupos europeos en la promoción del estándar. Pero mientras llega el apoyo institucional, la televisión móvil con DVB-H es ya una realidad en algunos países como Albania, Finlandia o Italia. Precisamente, Italia fue pionero con la puesta en marcha en julio del pasado año con motivo del Mundial de Fútbol de la plataforma 3 Italia, que superó los 600.000 suscriptores de TV móvil DVB-H. Actualmente, ofrece 12 canales digitales móviles.

### 3.3EQUIPO

#### 3.3.1 Samsung SGH-P900, disponible para el Mundial

El título de primer teléfono con el estándar T-DMB (Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting) de Europa lo ostenta, según **Samsung**, su SGH-P900. Su pantalla se

levanta y gira hasta colocarse en posición panorámica y así disfrutar de la TV móvil. Este terminal, probado ya en Alemania y Francia, será lanzado el segundo trimestre de 2006, para que los usuarios puedan seguir la Copa del Mundo de Fútbol de Alemania en su teléfono. Su pantalla tiene un tamaño de 2,2 pulgadas. Sus dimensiones son 94,5 x 47,5 x 26,6 mm y pesa 124 gramos. Dispone de cámara de 2 megapíxeles, reproductor multimedia y soporta tarjetas de memoria (microSD). Es de destacar que Samsung ha presentado en el 3GSM siete dispositivos, para todas las plataformas de emisión móvil: T-DMB, S-DMB, DVB-H y MediaFLO.



N92

### 3.3.2 Nokia N92, el de la serie N con tele

En el 3GSM de Barcelona también hemos podido ver la tele en directo en el N92 de **Nokia**, un terminal que llama la atención a primera vista por su diseño, muy apropiado para la finalidad con la que ha sido creado. El dispositivo se abre y su generosa pantalla de 2,8 pulgadas queda sobre el teclado, todo en posición horizontal. Un móvil DVB-H que pesa 191 gramos, sus dimensiones son: 107,4 x 58,2 x 24,8 mm y que cuenta con reproductor digital integrado, ranura para tarjetas de memoria y una cámara de 2 megapíxeles con zoom digital 4x. Ofrece 4 horas de autonomía viendo la tele.



### 3.3.3 V9000, el todo en uno de LG

Otro de los fabricantes que ha sabido sorprender en la Feria de Barcelona con su móvil con tele ha sido **LG**. El V9000 es, según la compañía, el primer Terminal UMTS DMB del mundo compatible con DAB (Eureka-147). Dispone de pantalla panorámica convertible y ofrece tres horas consecutivas de televisión. Permite grabar hasta 60 minutos de vídeo. Integra chip receptor y decodificador AV DAB/DMB, desarrollado por LG, lo que hace que el V9000 ofrezca gran calidad de imagen y sonido envolvente 3D. Además, el móvil cuenta con cámara de 1,3 megapíxeles y reproductor MP3. Sus dimensiones son 103 x 50 x 23,5 mm. LG realiza diariamente en el Congreso demostraciones de teléfonos con tecnología DVB-H, MediaFLO y DMB terrestre y satélite.

### 3.3.4 Panasonic FOMA P90LiTV, negro y blanco

Este móvil de Panasonic ofrece una pantalla giratoria de 2,5 pulgadas, para que el usuario disfrute de la televisión digital en su móvil en formato horizontal. La autonomía de este terminal es de 2,5 horas de visionado continuo de televisión. Además, entre

las características del FOMA P90LiTV destaca que incorpora una cámara de 2 megapíxeles. Disponible en negro y en blanco.



### 3.3.5 El voluminoso SAGEM myMobile TV

SAGEM, por su parte, cuenta con un voluminoso móvil, con antena desplegable y totalmente compatible con DVB-H (estándar que es la adaptación de la norma para la Televisión Digital Terrestre al móvil). Se llama myMobile TV y dispone de pantalla de alta resolución de 262.000 colores, cámara de 1,3 megapíxeles, reproductor digital de audio y vídeo y soporta tarjetas de memoria microSD. Su peso con batería es de 125 gramos y sus dimensiones 20,8 x 47 x 115 mm. Su autonomía en modo conversación en de 5 horas.

### 3.3.6 Motorola y su prototipo

Motorola no ha querido ser menos que sus competidores y aunque aún no dispone de un teléfono con la posibilidad de ver televisión listo para ver la luz en el mercado, ha llevado un prototipo con el que poder enseñar a los visitantes que ellos no son menos y que también están trabajando en ello. Este dispositivo ha adoptado el estándar DVB-H y destaca por dar prioridad a la imagen con una gran pantalla, sus reducidas dimensiones y por contar con los botones de control justos, a la vista.



### 3.3.7 Samsung SCH-B340, el más fino con tele

SCH-B340

Como ya hemos dicho más arriba la oferta de Samsung en lo que se refiere a móviles con tele es bastante amplia. Otra de las estrellas que ha presentado es el SCH-B340, que presume de ser el más delgado con tele hasta el momento, algo que avalan sus 17,5 mm. Se trata de un terminal S-DMB (Satellite Digital Multimedia Broadcasting) con una cámara de 2 megapíxeles y una pantalla de 2,15 pulgadas. Dispone de reproductor MP3, 100MB de memoria de usuario y ranura para tarjetas de expansión (microSD). Su peso es de 115 gramos y sus medidas 52,5 x 100,1 x 17,5 mm.

### 3.3.8 Nokia N77



*El Nokia N77 es el modelo dentro de la Nseries destinado para disfrutar de la TV en el móvil gracias a su receptor DVB-H integrado.*

Mas que un celular este producto podríamos decir que es un TV de bolsillo, como no podría ser de otra manera cuenta con una excelente pantalla plana de 2,4” en formato amplio de 16:9, 16 millones de colores y sonido estereo de alta calidad.

Pero Nokia nos tiene acostumbrados a no descuidar otros aspectos y es por eso que además cuenta con otro punto fuerte, la música, puede reproducir archivos MP3/AAC/AAC+/eAAC+ y WMA que podremos escuchar con nuestros auriculares de siempre gracias a su conector estandar de 3,5 mm, si lo que tiene en el terminal no te convence y no hay nada para ver en la tele puedes escuchar radio ya que trae incorporada una radio FM.

Para soportar toda esta cantidad de información multimedial tiene una memoria interna es de 2 GB y por si te falta capacidad tiene un slot para tarjetas microSD.



En cuanto a las prestaciones de "Celular" es un modelo tribanda GSM con 3G, está basado en S60 3rd Edition, esta equipado con una cámara de 2 megapixels que alcanza una resolución de 1600×1200 pixels. Soporta Java MIDP 2.0 y CLDC 1.1 y dispone de un browser WAP 2.0 con XHTML Mobile Profile (MP). En el frente posee otra cámara para videollamadas.

Llegó durante el segundo trimestre de 2007 en países con servicio DVB-H, se estima que su precio liberado será de unos 370 euros.

La característica que hace del N77 uno de los telefonos mas esperados es su pantalla de 2.4 Pulgadas Otras características mas “regulares” son cámara de 2MP, sintonizador para TV Mobil DVB-H, y EDGE. Las dimensiones son 111 de alto, 50 de ancho y 19 mm de espesor, y pesa 115 gramos.

### 3.4 MODELOS DE NEGOCIO

La tv móvil proporciona un nuevo modelo de negocios: puede recibirse en la calle, en el autobús, en salas de espera, los parques y virtualmente cualquier sitio fuera de la casa, por ello, aseguran que este será el mejor canal de difusión de entretenimiento personal.

En la mayoría de las pruebas de Nokia el modelo del negocio se basa en el pago de suscripción, pero se están probando otros métodos del pago.

En el caso mexicano podría incluirse en paquetes con servicios gratuitos, servicios premium y de pago por evento (PPV).

Nokia considera que las televisoras necesitarán establecer un nuevo modelo de negocios para este nicho, trabajando con los proveedores de contenido y los operadores de redes móviles pues el sistema DVB-H puede utilizar las redes existentes tanto en radiobases como en transmisor que aunado a los esquemas de IP Datacast podrá crearse un nuevo y enorme mercado.

El IP Datacast integra el servicio de difusión punto-multipunto con un canal interactivo de respuesta proporcionado por el operador de telefonía móvil.

Con ello, los operadores podrán ofrecer a los espectadores la oportunidad de actuar recíprocamente con la programación votando en encuestas o llamando para concursos, pero también para pedir productos y servicios, o visitar los sitios web con distintos contenidos digitales.

El IP datacast también permite enlazar los sistemas de la facturación y de comercio electrónico del operador de red móvil y proporciona otros servicios como guías interactivas de usuario o medición de audiencias en tiempo real.

Nokia y Motorola han anunciado un acuerdo de colaboración para lograr la interoperabilidad de sus servicios de red y dispositivos móviles con capacidad para la tecnología DVB-H (Digital Video Broadcast - Handheld). El acuerdo se enmarca dentro de una acción para fomentar la adopción de los servicios de difusión de televisión en el móvil y acelerar, de esta manera, su despliegue. Los dos fabricantes trabajarán conjuntamente para ofrecer apoyo a las soluciones basadas en los estándares abiertos DVB-IPDC, disponibles para los operadores interesados en el despliegue de servicios de televisión móvil y en las pruebas que se realizarán durante el año 2006 y en el futuro.

Según ha indicado Informa, el mercado de la televisión móvil se encuentra preparado para experimentar un enorme crecimiento, y se espera que en el año 2010 se hayan vendido más de 50 millones de dispositivos móviles con capacidad DVB-H en todo el mundo. El despliegue de servicios para televisión móvil ofrecerá nuevas oportunidades en toda la cadena de valor, incluyendo compañías de difusión, contenidos, proveedores de servicios móviles, fabricantes de infraestructuras y dispositivos, y proveedores de tecnología. La disponibilidad de dispositivos y servicios con capacidad DVB-H que puedan funcionar entre sí es un factor clave para permitir una mayor apertura del mercado.

Nokia y Motorola apuestan por la tecnología DVB-H al considerarla como la más efectiva para la difusión de televisión móvil. La tecnología DVB-H ofrece una gran calidad y un excelente nivel de servicio, además de permitir un bajo consumo de la batería y una capacidad para recibir emisiones de TV mientras que, al mismo tiempo, se utilizan otros servicios móviles en el dispositivo como, por ejemplo, los de telefonía y acceso a Internet.

En un esfuerzo por promover una mayor adopción de servicios de difusión de TV móvil y acelerar el despliegue de los mismos, Motorola y Nokia anunciaron que trabajarán de manera conjunta con miras a lograr interoperabilidad entre sus dispositivos móviles y servicios de redes aptos para DVB-H (Difusión de Video Digital para Dispositivos Móviles).



Los operadores a nivel mundial están evaluando la difusión de TV móvil como un servicio atractivo que se ofrecerá a sus suscriptores – y la interoperabilidad desempeñará un papel clave para llevar estos servicios más rápidamente al mercado,” afirmó Rob Bero, Director de Tecnologías de Difusión de Motorola. “Como líder vocal en estándares abiertos, incluida la tecnología DVB-H, estamos muy complacidos de poder trabajar con Nokia para ofrecer soluciones interoperables de redes y dispositivos que ayudarán a los operadores a ofrecer lo último en experiencia móvil a los consumidores.

Los servicios de TV móvil comercial están a punto de lanzarse en varios mercados a nivel mundial. Para que el servicio de TV móvil sea un éxito rotundo, necesitamos dispositivos y sistemas móviles interoperables que ofrezcan la mejor experiencia a los consumidores y permitan una divertida difusión de TV en vivo cuando y donde lo deseen, redefiniendo las horas de mayor audiencia y el contenido de programas de televisión. Nokia está feliz de ver que la tecnología DVB-H tiene y tendrá un amplio respaldo por parte de los actores de la industria, incluidos Motorola y Nokia, de llevar al mercado la TV móvil”, señaló Harri Männistö, Director de Experiencias Multimedia de Nokia.

"Operadores de todo el mundo están evaluando las emisiones de televisión móvil como un nuevo y atractivo servicio que pueden ofrecer a su base de abonados – y la interoperabilidad tendrá un papel clave en este terreno para agilizar la comercialización de estos servicios," ha afirmado Rob Bero, Director de Tecnologías de Difusión en Motorola. "Como empresa líder en estándares abiertos –incluyendo el de la tecnología DVB-H-, estamos encantados de colaborar con Nokia para ofrecer unas soluciones de red y unos dispositivos que puedan funcionar de forma conjunta para, de esta manera, ayudar a los operadores a ofrecer a los consumidores la mejor experiencia en televisión móvil".

"Los servicios comerciales de televisión móvil serán lanzados a corto plazo en varios mercados del mundo. Para lograr su éxito, es necesario contar con sistemas y dispositivos que funcionen entre sí, garantizando a los consumidores la mejor experiencia, además de conseguir que la emisión sea de calidad, en el lugar y en el

momento que lo desee el usuario, redefiniendo las horas de máxima audiencia y los contenidos de los programas de televisión. Desde Nokia, nos alegramos al ver que la tecnología abierta DVB-H tiene y tendrá un apoyo generalizado por parte de las empresas del sector, incluyendo Motorola, para ofrecer servicios de televisión móvil al mercado," ha afirmado Harri Männistö, Director de Experiencias Multimedia en Nokia.

Además de ofrecer apoyo a los operadores móviles para el lanzamiento de servicios de televisión en el móvil basados en las tecnologías ya existentes en sus redes, Nokia y Motorola están llevando a cabo una serie de acciones que facilitarán la estandarización y el desarrollo tecnológico permanentes para obtener el máximo provecho de la difusión de televisión móvil. Ambas compañías colaborarán para permitir la interoperabilidad, utilizando el estándar abierto DVB-IPDC, y planean continuar participando en las acciones llevadas a cabo por todo el sector para lograr el funcionamiento conjunto de sistemas y dispositivos dentro de los organismos encargados de la estandarización.

#### 3.4.1 Comercialización de las Tecnologías.

¿Por qué es importante atacar el mercado de la TV móvil? Porque tiene el potencial de convertirse en una fuente de ingreso muy interesante. Los usuarios de teléfonos móviles se están convirtiendo en un mercado muy amplio para aplicaciones de video por demanda, pues en casi todo el mundo están dispuestos a pagar uno o dos dólares por piezas de video con un límite práctico de tres minutos de duración y con la calidad que puede esperarse de flujos que generalmente no usan un ancho de banda superior a 192Kbps.

Mientras en nuestros países los usuarios llenan la limitada memoria de sus teléfonos móviles con los *clips* que compran o consiguen "por ahí", la industria está buscando otros frentes para promover el desarrollo de la TV móvil.

Europa ya cuenta con una variante de DVB que permite implementar aplicaciones móviles; Qualcomm y los principales fabricantes de teléfonos asiáticos promueven en Estados Unidos el sistema Media-FLO y quizás un poco tarde- empieza a vislumbrarse la posibilidad de que en el universo ATSC aparezcan sistemas viables para implementar aplicaciones móviles. Y mientras todos pensábamos en la TV móvil desde la perspectiva de teléfonos o televisores de bolsillo, el mundo de los *PodCasts* se tomó por asalto la industria del entretenimiento en menos de dos años.

Como siempre, resulta riesgoso hacer predicciones. Pero en este caso creo que podemos asegurar sin temor a equivocarnos que el negocio de la TV móvil va a tomar un carácter muy diferente en los próximos años: los receptores no van a ser únicamente los teléfonos móviles. Tal como están las cosas, agregar un sintonizador a un iPod o a un computador de mano es un problema de 30 o 40 gramos de peso, la industria de electrónica de consumo podría habilitarse en cuestión de meses para producir televisores de bolsillo en gran escala y es perfectamente posible que los sistemas de video de los automóviles también operen como receptores de TV.

Otro de los futuros posibles para el negocio de la TV móvil es la posibilidad de replicar el contenido de una PVR en un dispositivo portátil -- algo así como "lleva a TiVo en tu bolsillo". Después de todo, si sincronizamos una computadora de mano con el contenido de la PC, ¿Porqué no pensar en llevar nuestros programas favoritos a todas partes? Este modelo parece especialmente viable en un mundo en el que las computadoras personales tienden a convertirse en centros de entretenimiento, con el potencial de funcionar como administradores de la oferta televisiva. Nota al margen:

Extractar el contenido encriptado de las PVRs comerciales es una de las actividades favoritas de la comunidad *hacker* por estos días... luego la demanda existe.

Todo lo anterior nos lleva a un punto muy importante: convertirnos en proveedores de contenido para teléfonos móviles es solo una parte del asunto. Después de todo el negocio de los celulares tiene un problema muy serio: siempre habrá que contar con los mismos socios, los dueños de la red. Y esta limitación hace que en muchas partes del mundo los dueños del contenido renuncien a este mercado simplemente porque la virtual obligación de compartir las utilidades con los operadores telefónicos hace que el negocio no resulte atractivo.

Sin embargo muchas empresas, incluso pequeñas compañías que no vienen del mundo de la TV convencional, están logrando crear modelos de negocio que aseguran una rentabilidad razonable atacando el mercado de contenido temático: material "frío", de bajo costo y atractivo limitado. Y para bien o para mal, no hay que olvidar que estos proveedores de contenido "frío" suelen ser muy amigos de los negocios "calientes", pues también manejan el floreciente negocio de contenido "para adultos". Estas operaciones han logrado cierta penetración en nuestra región mediante la distribución de contenido vía web o logrando acuerdos favorables con los operadores de telefonía que también necesitan agregar servicios a su red para hacerse competitivos.

Pero en general el negocio real de TV-por-teléfono va despacio. Los grandes eventos deportivos, las noticias y los concursos no llegan a nuestros teléfonos dentro de plazos de tiempo que permitan calificarlos como televisión porque el resumen del evento que llega cuatro horas tarde no se percibe como televisión, se percibe como un documento. Y esto nos lleva a uno de los factores más importantes para el desarrollo de la TV móvil: Si queremos ofrecer servicios que los usuarios acepten como TV debemos apuntar a conservar uno de los valores más importantes de la TV abierta: la inmediatez.

Uno de los vicios más frecuentes de los operadores de TV en nuestra región, especialmente en los mercados pequeños, es la tendencia a subestimar los problemas técnicos. En los últimos meses he conocido a tres o cuatro importantes productores de TV que frente a la oportunidad de involucrarse en el negocio de generación de contenido para TV móvil deciden invertir la monumental suma de US \$ 30 para adquirir una licencia de QuickTime Pro y dedicarse a crear clips de video 3GPP -- solamente para descubrir que el tema de la codificación del material es lo menos importante.

El tema es el *repurposing*, el arte o ciencia de reempaquetar el contenido para venderlo en otro mercado. Se supone que la oportunidad de negocio para los productores de contenido radica en que *ya están produciendo el material*. Y ese material pierde vigencia con el tiempo, luego es muy importante implementar plataformas que permitan asegurar tiempos de respuesta extraordinariamente cortos. Y además de procesar el material para entregarlo en el formato adecuado y en un tiempo razonable es indispensable asegurarnos de poner el material en manos de los operadores de la red en un tiempo mínimo.

¿Adónde nos lleva todo esto? Esencialmente a que además de montar una operación de producción de contenido móvil tenemos que solucionar una serie de problemas en el mundo de la tecnología de la información. Si nuestro sistema de transporte de información no es eficiente, nuestro material "se enfría" y pierde valor.

Los productores que piensan que pueden tomar las noticias del día, ponerlas en un disco CD-R y mandarlas al día siguiente por la mañana al operador de telefonía móvil, no tienen mucho futuro en el negocio de la TV móvil. Para que una operación de *repurposing* sea exitosa, es indispensable pensar en montar una operación de producción de contenido móvil simultánea con la existente -- con el agravante de que

la codificación de grandes volúmenes de material para su distribución en redes 3G puede llegar a convertirse en un cuello de botella monumental.

El productor de contenido móvil enfrenta varios problemas técnicos importantes. Para empezar, la gran mayoría de teléfonos móviles disponibles no manejan video en proporción 4:3 , ni en 16:9. Las pequeñas pantallas de los teléfonos móviles no son muy amigas de los planos generales -- y las redes telefónicas tampoco. En el mundo real es muy frecuente que el ancho de banda del material llegue a niveles inferiores a 96Kbps, definitivamente insuficientes para apreciar las sutilezas de una panorámica de estadio de fútbol, por ejemplo.

Todo lo anterior nos lleva a una conclusión importantísima: el contenido móvil requiere un procesamiento especial para su uso. Tomar el material "del aire" y simplemente cambiarlo de medio no va a servir para producir contenidos atractivos.

El tipo de procesamiento que se requiere para aplicaciones de contenido móvil puede realizarse en muchas plataformas de edición no lineal. Se trata de reeditar el material considerando las restricciones de la plataforma. Con frecuencia será necesario reencuadrar las imágenes, aplicar efectos 2D para convertir un movimiento de cámara en un plano estático o manipular el audio para que resulte inteligible cuando se transmita usando un ancho de banda ridículamente bajo.

En NAB 2006 Snell&Wilcox presentó una plataforma para la producción de contenido móvil que tiene muchas posibilidades de convertirse en un estándar de la industria. Helios es un sistema de producción extraordinariamente robusto que incluye las herramientas necesarias para postproducir el contenido móvil y ponerlo "en la red" con tiempos de procesamiento realmente bajos y resultados de excelente calidad, dentro de lo posible.

La premisa básica de Helios es que el material debe procesarse en función de obtener la mejor calidad posible con el ancho de banda del que se dispone. Y para lograrlo Snell&Wilcox decidió llevar al mundo del *software* uno de sus principales activos: más de 20 años de experiencia en procesamiento digital de señales, conversiones y transcodificación de material. Helios permite escalar material, corregir color, reparar defectos, reducir ruido, reencuadrar y aplicar efectos para reducir el detalle --y así mejorar el uso del ancho de banda.

Un ejemplo típico de las posibilidades de Helios podría venir de la edición de un partido de fútbol. Usando las herramientas incluidas con Helios es posible procesar un plano abierto de un jugador, hacer *tracking* del balón y convertirlo en una imagen de excelente calidad para la pantalla de un dispositivo móvil. Un operador experimentado puede procesar una toma de este estilo en cuestión de segundos: Todo se reduce a definir un área de interés, establecer si se quiere reducir el detalle del fondo y si es necesario hacer ajustes a la secuencia compuesta que Helios propone casi en tiempo real. Una vez terminado el proceso simplemente se envía el archivo resultante al distribuidor mediante una conexión de red convencional.

¿Es esta una plataforma demasiado compleja para procesar *clips* de video de 120x90 *pixeles*? Aparentemente si, pero es adecuada para procesar grandes cantidades de material y puede adaptarse fácilmente a las necesidades de cualquier tipo de dispositivo portátil. Es tan flexible como el mercado, y eso es lo que se necesita.

¿Cómo solucionar el problema de llevar contenidos de la industria de la TV a los millones de teléfonos móviles que entran al mercado cada año? La BBC, Nokia y Endemol están trabajando en un modelo diferente. En vez de abordar el tema desde la perspectiva de transportar *clips* de video a través de las redes 3G de los operadores de telefonía están apostando a la idea de convertir los teléfonos móviles en receptores de TV digital terrestre.

Endemol tiene una amplia experiencia en el negocio de vender contenido a los operadores de telefonía celular. De hecho, en los últimos cuatro años ha convertido en un negocio viable la venta de contenido de sus *reality shows* como eventos que pueden facturarse minuto a minuto. Y Nokia necesita seguir aprovechando el aparentemente inagotable flujo de usuarios que siempre quieren renovar sus aparatos telefónicos. El resultado de esta alianza se concretará en la Gran Bretaña antes de finales de 2007 con la salida al mercado de dos o tres operaciones comerciales que soportarán el uso de TVs digitales móviles- la mayoría de las cuales servirán también como teléfonos.

No parece ser una noticia muy trascendente... usar canales DVB-H (H por *Handheld*) para transmitir televisión no es una gran novedad, y los problemas propios de las pantallas pequeñas y el sonido latoso de los teléfonos celulares van a seguir estando ahí. Pero hay una diferencia esencial: Un teléfono-TV hará posible que los usuarios tengan acceso a contenido televisivo *sin usar la red de telefonía celular*. Estamos hablando de transmisiones de TV digital, no de *streaming* de video a través de redes con ancho de banda muy limitado.

Los escépticos podrían decir que esta sutileza no es muy importante, simplemente se trata de llevar al bolsillo de los consumidores las mismas restricciones que nos han acompañado toda la vida: El usuario de la TV móvil pasaría a ser, como siempre, un esclavo de la programación de los canales. La pregunta es si esto realmente es "malo". Muchos actores de la industria no parecen preocuparse por estas limitaciones y de hecho, tanto Nokia como los principales operadores europeos de TV abierta están dispuestos a apostar por este esquema, y antes de final de año se montarán operaciones piloto en España, Finlandia, Francia, Suecia y el Reino Unido.

Como referencia podemos decir que en la Gran Bretaña BBC y Channel 4 vienen participando en pruebas que llevan sus transmisiones terrestres a teléfonos Nokia 7710 y lo que están demostrando estas pruebas es que los usuarios pueden encontrar la manera de incorporar la TV de bolsillo a su rutina diaria. Aparentemente prefieren la TV gratis a los clips pagados, aunque tenga comerciales.

El estándar DVB-H es mucho más robusto que la norma ATSC cuando se trata de implementar aplicaciones móviles, aunque tiene su propio repertorio de peculiaridades que hacen que la experiencia del usuario no sea idéntica a la del televidente "estacionario". Quizás las más importantes son que la mayoría de operaciones estarán limitadas a 16 canales y que los cambios de canal pueden requerir hasta cuatro segundos antes de obtener una señal estable, algo muy poco atractivo para los amantes del *zapping*.

Para el momento en que este ejemplar de TV y Video esté circulando Nokia ya habrá puesto en el mercado su primer teléfono habilitado como receptor de transmisiones DVB-H, el N92.

Telephia, que es una firma de investigación sobre la industria móvil, informa que los ingresos por vídeo en el móvil crecen rápidamente, desde los 35 M\$ del tercer trimestre de 2006 hasta los 146 M\$ en el primero de 2007. Durante el mismo periodo, el número de abonados móviles de los EE.UU. que utilizaron servicios de vídeo aumentó de los 5,7 millones a los 8,4 millones (para comparar, hay 77 millones de usuarios de MMS y 148 millones de usuarios de SMS). Las cifras de Telephia indican que los ingresos por cada usuario de vídeo han aumentado de los 2 dólares mensuales hasta los 5,80 dólares. Por desgracia, no se detalla cuáles son los servicios concretos que crecen.

El parque todavía es muy pequeño, así que sería arriesgado extrapolar partiendo de dichas cifras. Pero sin duda son esperanzadoras. No obstante, otros ponentes fueron mucho menos optimistas.

Durante la conferencia, la USC (Universidad del Sur de California) presentó los resultados de su sexto estudio anual sobre servicios móviles de datos. Resulta que sobre un 30% de los usuarios entre 18 y 24 años y el 20% de los usuarios entre 25 y 34 años consideran que las descargas de vídeo al móvil son una función importante, más o menos el mismo porcentaje de los que quieren juegos para sus móviles. No está mal, pero tampoco es el uso universal al que se refería Cingular.

Sanjay Pothan, consejero delegado de Pliq (una productora de vídeo para móviles), aseguró que el 44% de los usuarios de móvil están interesados en el vídeo móvil, pero sólo el 4% están dispuestos a pagarlo. Es éste un patrón típico de las funciones de datos móviles: la mayoría de la gente no las quiere si tiene que pagar algo por ellas.

Frank Chindamo, consejero delegado de Fun Little Movies, que produce vídeos breves para Sprint, preguntó al público cuántos de los asistentes tenían teléfonos de Sprint. Levantaron la mano unas cinco personas. "Si se abonan todos ustedes, duplicaremos nuestros ingresos del mes que viene", dijo bromeando. *[Para que conste, Frank me aclaró que hablaba en broma; asegura que en realidad está bastante satisfecho con la relación con Sprint].*

El vaso ¿está medio vacío o medio lleno? Como ya he dicho, creo que existen pruebas abundantes de que el mercado para todos los productos de datos móviles está extremadamente segmentado, y tenemos que aprender a ganar dinero con productos que atraen al 10% o el 15% de los usuarios. Durante la conferencia no oí nada que me hiciera cambiar de opinión.

Pero la demanda general de vídeo en el móvil no es más que la punta del iceberg...

#### 3.4.2 ¿Qué tipo de vídeos verá la gente en sus móviles?

Eso todavía está por decidir. Generalmente se da por supuesto que al ser tan populares en la web, los vídeos breves también lo serán en el móvil. Por ejemplo, Funny Little Movies se dedica a crear cortos originales de animación para móviles. (La empresa está dirigida por un profesor de cine de la USC, cuyos alumnos crean buena parte del contenido).

Pothan de Pliq afirmó que el tipo de vídeo ideal para el móvil no son los clips breves independientes (como YouTube) ni el vídeo de larga duración (como los programas de TV), sino el contenido troceado: historias que enganchen, contadas en fragmentos de dos minutos. Dijo que los extractos de *reality shows* pueden funcionar bien (por ejemplo, los momentos más destacados de *Operación Triunfo*). Pero su objetivo principal parece ser el contenido original: series, telenovelas y cocina para las mujeres jóvenes, comedias y dramas para los hombres jóvenes. La intención es que la gente se 'enganche' a una historia que continúa, para que vuelvan una y otra vez a ver el segmento siguiente.

Derek Brose, vicepresidente de desarrollo de negocio de Paramount Digital, también se mostró muy emocionado por el vídeo de corta duración. Nos contó que su empresa está troceando todas sus películas en clips de diversas longitudes, para distintos usos en el móvil. Los clips de dos segundos (por ejemplo, Harrison Ford diciendo "confía en mí") se pueden incrustar en los mensajes MMS. Los clips de 20 segundos se pueden usar como tonos de llamada. Los de dos minutos son para ver nuestra escena favorita de una película. El objetivo de Paramount es enseñar a los consumidores las múltiples cosas que pueden hacer con el vídeo en sus móviles.

Pero hubo gente escéptica sobre las perspectivas de los vídeos breves en el móvil. Bill Sanders, vicepresidente de programación móvil de Sony Pictures, indicó que el público japonés está viendo las emisiones normales de TV en sus móviles, en lugar de vídeos de corta duración transmitidos a través de 3G. Según nos dijo, la 3G en Japón es excelente para ciertos tipos de aplicaciones, como los monederos electrónicos, pero también que el precio de los datos es tan elevado que el *streaming* de vídeo es prácticamente inexistente en 3G.

"Lo único que hay en 3G es porno, porque es el único tipo de vídeo en el que la gente paga 10 dólares por tres minutos de contenido". --Bill Sanders, Sony

La encuesta de la USC sobre móviles también indica claramente que la principal demanda se refiere a las emisiones de TV. Más del 40% de los usuarios afirmaron que las consideraban el tipo de vídeo más interesante para el móvil, por encima del 20% que eligieron el vídeo de corta duración.

David Tilson, de la Case Western University, respaldó dicha opinión. Indicó que en un test de DVB-H realizado en el Reino Unido (DVB-H es uno de los estándares de emisión de vídeo para móviles, el adoptado en España), los usuarios vieron tres horas de vídeo a la semana en sus móviles, y dicho visionado se concentró a la hora de la comida y durante los desplazamientos de ida y vuelta al trabajo. Ello resulta intrigante, porque implica que el vídeo móvil podría aportar nuevos espectadores de TV a horas en las que la gente no acostumbra a ver la televisión. Por desgracia, a los participantes en la prueba no se les cobró nada, así que resulta difícil saber si la TV móvil sería muy utilizada si los operadores comenzasen a cobrar por ella.

No tengo ni idea de cuál es la respuesta en este asunto. Habrá gente que asegurará preferir las emisiones de TV sólo porque es lo que conocen. Su verdadero comportamiento de compra podría ser muy distinto. Creo que el precio marcará una enorme diferencia en cuanto a la adopción, lo que me lleva al tema siguiente...

#### 3.4.3¿Quién pagará por el vídeo en el móvil?

Hay dos posibilidades: o pagan los usuarios, o lo hacen los anunciantes. Ambas tienen buenos argumentos a su favor.

Sanjay Pothan de Pliq defendió que sean los anunciantes quienes paguen. No es de extrañar, puesto que su empresa se dedica a eso, pero de todos modos fue interesante.

Pothen asegura que ni el vídeo de pago ni el financiado por la publicidad están despegando actualmente en el mundo móvil. Como he dicho antes, afirma que son pocos los usuarios dispuestos a pagar por el vídeo, lo que hace imposible que prospere la opción de los usuarios de pago. Pero el vídeo financiado con anuncios también es problemático, tanto en los PC como en los móviles, porque los usuarios no toleran bien la visión de un anuncio, por breve que sea, para poder ver un vídeo de un par de minutos. Así que lo que hace Pliq es incluir al patrocinador dentro del vídeo, mediante colocación ('placement') y otro tipo de promociones.

Pothen aseguró que los anunciantes están dispuestos a pagar tarifas de patrocinio considerables por este tipo de vídeo. No entró en detalles económicos, pero alguien con quien hablé en privado me dijo que los ingresos pueden ser de varios dólares por espectador por un vídeo de tres minutos. Es impresionante, y mucho más de lo que se podría cobrar al mismo espectador por unos cuantos minutos de vídeo.

Por desgracia, dijo también Pothen, las operadoras pretenden quedarse con el 50% de los ingresos de dichos vídeos. Según él, ello es inaceptable, y el reparto de ingresos debería ser más bien del 20% para la operadora. "Si trabajamos conjuntamente y desaparecen las limitaciones, estamos dispuestos a crear contenido original (para móviles)... Podemos impulsar una adopción masiva". Pero dijo que eso no va a ocurrir en las condiciones actuales.

Yo no creo que una opción tenga que excluir a la otra. Apple está vendiendo muchas descargas de vídeo para los iPod, y esa vía no va a agotarse. Pero creo que será muy difícil hacer de las descargas de pago el principal producto de vídeo móvil, porque tendrán que competir con el vídeo gratuito de sitios como YouTube, y porque la TV financiada con publicidad ha enseñado a los usuarios a esperar que su televisión sea gratis. Además, si hay anunciantes dispuestos a pagar por espectador, no hace falta que la gente pague.

El reparto de los ingresos es un problema que persiste en todas las categorías de datos móviles. No existe ninguna solución inmediata, al menos en los EE.UU. Creo que nos encontramos en un círculo vicioso, donde el reparto de ingresos desanima el tipo de inversión en programación que podría impulsar más el uso, y con ello justificar un reparto más generoso.

Sin embargo, el motivo también podría ser que el vídeo tumbaría las redes móviles si llegase a despegar.

#### 3.4.4 ¿Se podrá entregar el vídeo a los móviles?

Éste asunto fue el más preocupante de todos. Aunque fuéramos capaces de encontrar a los usuarios adecuados, el producto adecuado y las tarifas adecuadas, la mayoría de las actuales redes 3G no están bien adaptadas a la entrega de vídeo.

Tilson, de Case Western, citó algunas estadísticas muy aleccionadoras sobre la economía del vídeo móvil. Nos dijo que un megabyte de datos entregados en forma de mensajes SMS rinde unos ingresos de 268 libras a la operadora en el Reino Unido. Ese mismo megabyte, entregado en forma de vídeo, le rinde unos ingresos de 20

peniques, aproximadamente la milésima parte. Naturalmente, cada usuario de vídeo es mucho más susceptible de consumir un mega de datos que un usuario de SMS, por lo que la facturación por usuario podría seguir siendo bastante buena. Pero el vídeo supera rápidamente la capacidad de una red de datos 3G típica. Se nos dijo que por cada celda no pueden ver vídeo más de seis usuarios al mismo tiempo, y que si el 40% de los usuarios de un sistema 3G típico vieran seis minutos de vídeo al día, saturarían toda la red.

Así no parece que vaya a cumplirse el sueño de una audiencia del 100% expresado por Cingular.

Algunas de las operadoras presentes en la conferencia confirmaron esta perspectiva. François Thenoz, director de marketing estratégico de Orange, dijo que se tardan siete minutos en descargar un vídeo de 60 a 90 segundos en una red 3G normal. En las 3G "evolucionadas" se tarda 90 segundos (es decir, casi se puede ver en tiempo real). La red CDMA 1X que utilizo para conectar mi PC portátil es mucho más rápida, pero el estándar en la mayoría del mundo es GSM, de ahí su afirmación de que, sencillamente, las redes móviles no están preparadas para el vídeo en la mayoría de los lugares.

Naturalmente, se están desarrollando redes de mayor capacidad. Pero Tilson dijo que en el Reino Unido no habrá espectro disponible para un sistema DVB-H de vídeo hasta el año 2010, como muy pronto. Eso significa que durante los cinco próximos años, el vídeo móvil en el Reino Unido tendrá más de experimento científico que de proyecto comercial serio.

En los EE.UU., el equivalente funcional del DVB-H se llama MediaFlo y ya está desplegado en el sistema VCast de Verizon. MediaFlo transmite el vídeo en una sola dirección, utilizando una señal inalámbrica separada, a fin de evitar los problemas de saturación de la red que aquejan al 3G. En Japón y en Corea ya se utilizan sistemas parecidos, y parece que canalizan la mayor parte del uso de vídeo móvil en esos países.

Una limitación de las tecnologías de teledifusión (broadcast) es que no se entregan bajo demanda. Tenemos que ver lo que hayan programado para cada momento. Es como un sistema de TV por cable, pero con muchos menos canales. Tilson dijo que uno de los impulsores del uso del vídeo en el móvil es la existencia de muchos y muy diversos programas, por lo que una limitación del número de canales podría acabar restringiendo el uso.

El otro reto para los sistemas de teledifusión como MediaFlo es que compiten con la gente que utiliza el SlingBox o productos similares para transmitir a sus dispositivos móviles la señal de TV por cable de su casa. "¿Para qué voy a abonarme a HBO Mobile si ya puedo enviarme mi HBO al teléfono?", se preguntaba Sanders de Sony. Nos hizo notar que la red Three del Reino Unido ya está incluyendo los servicios de Sling en su oferta de servicio 3G con tarifa plana.

"Three es como una línea aérea que acaba de comprar una flota de 777 y ahora está volando con montones de plazas vacías", le replicó Brose de Paramount. Aseguró que

Three debe estar apostando porque el uso del vídeo crezca lo bastante lentamente como para que surjan redes de datos más rápidas antes de que dicho uso sature la red actual.

### 3.5 EJEMPLOS DE SISTEMAS EN OPERACION

Nokia presentó el Nokia N92, un teléfono que lo tiene todo, y estará a la venta a mediados del 2006. Es el primer dispositivo móvil DVB-H integrado en la gama de la Nseries de Nokia para ver programas transmitidos por TV. El Nokia N92 ofrece fácil acceso a programas de TV desde el teléfono. Los usuarios pueden fijar recordatorios para ver sus programas de TV favoritos, crear listas de canales personales y suscribirse a paquetes de canales de TV. Este nuevo y destacado modelo ofrece al usuario una experiencia altamente ergonómica. La usabilidad es aún mayor gracias a la pantalla QVGA antirreflejo de 2.8 pulgadas con 16 millones de colores y teclas dedicadas multimedia que proporcionan una rica experiencia visual.



El Nokia N92 presenta cuatro modos diferentes para un uso sencillo y fácil. El nuevo modo vista está especialmente diseñado para ver TV y video. Para comenzar a ver TV móvil, los usuarios sólo necesitan abrir el Nokia N92 en el modo vista y pulsar la tecla Multimedia. La Guía de Servicio Electrónico (ESG) contiene información acerca de los canales, programas y servicios de TV que están disponibles. Otras funciones de TV móvil incluyen tiempo para ver televisión hasta por cuatro horas, grabación y 30 segundos de repetición.

#### 3.5.1 Anuncian el primer lanzamiento de servicio de TV móvil en vivo



Nokia y Vietnam Multimedia Corporation anuncian primer lanzamiento de servicio de TV móvil en vivo con tecnología DVB-H en el Asia del Pacífico. Entre los primeros acuerdos comerciales de Nokia a nivel

mundial, el despliegue de tecnología DVB-H de Vietnam Multimedia Corporation suministrará servicios de TV móvil a finales de 2006.

Vietnam y Espoo, Finlandia – Nokia y Vietnam Multimedia Corporation (VTC) anunciaron hoy que suscribirán un acuerdo conjunto con miras a ofrecer servicios de TV de difusión móvil comercial basados en la tecnología de Difusión de Video Digital para Dispositivos Móviles (DVB-H) en dos ciudades vietnamitas a finales de 2006.

El acuerdo constituye el primer despliegue de servicio de TV móvil comercial en la región de Asia del Pacífico, y también se encuentra entre los primeros despliegues comerciales de Nokia a nivel mundial. Actualmente Nokia está realizando varias pruebas en el Asia del Pacífico, Europa y países de Norte América.

VTC, la empresa difusora líder de Vietnam y principal operadora en difusión digital, hará posible la disposición de sus servicios de TV de pago móvil a los suscriptores de Hanoi y Ho Chi Minh a finales de 2006. Los consumidores de ambas ciudades podrán disfrutar de siete canales de TV digital así como de un servicio de video por demanda mediante un catálogo que incluye títulos selectos ofrecidos por VTC. El servicio está disponible a través de los dispositivos multimedia aptos para DVB-H de Nokia Nseries, respaldado por el Nokia N92 que hará su debut en Vietnam con este propósito.

Le Doan Quan, Director de la compañía de TV móvil VTC señaló: “La solución de plataforma de tecnología abierta suministrada por Nokia va acorde con la visión que tiene VTC de aumentar las alternativas y la participación a los consumidores y demás proveedores de tecnología. La implementación de Nokia usa el enfoque OMA DRM para servicios y protección del envío del contenido, permitiendo así muchas posibilidades adicionales tales como suministro de tonos de timbrado, logos, música, clips de video, juegos y grandes aplicaciones para archivos, además de los programas de TV de difusión tradicional. Esto proporciona a VTC una plataforma más económica y de proyección futurista para impulsar el desarrollo del vibrante ecosistema multimedia de Vietnam.”

Jawahar Kanjilal, Director de Experiencias Multimedia para el Asia del Pacífico declaró: “Estamos muy complacidos de formar parte de este gran desarrollo en Vietnam. Esto marca el inicio de los grandes momentos que comienza a vivir la industria de la difusión en el Asia del Pacífico, llevando televisión digital a los bolsillos de los consumidores y anunciando una nueva era de entretenimiento interactivo personal. El computador multimedia Nokia N92 será un elemento clave de esta oferta para el consumidor y auguramos el mejor éxito al desarrollo de los servicios de TV móvil en la región”.

De conformidad con este acuerdo, Nokia y VTC ratifican su compromiso de propulsar conjuntamente la adopción que hace el consumidor de los servicios de entretenimiento móvil en Vietnam. Después de lanzar los servicios de TV móvil en Hanoi y Ho Chi Minh en 2006, VTC piensa ampliar la cobertura a nivel nacional durante un periodo de dos años.

DVB-H es una sólida tecnología de difusión móvil que proporciona una excelente recepción en la difusión de televisión tradicional en formato digital en teléfonos móviles y en pantallas de televisión instaladas en medios de transporte públicos y privados. DVB-H se escogió en base a su mérito de poder respaldar movilidad, un manejo eficiente de la energía, y servicios de audio y video con calidad de DVD sin interferencia.

En el Asia del Pacífico, Nokia realizó varias exposiciones de tecnología de TV móvil en países como Singapur (con Mediacorp & M1), Malasia (Astro & Maxis), así como en la India y Taiwán. Como líder en el sector, Nokia también participó en muchos eventos de toda la industria demostrando contenido de TV móvil de difusión simultánea conjuntamente con actores de la industria de los medios y del entretenimiento. En Australia, Nokia también está a medio camino en una prueba piloto con DVB-H que arrancó en julio de 2005 con los consumidores de Bridge Networks & Telstra en Sidney. En Europa, Finlandia, Digita, respaldada por Nokia, ha recibido licencia de operadora y está trabajando para incursionar pronto en los servicios de TV móvil con tecnología DVB-H. Italia también lanzó un servicio DVB-H, mientras se espera que muchas otras regiones del mundo hagan lo mismo con la actividad de comercialización una vez concluyan sus propias pruebas piloto.

### 3.5.2 T- DMB al aire en 14 países Europeos

La información de World DMB indica que el estándar Europeo de Radiodifusión Multimedia Digital Terrestre (T-DMB, por sus siglas en Inglés) un derivado del estándar de radiodifusión sonora Digital (DAB, por sus siglas en Inglés), ha sido probado en 14 países Europeos, incluyendo Francia, Italia, los Países Bajos, Noruega, Suiza, el Reino Unido, Luxemburgo, Suecia, Dinamarca, España, Malta, la República Checa y Portugal.

Alemania lanzó los servicios comerciales utilizando la tecnología T-DMB durante el mundial de fútbol en el verano de 2006 y desde entonces ha extendido los servicios para cubrir la mayor parte de sus grandes centros urbanos. Francia ha escogido T-DMB y planea ofrecer licencias este año.

La tecnología T-DMB fue diseñada específicamente para la transmisión de aplicaciones multimedia tales como televisión móvil a dispositivos portátiles. Ha sido puesto en operación en varios países alrededor del mundo, a menudo conjuntamente con el DAB que es una tecnología “hermana” totalmente compatible, diseñada para servicios de radio digital. La inherente compatibilidad del estándar Europeo Eureka-147 permite un enfoque muy flexible a la radiodifusión digital con la habilidad para los Radiodifusores de escalar el sistema de conformidad con sus necesidades y con un riesgo mínimo de inversión.

T-DMB esta también al aire en China, la única tecnología Europea para televisión Móvil permitida por el regulador estatal Chino. Consecuentemente, muchos teléfonos y dispositivos T-DMB están siendo fabricados por líderes manufactureros Asiáticos.

3.5.3 QUALCOMM llevó a cabo una demostración en vivo vía aire de la tecnología FLO junto con Samsung Electronics Co.

QUALCOMM Incorporated, desarrollador líder e innovador de la tecnología de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA) y de otras tecnologías inalámbricas avanzadas, dio a conocer que la compañía llevó a cabo una demostración en vivo vía aire de la tecnología FLO junto con Samsung Electronics Co., Ltd., líder mundial en tecnologías convergentes de telecomunicación y digitales. La demostración fue de las primeras en integrar la tecnología FLO en teléfonos del fabricante de dispositivos Samsung y se llevó a cabo en el marco del 2006 International CES en Las Vegas, del 5 al 8 de enero. . En la demostración se entregará contenido vía aire y se podrán ver múltiples canales de contenido multimedia inalámbrico, incluyendo video de corriente y datos en paquete de transmisión múltiple.

"Los teléfonos de características integrales que soportan video de alta calidad y entregan sonido superior son críticos para cualquier solución que promete entregar un servicio óptimo de video móvil a los suscriptores inalámbricos", dijo Rob Chandhok, vicepresidente de ingeniería y desarrollo de mercado para Tecnologías MediaFLO QUALCOMM. "Nos complace hacer una demostración de la Tecnología FLO con los teléfonos Samsung. Pasos como éste nos ayudarán a entregar servicios avanzados multimedia inalámbricos a los clientes de todo el mundo".

Además de las capacidades MediaFLO, los teléfonos Samsung contarán con una cámara de dos megapíxeles con flash, soporte para video (MPEG4/H.263/H.264/WMV) y soporte para audio (MP3/AAC/AAC+/WMA), así como una ranura de memoria externa microSD. El diseño icónico con pantalla giratoria del teléfono permitirá a los usuarios ver contenido de video en modo panorámico, mejorando aún más su experiencia multimedia.

"Al combinar el diseño y la tecnología de los teléfonos inalámbricos de clase mundial de Samsung con el sistema integral simple e intuitivo de MediaFLO, estamos creando una solución multimedia completa y una gran experiencia de consumo", dijo Hunbae Kim, vicepresidente del equipo de investigación y desarrollo móvil de Samsung Electronics. "Debido a la creciente demanda por servicios multimedia móviles entre los consumidores inalámbricos, reconocemos que podemos obtener varias oportunidades para nuestro negocio al utilizar la tecnología de video móvil FLO de QUALCOMM".

Desarrollada específicamente para los ambientes móviles, la tecnología FLO ofrece varias ventajas en comparación con otras tecnologías de transmisión múltiples basadas en OFDM, incluyendo video y audio de mejor calidad, tiempos más reducidos entre cambios de canal, recepción móvil superior, consumo de energía optimizado y mayor capacidad en comparación con otras tecnologías de transmisión múltiple. Algunas de las características específicas de desempeño de la tecnología FLO son:

- Soporte para al menos 20 canales de video en vivo con calidad de video QVGA (240x320 píxeles) a 30 cuadros por segundo, 10 canales de audio estéreo (estéreo paramétrico + HE AAC) y más de 800 minutos de clips de video almacenados de formato corto llamados Clipcast

- Un tiempo promedio de cambio de canal de 1.5 segundos sin buffers o barras de progreso

FLO también reduce el costo de la entrega de contenido multimedia al disminuir dramáticamente el número de transmisores que necesitan ser implementados. Asimismo, la transmisión multimedia basada en la tecnología FLO complementará los servicios de voz y datos de las redes celulares CDMA2000(R) 1X, 1xEV-DO y WCDMA de los operadores inalámbricos, entregando contenido a los mismos teléfonos celulares que utilizan estas redes 3G.

MediaFLO USA Inc. es una subsidiaria propiedad de QUALCOMM Incorporated, la cual ofrece a los consumidores servicios multimedia inalámbricos interactivos en conjunto con operadores inalámbricos estadounidenses. La red nacional, con base en la tecnología FLO de QUALCOMM y la cual utiliza el sistema de distribución de medios MediaFLO, entregará contenido multimedia a dispositivos móviles en la banda 700 MHz, para lo cual QUALCOMM cuenta con licencias a nivel nacional. MediaFLO USA Inc. espera comenzar las operaciones comerciales de la nueva red durante el cuarto trimestre de 2006, creando así oportunidades de mercado para toda la cadena de valor inalámbrica y cumpliendo la promesa de entregar servicios multimedia inalámbricos a los suscriptores.

La tecnología FLO cuenta con el soporte de FLO Forum, organización responsable de dirigir la estandarización mundial de dicha tecnología. Más de 25 compañías líderes en la industria inalámbrica de todo el mundo se han reunido a través de FLO Forum para asegurar la apertura y disponibilidad de las especificaciones de la Tecnología FLO para una gran variedad de proveedores de tecnología y fabricantes de equipo y teléfonos.

Jeffrey Lorbeck, vicepresidente senior y gerente general de Qualcomm MediaFLO, informó sobre los planes que tiene Qualcomm en ofrecer televisión en directo en los teléfonos móviles para finales de 2006 como una forma de activar la demanda de la tecnología inalámbrica de medios que se está desarrollando. Lorbeck señaló que Qualcomm desarrollará inicialmente el servicio en 30 mercados estadounidenses a través de su división MediaFLO y que se espera ofrecer 20 canales, entre los que se incluyen canales de televisión en directo y algunos de audio. El cobro de MediaFLO será mensual y será tarifa plana, igual que los servicios de Cable TV. “La idea es activar el teléfono y recibir inmediatamente la señal de TV”, dijo.

De acuerdo a Rivera, muchas veces el operador celular no es la mejor empresa para brindar este servicio, pues a su juicio, aún los operadores están pensando en voz y no en video. “Los operadores de Cable TV se pueden acercar a ellos para ofrecer el servicio a través del celular”.

En este sentido, dijo que las empresas Disney y Fox están muy interesadas en usar las redes celulares y que el empuje podría venir de este sector porque es una cadena nueva de distribución.

Desde el punto de vista técnico, Lorbeck señaló que están desarrollando una nueva

interfase, el software cliente y el servidor, para esta tecnología. En este sentido, adquirieron la banda UHV 55 a 66MHz para transmitir TV por todo Estados Unidos y para otoño de 2006, estarán lanzando servicios de contenido FLO. “El tema de televisión le interesa al público, a los dueños de contenido, y a las emisoras de Cable TV porque es un ingreso adicional. Pero nadie va a abandonar el servicio que tienen en el hogar por un teléfono”, aclaró Rivera.

Son muchas las tendencias en este mercado de telecomunicaciones y redes que el fabricante prevé. Rivera, por su parte advierte que se necesita mayor competencia en este tipo de mercado para entrar de lleno a la 3G. “Si no hay competencia el fabricante no hace la inversión en tercera generación. Conforme exista competencia entre operadores se darán más servicios y se bajarán los costos.”, dijo. Refiriéndose a lo que podrá ser la 4G, el ejecutivo indicó que la tecnología de 4G no será más velocidad, sino la convergencia de servicios en un solo terminal. “Casi todos los operadores grandes trabajan muy de cerca con Qualcomm porque están en la vanguardia de los servicios y quieren que nosotros sepamos lo que ellos creen que es importante y que nuestros desarrollos vayan en esa dirección. Estamos trabajando con los líderes en CDMA y UMTS para desarrollar productos”. En cuanto a la preferencia de los servicios por parte de los usuarios, Rivera indicó que hoy la gente quiere cámaras en sus terminales y que lo mismo pasará, dentro de poco, con el video. Rodríguez coincide en decir que hoy el teléfono es más que voz y que SMS, es primordial. “Los handsets cada vez tienden a converger en aparatos con más funcionalidades como juegos, cámaras, GPS, etc”, señaló. De hecho aseveró que el reto para los fabricantes de teléfonos es reducir el costo del equipo, proveyendo un alto nivel de integración, reuniendo más funcionalidades en el chip”. En cuanto a las tecnologías, el vicepresidente de Desarrollo de Negocios para Latinoamérica, dijo que las tecnologías de 3G son más baratas para la operadora en cuanto a los costos de entrega de datos. “Hay que cambiar para tecnologías más eficientes que pueden manejar voz y datos y que se haga más económico prestar este servicio”.

#### 3.5.4 Samsung Lider de la TV móvil en Korea

Con la introducción del primer móvil con capacidad para retransmitir TV en Oriente Próximo, Samsung asume el dominio tecnológico en esa región. El SGH-910 permite a los clientes recibir una gran variedad de ofertas multimedia. - La TV a través del móvil va a modificar en gran medida el comportamiento televisivo de la audiencia en Qatar, comenta J. H. Park, presidente de Samsung Gulf Electronics. - La empresa permite a los usuarios con receptores de primera calidad disfrutar de todo el contenido multimedia y televisivo a través del móvil. Tras la exitosa introducción del DMB en Corea y la demostración de las capacidades técnicas de la televisión a través del móvil durante la IFA en Berlín, nuestro siguiente objetivo es la región del Golfo,

La televisión a través del móvil se encuentra en plena forma en Alemania, al igual que el operador MFD. Aunque no se ha contando con el apoyo general de los operadores, se ha conseguido crear una sólida red –nos explica el Director ejecutivo de MFD, Jens Stender, en una entrevista con la publicación stern.de. Mientras tanto, el programa se emite en 15 ciudades. A pesar de las dificultades, MFD ha conseguido “junto con las

autoridades de los medios de comunicación nacionales, las cancillerías estatales y los socios de contenido, lanzar al mercado un buen producto de televisión a través del móvil; como primer país en Europa –y después de Corea, como segundo país en todo el mundo” nos comenta Stender con desarrollo.



### 3.5.5 “DMB y DVB-H son equivalentes – sobran las disputas”

Stender (funcionario de Telecomunicaciones en Alemania) considera que la discusión sobre los estándares que está teniendo lugar en Alemania, entre DMB (utilizado por MFD) y DVB-H, es irrelevante. “No es necesario elegir una tecnología concreta. Ambos estándares ofrecen lo mismo: imágenes en color en los dispositivos. Por eso, en Hamburgo y en otras ciudades también hemos lanzado la convocatoria de DVB-H. En un futuro, habrá, en cualquier caso, aparatos que puedan recibir las señales de distintas bandas. El usuario podrá, por lo tanto, ver programas emitidos con DMB y con DVB-H.

Del mismo modo se pronuncia el compañero de Stender en MFD, Henrik Rinnert. Tras la confusión creada por los medios de comunicación en la conferencia de planificación de las frecuencias a comienzos de diciembre, dejó claro en la publicación Digitalmagazin que no se trataba de que venciese DMB o DVB-H. “En primer lugar, se discutió cómo transferir la cobertura DVB-T de banda III a la banda IV/V y poder ofrecer así cuatro multiplexores más para la televisión a través del móvil mediante DMB. En segundo lugar, se comentó que el estándar DVB-H alcanzará una cobertura de sólo el 15%, debido a los altos costes de inversión. Por lo tanto, debía planearse la cobertura con DMB”, explica Rinnert. “La cobertura con DVB-H no es rentable, ya que además -al contrario que DMB- se debería construir toda la infraestructura. Y esto es sencillamente demasiado caro. Por lo que sabemos, ya se ha planeado el lanzamiento de DVB-H en determinadas zonas urbanas. No damos por hecho que el DMB haya desbancado al DVB-H”, añade Stender

### 3.5.6 Boom de la TV a través del móvil en Corea – Los modelos comerciales dan buen resultado

Mientras en Alemania todavía se discute el tema, en Corea, la televisión a través del móvil se ha convertido hace tiempo en una de las ocupaciones preferidas mientras se espera al bus o se vuelve a casa en tren. Los operadores surcoreanos han sabido hacer negocio con la TV a través del móvil. Desde el inicio de las emisiones comerciales a través del móvil vía satélite en mayo de 2005, TU Media Corp. ha

ganado aprox. un millón de clientes, que ven la TV en el móvil una media de 62 minutos diarios.

El servicio televisivo se basa en una adaptación para satélite del estándar DMB. TU Media carga a sus clientes un coste de producción de 20 dólares estadounidenses. Con una tarifa mensual de 12 dólares estadounidenses, el consumidor puede recibir 19 canales de audio y 15 de vídeo. Dos terceras partes de la clientela son varones. La misma proporción pertenece al grupo de edad de 20-30 años. Para finales de 2007, la empresa habrá conseguido 2,2 millones de clientes, comenta el Director ejecutivo, Young-Kil Suh. A finales de la década, esperan contar con 6,6 millones de clientes y un volumen de negocios de mil millones de dólares.

### 3.5.7 Reino Unido: el 70% se conecta al menos una vez a la semana

El instituto de investigación del mercado GFK ha realizado un estudio sobre el comportamiento de los usuarios británicos de la TV a través del móvil. Los resultados indican que el 70% de los encuestados ve la televisión a través del móvil al menos una vez a la semana. La mayoría declara que permanecen conectados durante media hora. El 38% considera que la duración típica es de más de 20 minutos. El motivo más frecuente para usar este servicio televisivo es “para hacer algo durante los ratos de espera o momentos libres”. Para el 18%, el teléfono móvil sustituye al televisor cuando no hay una pantalla más grande cerca. El 10% indica que le interesan programas especiales. Según el estudio, las noticias son las que reciben una mejor acogida (65%), seguidas de los deportes y el tiempo (56%) y los vídeos de música (46%).

La empresa de electrónica Qualcomm ha dado a conocer la exitosa finalización de las pruebas bimestrales de la TV a través del móvil en su servicio MediaFLO en Gran Bretaña. Qualcomm comunica que se han emitido 20 canales de muy buena calidad con 25 cuadros por segundo. MediaFLO ha demostrado sus resultados en condiciones de laboratorio y en pruebas de campo. Además de las emisiones de vídeo, el sistema MediaFLO permite retransmisiones de audio y servicios de datos IP. La división estadounidense de Qualcomm planea ya la comercialización del servicio en cooperación con Verizon Wireless.

### 3.5.8 Samsung anuncia un chip para recibir TV de cuatro sistemas



En muchos casos, hablamos en Xataka de teléfonos móviles con recepción de televisión digital terrestre como punto fuerte. A continuación añadimos que nos vale solo para Corea, por ejemplo.

Si ese mismo teléfono incorpora a partir de ahora el nuevo chip de televisión que ha anunciado **Samsung**, podremos usarlo con hasta cuatro sistema de televisión: DVB-T/H para Europa, DAB-IP para Londres, ISDB-T 1-seg de Japón y el DMB de Corea.

El chip es el primero de este tipo que usa la tecnología de 65 nanómetros, lo que le permite usarlo en equipos sumamente pequeños.

### 3.5.9 Motorola TV Móvil en Nueva York.



NUEVA YORK (Reuters) — Motorola Inc., el tercer mayor fabricante de teléfonos celulares del mundo, presentó el jueves un reproductor de medios móvil en el que pueden verse televisión en vivo, videos musicales y programas grabados.

La televisión móvil, que se encuentra en etapas tempranas de desarrollo, se une a la navegación por la red y la música como una emergente aplicación inalámbrica que se espera que incremente los ingresos por servicios, al tiempo que caen los precios de las llamadas por celular.

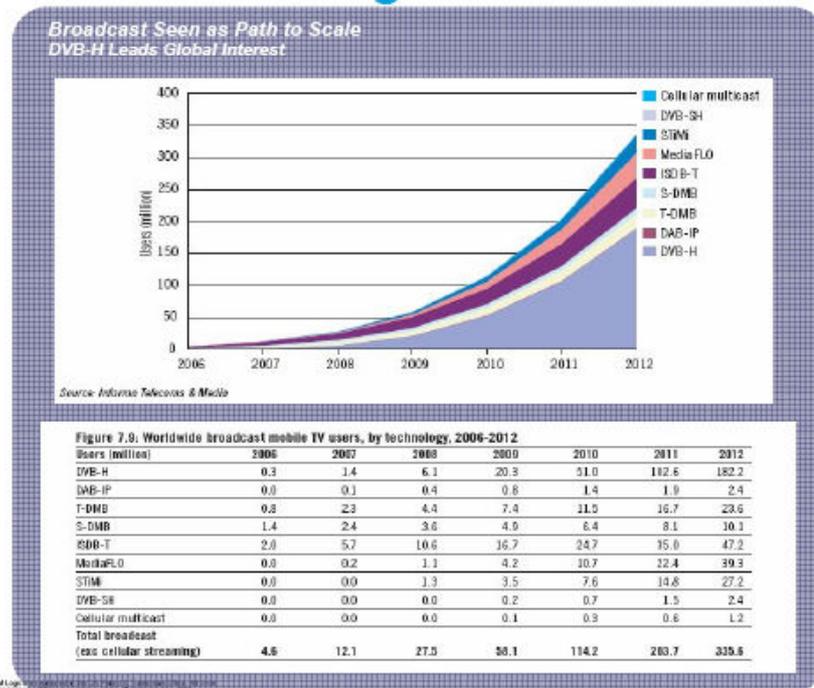
El equipo, que será exhibido en la Feria de Electrónica de Consumo en Las Vegas la próxima semana, tiene tamaño de bolsillo y una pantalla de video de 4.3 pulgadas (10.9 centímetros), dijo Motorola.

El dispositivo cuenta con una memoria intermedia de cinco minutos que permite a los usuarios hacer pausa a la televisión en vivo y también soporta tarjetas de memoria que pueden almacenar hasta 90 minutos de video, según dijo la compañía.

Motorola agregó que la batería recargable del equipo puede soportar cuatro horas de grabación.

La firma, que desde hace tiempo ha estado perdiendo participación en el mercado de la telefonía móvil, dijo que el nuevo equipo DH01 es compatible con DVBH, una tecnología estándar para equipos móviles que cuenta con el apoyo de Nokia, el principal fabricante de teléfonos celulares, y de los reguladores europeos.

## Tendencia tecnológica mundial



### 3.6 Oportunidades para la televisión móvil en América Latina

Los broadcasters gozan de un renacimiento gracias a las recientes tecnologías para la difusión de señales de televisión a dispositivos móviles. Las principales opciones en el momento son MPH, basado en la norma ATSC; DVB-H, una extensión del estándar DVB-T; y FLO, una tecnología de multicasting. En la región, el tema depende de la decisión sobre cuál estándar de televisión digital adoptar.

La televisión digital ha venido acompañada de una enorme cantidad de cambios y nuevas corrientes en la industria de la teledifusión, gracias a una serie de novedosas tecnologías. La demanda de los consumidores por video de calidad superior está siendo satisfecha por transmisiones HDTV, mientras que los *broadcasters* ofrecen una variedad de programación de iniciativas multicanal. Entre tanto, los suscriptores internacionales de IPTV y cable cada día se acostumbran más a programación por demanda, gracias a las tecnologías basadas en servidor y la interactividad que estas permiten; las grabadoras de video digital (DVRs) florecen en el modelo de suscripción de la televisión satelital, el cable o la IPTV.

Estos desarrollos reflejan la manera como los espectadores han cambiado sus hábitos de consumo de televisión. El éxito del modelo “por demanda” parece ser el precursor de un creciente interés en la televisión móvil. La entrega de contenidos de programación de video a teléfonos celulares y otros dispositivos móviles, usando las tecnologías tradicionales de *broadcast*, continúa despertando interés y debates en todos los continentes. La plataforma, que está despegando en ciertas regiones, genera

un mayor interés en otras áreas a medida que se logra conformar el modelo de negocio.

El desarrollo de un paquete de programas es un tema crucial, mientras que los teledifusores y los proveedores de servicio inalámbrico construyen sus paquetes de servicio basados en encuestas preliminares y otras investigaciones. Mientras tanto, los fabricantes refinan la plataforma tecnológica desde la cabecera hasta la entrega, empezando en el punto de adquisición y terminando con la entrega del contenido en el dispositivo del consumidor.

El diseño de una cabecera de televisión móvil no es muy diferente del de una cabecera de televisión tradicional. Por citar unos ejemplos de Estados Unidos, proveedores de servicio como Modeo y MediaFLO, de Qualcomm, han desarrollado cabeceras centrales e instalaciones de distribución por red, similares a los ambientes de programación multicanal. Como en cualquier centro nacional de operaciones, hay muchos servidores, sistemas de *branding* digital, enrutadores, procesadores de señales, sistemas de administración de activos digitales y de *playout* automatizado, entre otras soluciones típicas de *broadcast*. Estos sistemas se usan para adquirir, manipular, monitorear y establecer las condiciones de acceso de las señales de TV digital en preparación para su distribución.

El modelo de distribución de la televisión móvil aprovecha las ventajas de la codificación avanzada (y en algunos casos la multiplexación), que es común en el cable digital, la televisión satelital y las plataformas de entrega de IPTV; al mismo tiempo, usa el modelo servicio terrestre de entrega con transmisores al aire. La codificación avanzada (generalmente H.264 pero también VC1) y la multiplexación, representan las técnicas de compresión de video que permiten a los proveedores de televisión digital ofrecer más canales al consumidor.

Los transmisores de televisión terrestre gozan de una suerte de renacimiento gracias a las nuevas instalaciones de las redes de transmisión de televisión móvil. América Latina está en una etapa muy temprana del interés por la televisión móvil y, tal como otras regiones, tiene la posibilidad de probar varios estándares de transmisión. Las principales opciones en este punto parecen ser MPH (Mobil Pedestrian Handheld), un estándar de televisión móvil *in-band* liderado por las cadenas que ya están dentro de la norma ATSC; DVB-H, una extensión de televisión móvil del estándar DVB-T de televisión terrestre, adoptada por muchas regiones del mundo, y FLO, una tecnología de *multicasting* desarrollada por la unidad de negocios MediaFLO, de Qualcomm. Mientras tanto, otros estándares como T-DMB (una extensión del estándar DAB) muestran interés en ciertas regiones, pero no parecen tener fuerza internacionalmente. Los transmisores T-DMB están diseñados específicamente para pasar canales de radio digital junto con la programación de televisión, y esto ha despertado cierto interés en México, por la cantidad de estaciones pertenecientes a los grandes grupos de medios del país. El hecho de que este estándar sea muy popular en la zona Asia-Pacífico (hasta mayo de 2007 había ya 6,45 millones de usuarios en Corea del Sur; T-DMB fue, además, confirmado como estándar para la transmisión de los Juegos Olímpicos de Beijing en 2008), significa que el potencial para el interés de los consumidores en México es alto, si los receptores son dirigidos a este mercado.

El estándar para televisión móvil In-Band MPH, desarrollado por LG Electronics, Zenith y Harris, pretende ofrecer un valor inmediato a los *broadcasters* que usen el estándar ATSC para televisión digital terrestre. En Estados Unidos, los *broadcasters* locales de ATSC pueden dedicar una tajada de su flujo de transporte de 19,39 Mbps para iniciar servicios móviles utilizando el estándar MPH. Una estación local ATSC con esta cantidad de ancho de banda puede usar 4,4 Mbps para transmitir tres canales de servicio móvil a dispositivos de mano mediante sistemas de compresión H.264. Esto puede representar un robusto servicio de *simulcasting* de la señal principal HDTV del canal, con servicios locales (clima, tráfico, deportes) dedicados a un segundo canal especialmente diseñado, dejando también la puerta abierta para programación especial en un tercer canal.

El estándar MPH es muy atractivo para los *broadcasters* ATSC que quieran extender su programación tradicional a audiencias en movimiento. En Estados Unidos representa un potencial estándar complementario para redes de cobertura nacional como la de MediaFlo de Qualcomm, o Modeo, proponente este último del estándar DVB-H. Para los canales de América Latina que tengan instalaciones con transmisores ATSC, representa un trampolín para el interés por la televisión móvil. Harris ha anunciado que desarrolla un *kit* de transmisión MPH, incluidos un codificador de programación, un multiplexor, un *exciter*, que pueden ser añadidos a un transmisor ATSC DTV existente –Harris u otro– o como opción para nuevos transmisores.

Ahora bien, MPH no es el único estándar que soporta servicio móvil de televisión junto con la señal terrestre principal. El estándar digital brasileño ISDB-T, soporta servicio de televisión móvil *in-band* y ofrece capacidad suficiente para un canal móvil robusto como complemento del canal local terrestre. DVB-H también permite servicio móvil junto con el servicio normal terrestre.

El estándar DVB-H fue concebido a raíz del éxito de la recepción móvil de señales DVB-T, desarrollada dentro del proyecto DVB, que busca llegar también a dispositivos de mano operados por batería (teléfonos móviles, PDAs, etc.). DVB-H es atractivo para los proveedores de servicios de televisión por su capacidad de recibir datos a una tasa muy alta en áreas muy amplias, por su tecnología de red de frecuencia única a alta velocidad. La sincronización es crucial en configuraciones de frecuencia única para permitir que múltiples transmisores operen efectivamente en un mismo canal RF dentro de una misma red de amplia cobertura.

Este estándar combina plataformas de *broadcasting* y datos en un único servicio con una serie de parámetros que aseguran que el receptor pueda operar con una batería y en movimiento. Esto hace de DVB-H un compañero ideal para comunicaciones 3G, ofreciendo servicios bidireccionales tanto simétricos como asimétricos.

La flexibilidad del estándar DVB-H para utilizar diferentes sectores del espectro atrae a los proveedores de servicio. La red Modeo, en Estados Unidos, utiliza el espectro 1670-1675 MHz (Banda L), usando VC1 codificado en un segmento de 5 MHz para entregar múltiples canales nacionales a dispositivos de mano. Un transmisor de bajo poder se requiere para este espectro. Harris ha desarrollado CoolPlay 1670, una serie de transmisores de baja potencia, enfriados con aire, específicamente para esta red. A 1670 MHz, los *broadcasters* pueden irradiar a 2 kW EIRP (Effective isotropic Radiated

Power) o un poco más, resultando en una salida típica de transmisión de 200 vatios. Estos transmisores se instalan afuera, en techos o torres de celular, y están diseñados para operar sin restricciones ambientales o sistemas de enfriamiento integrados.



---

## CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto a lo largo de los capítulos anteriores se pueden obtener las siguientes conclusiones:

La difusión de TV Móvil será una combinación de contenido original de televisión de difusión y nuevo contenido dirigido específicamente para uso móvil, de la cual se espera que los géneros y programas más populares a ser transmitidos por televisión móvil sean noticias, entretenimiento, deportes, música y programas para niños.

Sin duda alguna factores importantes para el éxito de la TV Móvil, son la interactividad, interoperabilidad entre plataformas y la movilidad, una fusión de la cual se esperan resultados extraordinarios, que no defraudarán al telespectador al momento de implementarlos en la TV Móvil. Cada cualidad ofrece y promete un mejor servicio de TV Móvil, y el que resalta más es la interoperabilidad, la cual estará a cargo de las empresas proveedoras, que lleven a cabo un buen modelo de negocios entre ellas y que les brinde los beneficios que de un servicio innovador se esperan..

La implementación del estándar elegido, sin duda se basará en el tipo de contenido que desee ofrecer el proveedor del servicio de TV Móvil, del cual se puede decir hay dos grandes grupos: el primero, el contenido broadcast o de difusión, el cual necesita una plataforma e infraestructura propia que cuenta con la capacidad de ancho de banda para transmisión de contenido en tiempo real, el cual es óptimo para transmisión de noticias, deportes y conciertos, cuya información se debe actualizar en la red constantemente y por lo tanto ocupa gran ancho de banda, el cual es soportado por estándares tales como DVB-H MediaFLO, T-DMB e ISDB-T; y el segundo, el del contenido por demanda, el cual ya no requiere una red de difusión, sino una red con un ancho de banda más restringido como son las redes celulares 3G o Wimax, estándares tales como MBMS o BCMCS, ya que su contenido se basa principalmente en la descarga de videoclips o películas, que ya pueden estar registradas en un cierto archivo en la red y no necesitan transmisión en tiempo real y por lo tanto, se tiene un consumo menor de ancho de banda y no es necesaria una red tan grande como la de broadcast que cuesta más en todos los aspectos. Con esto se puede decir que el contenido juega un papel importante en el modelo que requiera cada empresa, para tomar de acuerdo a su capacidad y a su demanda el estándar adecuado para implementar el servicio de TV Móvil.

La convergencia de servicios de telecomunicaciones da una alternativa de entrada a la TV Móvil, brindando a las empresas una mejor planeación del contenido que se desee proveer y una sana competencia entre las empresas que pretendan optimizar el servicio, creando un competente modelo de negocios en el servicio de TV Móvil de las empresas.

La regulación del sistema de TV Móvil es importante y dependerá únicamente de las entidades regulatorias de Telecomunicaciones de cada región, ya que cada región tiene sus propias normas y leyes y es responsabilidad del órgano regulador de las telecomunicaciones en cada región abordar los aspectos legislativos de cada tecnología entrante o en vías de penetración a la nueva era tecnológica, por lo que la TV Móvil y todo lo que aspectos normativos refieran a ella, serán exclusivos de cada región, tomando como referencia a lo hecho en otras regiones donde ya se cuenta con

el servicio de TV Móvil, y en donde ya se cuenta con el aspecto regulatorio correspondiente.

En el ámbito profesional el desarrollo de este texto servirá como base para entender el funcionamiento de la TV Móvil desde sus principios básicos, para mi como profesionista me dejó la capacidad de análisis de textos técnicos en la sub área de Telecomunicaciones que se enfoca a la TV Móvil, pude darme cuenta de lo importante que es la formación teórica que se imparte en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, y como a fin de cuentas el respaldo de las materias cursadas en la carrera es un punto a favor al realizar el documento de Tesis.

Considero que el tema de innovación tecnológica es un punto a explotarse en el área de TV Móvil, y que mejor que egresados de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones para ahondar en este asunto, tomando como referencia este documento hecho con un gran empeño de consulta bibliográfica mundial, que a fin de cuentas se hizo por un motivo, terminar la formación de ingeniería para comenzar la etapa de aplicación y crecimiento profesional en el sector de las Telecomunicaciones, ya no a nivel escolar solamente, sino a nivel industrial y empresarial en este mundo tan grande como lo es el de las Telecomunicaciones.

Sé que la Tv móvil no quedará en proyecto en nuestro país, sino que se acerca la era de la realidad de la TV Móvil, y cuando ese momento llegué tendré un abanico de oportunidades profesionales y personales ya que mi acercamiento con el tema durante esta tesis me da esos conocimientos y bases sobre el tema, me acercaran a ser uno de los tantos pioneros en la implementación de la TV Móvil en México desde ahora se que hice una excelente selección, de mi tema de tesis.

## GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

**1-Seg.** One – Segment, es un estándar para servicios digitales de difusión, con el que se pueden distribuir datos, audio y video. Utiliza uno de los trece segmentos en que se divide cada canal del estándar ISDB-T desarrollado en Japón, los doce restantes son utilizados para entregar señales de televisión de alta definición.

**3G.** Tercera generación de estándares y tecnologías para teléfonos móviles, está basado en el programa internacional de telecomunicaciones móviles de la Unión Internacional de Telecomunicaciones denominado IMT-2000.

**3GPP.** Third Generation Partnership Project, es un acuerdo de colaboración que reúne a organismos internacionales de estandarización del sector telecomunicaciones, y cuyo principal objetivo es el de desarrollar los estándares técnicos y de implementación de la tecnología UMTS. Los actuales colaboradores son: ARIB, CCSA, ETSI, ATIS, TTA y TTC.

**3GPP2.** Third Generation Partnership Project Two, es un acuerdo de colaboración que reúne a organismos internacionales de estandarización del sector telecomunicaciones, y cuyo principal objetivo es el de desarrollar los estándares técnicos y de implementación de la tecnología CDMA-2000. Los actuales colaboradores son: ARIB, CCSA, TIA, TTA y TTC.

**ARIB.** Association of Radio Industries and Businesses, es un organismo de estandarización del sector telecomunicaciones en Japón.

**ARPU.** Average Revenue Per User, ingreso promedio por usuario.

**ATIS.** Alliance for Telecommunications Industry Solutions, es un organismo de estandarización del sector comunicaciones y tecnologías de la información en EUA.

**ATSC-MH.** Advanced Television Systems Committee Mobile Handheld, es un estándar que se encuentra en desarrollo por parte de la ATSC, y que será compatible con las especificaciones para televisión digital terrestre del mismo organismo.

**CCSA.** China Communications Standards Association, es un organismo que administra las actividades de estandarización del campo de tecnologías de la información y la comunicación en China.

**CDMA 2000.** Coded division multiple access 2000, son una serie de estándares del sector telecomunicaciones móviles de tercera generación, basados en el acceso múltiple por división de código, que es un esquema para accesos múltiples en comunicaciones móviles digitales.

**CMMB.** China Mobile Multimedia Broadcasting, es un estándar para la difusión de contenidos en video, a través de sistemas satelitales o terrenos; está basado en el estándar StiMi (Satellite Terrestrial Interactive Multi-service Infrastructure). Ambos fueron desarrollados por el organismo regulador de radio y televisión (SARFT) de China.

**COFDM.** Coded Orthogonal Frequency Divison Multiplexing, es un sistema de modulación de múltiples frecuencias portadoras, utilizado para la transmisión de datos digitales.

**DAB.** Digital Audio Broadcasting, es un estándar diseñado para entregar contenidos digitales de alta calidad, en dispositivos móviles y fijos a través de sistemas satelitales o terrestres.

**DAB-IP.** Digital Audio Broadcasting Internet Protocol, es un estándar que describe la forma en que se pueden transportar datagramas del protocolo de Internet a través de un sistema DAB.

**DMB.** Digital Multimedia Broadcasting, es un estándar para la difusión de contenidos digitales hacia dispositivos móviles, está basado en el sistema DAB y contiene también partes propietarias desarrolladas por Corea del Sur.

**DMB-S.** Digital Multimedia Broadcasting Satellite, son modificaciones realizadas al estándar DMB para ser utilizado en sistemas satelitales.

**DMB-T.** Digital Multimedia Broadcasting Terrestrial, son modificaciones realizadas al estándar DMB para ser utilizado en sistemas terrenos.

**DVB-H.** Digital Video Broadcasting Handheld, es un estándar para la difusión de contenidos en video hacia dispositivos móviles; es una derivación del estándar de televisión digital terrestre DVB-T utilizado en Europa.

**DVB-T.** Digital Video Broadcasting Terrestrial, estándar para televisión digital terrestre utilizado en Europa.

**ETSI.** European Telecommunications Standards Institute, es un organismo de estandarización de la industria de las telecomunicaciones de Europa.

**FLO.** Forward Link Only, es una tecnología para interfaces aéreas, con capacidad de multidifusión y que permite entregar contenidos digitales a dispositivos móviles.

**FOMA.** Freedom of Mobile Multimedia Access, fue el primer servicio de W-CDMA en el mundo, ofrecido inicialmente en Japón.

**IEEE.** Institute of Electrical and Electronics Engineers, es un organismo dedicado a la estandarización de tecnologías.

**IMT-2000.** International Mobile Telecommunications 2000, es el conjunto de estándares globales para comunicaciones inalámbricas de tercera generación definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**ISDB-S.** Integrated Services Digital Broadcasting Satellite, es un estándar para la entrega de servicios digitales por satélite, y desarrollado por ARIB para el mercado japonés.

---

**ISDB-T.** Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial, es un estándar para la entrega de servicios digitales por tierra, y desarrollado por ARIB para el mercado japonés.

**MPEG-4.** Moving Picture Experts Group 4, es un estándar utilizado para la compresión de audio y video en formato digital.

**P2P.** Peer-to-peer, es un modelo de red conformado por una serie de nodos que se comportan de manera simultánea como clientes y servidores de los demás nodos que integran el sistema.

**PDA.** Personal Digital Assistant, es un dispositivo móvil diseñado como asistente personal.

**SARFT.** State Administration of Radio, Film, and Television, es un organismo dependiente del gobierno Chino, cuya principal tarea es la de administrar y supervisar a las empresas del gobierno relacionadas con la televisión, la radio y el cine.

**TIC.** Tecnologías de la Información y la Comunicación.

**TTA.** Telecommunications Technology Association, es un organismo de estandarización de tecnologías de la información que también elabora pruebas y certificados del sector en Corea.

**TTC.** Telecommunications Technology Committee, es un organismo de estandarización del sector telecomunicaciones que establece protocolos y estándares para redes y equipos terminales en Japón.

**UHF.** Ultra High Frequency, es la designación que se le da al rango de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se encuentra entre los valores de 300 y 3000 MHz.

**UMTS.** Universal Mobile Telecommunications System, son una serie de estándares para telecomunicaciones móviles de tercera generación que permite accesos múltiples a servicios de datos, video y voz.

**Vblogs.** Video blogs, son colecciones de videos en formato digital, que son publicados en la Internet por distintos autores.

**VHF.** Very High Frequency, es la designación que se le da al rango de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se encuentra entre los valores de 30 a 300 MHz.

**VoD.** Video on Demand, es un sistema de televisión que permite seleccionar los contenidos y descargarlos sobre demanda, es decir, por solicitud expresa del usuario.

**W-CDMA.** Wideband Code Division Multiple Access, es un protocolo para redes celulares de tercera generación que utiliza la tecnología CDMA de forma directa y permite alcanzar altas velocidades de transmisión con soporte para accesos múltiples.

**WiFi.** Wireless Fidelity, se les denomina así al conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en la familia de especificaciones IEEE 802.11.

---

**WiMax.** Worldwide Interoperability for Microwave Access, es una tecnología aplicada a las comunicaciones inalámbricas de última generación y es mantenida por el WiMAX Forum, quien también desarrolla estándares y protocolos afines al sector telecomunicaciones.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://www.arrakis.es/~aikido/interdic/articul8.htm>
- [2] [http://www.videnet.gatech.edu/cookbook.es/list\\_page.php?topic=3&url=mpeg.htm&level=1&sequence=3&name=MPEG](http://www.videnet.gatech.edu/cookbook.es/list_page.php?topic=3&url=mpeg.htm&level=1&sequence=3&name=MPEG)
- [3] <http://www.albertomurillo.com/>
- [4] [http://danielcastelao.org/apuntes/damian/ASlredes/eval1/mod\\_dixitais.pdf](http://danielcastelao.org/apuntes/damian/ASlredes/eval1/mod_dixitais.pdf)
- [5] [http://www.ictp.trieste.it/~radionet/2001\\_school/lectures/fitton/digital\\_mod.pdf](http://www.ictp.trieste.it/~radionet/2001_school/lectures/fitton/digital_mod.pdf)
- [6] Apuntes de la materia Comunicaciones Digitales
- [7] Mobile TV: DVB-H, DMB, 3G Systems and Rich Media Applications (Paperback)
- [8] <http://www.movilae.com/2007/07/26/europa-si-a-dvb-h-en-tv-movil>
- [9] <http://www.dvb-h.org/>
- [10] <http://www.qualcomm.com/mediaflo/index.shtml>
- [11] <http://eng.t-dmb.org/>
- [12] <http://www.blooble.com/objects/presentations?itemid=829>
- [13] Artículo: "T-DMB approach in Korea T-DMB approach in Korea"
- [14] [www.andicom.org.co/memorias/tv\\_digital/german\\_gonzalez.pdf](http://www.andicom.org.co/memorias/tv_digital/german_gonzalez.pdf)
- [15] [focus.ti.com/pdfs/wtbu/ti\\_digitaltvforhandsets.pdf](http://focus.ti.com/pdfs/wtbu/ti_digitaltvforhandsets.pdf)
- [16] [www.cicomra.org.ar/cicomra2/asp/Present.%20O.%20Kawakita%20-%20NEC%20-ISDBT-6-Oct.pdf](http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/asp/Present.%20O.%20Kawakita%20-%20NEC%20-ISDBT-6-Oct.pdf)
- [17] [www.telecomskorea.com/index.php?option=com\\_tag&tag=ISDB-T&tag\\_id=32](http://www.telecomskorea.com/index.php?option=com_tag&tag=ISDB-T&tag_id=32) - 36k -
- [18] [www.juniperresearch.com/shop/products/report/pdf/brochure/7721Mobile%20TV2%20\(NS\).pdf](http://www.juniperresearch.com/shop/products/report/pdf/brochure/7721Mobile%20TV2%20(NS).pdf)
- [19] [www.thinmultimedia.com/download/thinT-DMB.pdf](http://www.thinmultimedia.com/download/thinT-DMB.pdf)
- [20] [www.digitalradiotech.co.uk/dab/t-dmb\\_vs\\_dab+.htm](http://www.digitalradiotech.co.uk/dab/t-dmb_vs_dab+.htm) - 25k -
- [21] [www.researchandmarkets.com/reports/569070/mobile\\_tv\\_broadcasting.pdf](http://www.researchandmarkets.com/reports/569070/mobile_tv_broadcasting.pdf) -
- [22] [www.imaworld.org/\\_Uploads/dbsAttachedFiles/IMAMobileBroadcastTVStandards.pdf](http://www.imaworld.org/_Uploads/dbsAttachedFiles/IMAMobileBroadcastTVStandards.pdf) -
- [23] [www.mtvnl.nl/files/DMB\\_Press\\_Release\\_1.pdf](http://www.mtvnl.nl/files/DMB_Press_Release_1.pdf)
- [24] [www.xatakamovil.com/2006/11/24-cobertura-movil-forum-tv-movil-sobre-dvb-h](http://www.xatakamovil.com/2006/11/24-cobertura-movil-forum-tv-movil-sobre-dvb-h) - 61k -
- [25] [www.nabanet.com/agm07\\_presentations/P5\\_ACaruso.pdf](http://www.nabanet.com/agm07_presentations/P5_ACaruso.pdf)
- [26] [dspace.icesi.edu.co/dspace/bitstream/item/1173/1/Planificacion\\_red\\_DVB-H\\_entorno\\_urbano.pdf](http://dspace.icesi.edu.co/dspace/bitstream/item/1173/1/Planificacion_red_DVB-H_entorno_urbano.pdf)
- [27] [www.ofta.gov.hk/zh/report-paper-guide/report/rp20071228\\_3.pdf](http://www.ofta.gov.hk/zh/report-paper-guide/report/rp20071228_3.pdf)
- [28] [broadcastengineering.com/RF/ATSC-MH-mobile-standart-20070419/](http://broadcastengineering.com/RF/ATSC-MH-mobile-standart-20070419/) - 53k
- [29] [www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/forotv/ponencias/ATSC%20Robert%20Graves.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/forotv/ponencias/ATSC%20Robert%20Graves.pdf)
- [30] [www.atsc.org/standards.html](http://www.atsc.org/standards.html)
- [31] [www.engadget.com/2006/11/15/verizon-samsung-u620-loaded-up-with-mediaflo-mobile-tv/](http://www.engadget.com/2006/11/15/verizon-samsung-u620-loaded-up-with-mediaflo-mobile-tv/)
- [32] [www.telecomweb.com/mobiletvwebcast/](http://www.telecomweb.com/mobiletvwebcast/)
- [33] [www.wimax-industry.com/mk/mrv/pyramid/mkpy6a.htm](http://www.wimax-industry.com/mk/mrv/pyramid/mkpy6a.htm)
- [34] [www.bizjournals.com/sanjose/stories/2006/06/12/story3.html](http://www.bizjournals.com/sanjose/stories/2006/06/12/story3.html)
- [35] [www.analysys.com/mobile\\_tv\\_opportunity/](http://www.analysys.com/mobile_tv_opportunity/)
- [36] [www.electronics.ca/reports/mobile\\_tv/industry\\_report.html](http://www.electronics.ca/reports/mobile_tv/industry_report.html) - 25k -
- [37] [www.gemalto.com/brochures/download/upreq\\_mobile\\_tv.pdf](http://www.gemalto.com/brochures/download/upreq_mobile_tv.pdf)

- [38] [mobilementalism.com/2006/02/12/which-mobile-tv-technology-should-you-choose/](http://mobilementalism.com/2006/02/12/which-mobile-tv-technology-should-you-choose/) -
- [39] [www.amazon.com/Mobile-TV-DVB-H-Systems-Applications/dp/0240809467](http://www.amazon.com/Mobile-TV-DVB-H-Systems-Applications/dp/0240809467) - 175k
- [40] [mmc06.hhi.de/Downloads/G.%20Martinetz%20\(Motorola\)%20%20MobileTVStandards.pdf](http://mmc06.hhi.de/Downloads/G.%20Martinetz%20(Motorola)%20%20MobileTVStandards.pdf)
- [41] [www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/publications/review/2005\\_01/files/2005015.pdf](http://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/publications/review/2005_01/files/2005015.pdf) -
- [42] [www.pr-inside.com/www-chinaccm-com-4s-announces-that-r285218.htm](http://www.pr-inside.com/www-chinaccm-com-4s-announces-that-r285218.htm) - 23k
- [43] [www.wjcf.net/report\\_sample/english/110.pdf](http://www.wjcf.net/report_sample/english/110.pdf)
- [44] [en.wikipedia.org/wiki/MPH\\_\(ATSC\)](http://en.wikipedia.org/wiki/MPH_(ATSC)) -
- [45] [www.broadcast.harris.com/product\\_portfolio/product\\_details.asp?sku=WWWMPH](http://www.broadcast.harris.com/product_portfolio/product_details.asp?sku=WWWMPH) -
- [46] [www.eurocomms.com/features/112052/MOBILE\\_TV\\_STANDARDS\\_-\\_Size\\_matters.html](http://www.eurocomms.com/features/112052/MOBILE_TV_STANDARDS_-_Size_matters.html) -
- [47] [www.mindbranch.com/listing/product/R190-48.html](http://www.mindbranch.com/listing/product/R190-48.html)
- [48] [www.marketresearch.com/product/print/default.asp?g=1&productid=1484745](http://www.marketresearch.com/product/print/default.asp?g=1&productid=1484745) -
- [48] [www.bloobble.com/objects/presentations?itemid=19](http://www.bloobble.com/objects/presentations?itemid=19)
- [49] [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/ch1-jds-solvay-standardisation-20070524\\_en.pdf](http://ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/ch1-jds-solvay-standardisation-20070524_en.pdf)
- [50] [europa.eu/.../07/340&format=PDF&aged=1&language=EN&guiLanguage=en](http://europa.eu/.../07/340&format=PDF&aged=1&language=EN&guiLanguage=en)
- [51] [www.accenture.com/.../Communications/Access\\_Newsletter/Article\\_Index/WatchingTheMobileTVMarket.htm](http://www.accenture.com/.../Communications/Access_Newsletter/Article_Index/WatchingTheMobileTVMarket.htm)
- [52] [www.mobiletv.nokia.com/solutions/devices/](http://www.mobiletv.nokia.com/solutions/devices/)
- [53] [mmc05.hhi.de/Downloads/5\\_Service\\_Platforms/Nordloef\\_The\\_Mobile\\_Triple\\_Play.pdf](http://mmc05.hhi.de/Downloads/5_Service_Platforms/Nordloef_The_Mobile_Triple_Play.pdf)
- [54] [xataka.com/2008/01/03-motorola-mobile-tv-dh01](http://xataka.com/2008/01/03-motorola-mobile-tv-dh01)
- [55] [www.qualcomm.com/technology/mobiletv.html](http://www.qualcomm.com/technology/mobiletv.html)
- [56] [www.mobitv.com/press/press.php?i=press/release\\_052506](http://www.mobitv.com/press/press.php?i=press/release_052506)
- [57] [mx.truveo.com/Movistar-Mobile-TV-advertisement/id/3125429441](http://mx.truveo.com/Movistar-Mobile-TV-advertisement/id/3125429441)