

**CUESTIÓN 11-1/2**

*Examen de las tecnologías y sistemas de radiodifusión digital, incluidos los análisis de rentabilidad, el interfuncionamiento de los sistemas terrenales digitales con las redes analógicas existentes y métodos para la migración de las técnicas terrenales analógicas a las técnicas digitales*



**UIT-D**

COMISIÓN DE ESTUDIO 2

3.º PERIODO DE ESTUDIOS (2002-2006)

*Informe sobre  
la Cuestión 11-1/2  
para 2005*



Unión  
Internacional de  
Telecomunicaciones

## LAS COMISIONES DE ESTUDIO DEL UIT-D

Las Comisiones de Estudio del UIT-D se establecieron de conformidad con la Resolución 2 de la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT) celebrada en Buenos Aires (Argentina) en 1994. Para el periodo 2002-2006, se encomendó a la Comisión de Estudio 1 el estudio de siete Cuestiones en el campo de las estrategias y políticas de desarrollo de las telecomunicaciones y a la Comisión de Estudio 2 el estudio de once Cuestiones en el campo del desarrollo y de la gestión de los servicios y redes de telecomunicaciones. Para este periodo y a fin de responder lo más rápidamente posible a las preocupaciones de los países en desarrollo, en lugar de aprobarse durante la CMDT, los resultados de cada Cuestión se publicarán a medida que vayan estando disponibles.

### **Para toda información**

*Sírvase ponerse en contacto con:*

Sra Fidélia AKPO  
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)  
UIT  
Place des Nations  
CH-1211 GINEBRA 20  
Suiza  
Teléfono: +41 22 730 5439  
Fax: +41 22 730 5884  
E-mail: [fidelia.akpo@itu.int](mailto:fidelia.akpo@itu.int)

### **Para solicitar las publicaciones de la UIT**

*No se admiten pedidos por teléfono. En cambio, pueden enviarse por telefax o e-mail.*

UIT  
Servicio de Ventas  
Place des Nations  
CH-1211 GINEBRA 20  
Suiza  
Fax: +41 22 730 5194  
E-mail: [sales@itu.int](mailto:sales@itu.int)

**La Librería electrónica de la UIT: [www.itu.int/publications](http://www.itu.int/publications)**

**CUESTIÓN 11-1/2**

---

*Examen de las tecnologías y sistemas de radiodifusión digital, incluidos los análisis de rentabilidad, el interfuncionamiento de los sistemas terrenales digitales con las redes analógicas existentes y métodos para la migración de las técnicas terrenales analógicas a las técnicas digitales*

**UIT-D COMISIÓN DE ESTUDIO 2 3.º PERIODO DE ESTUDIOS (2002-2006)**

***Informe sobre  
la Cuestión 11-1/2  
para 2005***

**CLÁUSULA LIBERATORIA**

**El presente informe es obra de muchos voluntarios de diferentes Administraciones y empresas. La mención de empresas o productos específicos no implica respaldo o recomendación alguna por parte de la UIT.**

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
Capítulo 1 – Introducción .....	1
1.1 Radiodifusión sonora digital .....	1
1.2 Radiodifusión de televisión digital terrenal .....	2
1.3 Actividades de la UIT .....	4
Capítulo 2 – Aspectos técnicos.....	9
2.1 Introducción.....	9
2.1.1 Radiodifusión sonora digital.....	9
2.1.2 Radiodifusión de vídeo digital.....	9
2.1.3 Radiodifusión de datos .....	10
2.2 Radiodifusión sonora digital inalámbrica .....	10
2.2.1 Introducción.....	10
2.2.2 Radiodifusión con modulación en amplitud en las bandas de ondas decamétricas.	11
2.2.3 Radiodifusión sonora digital en bandas de ondas métricas y decimétricas .....	16
2.3 Radiodifusión vídeo digital inalámbrica.....	18
2.3.1 Introducción.....	18
2.3.2 Sistema ATSC .....	19
2.3.3 Sistema DVB-T .....	21
2.3.4 Sistema ISDB-T.....	22
2.3.5 Conclusiones.....	23
2.4 Radiodifusión digital por cable.....	30
2.5 Convergencia con interactividad.....	32
2.5.1 Difusión de datos sobre la base de la radiodifusión digital – internet con métodos web/carrusel.....	32
2.5.2 Tipos de canales de retorno terrenales, y medios para proporcionar canales de retorno inalámbricos .....	51
2.5.3 Nuevas tecnologías incipientes.....	58
Capítulo 3 – Modalidades de transición entre sistemas de radiodifusión terrenal analógica a sistemas de radiodifusión terrenal digital .....	67
3.1 Aspectos jurídicos y reglamentarios .....	67
3.1.1 Aspectos reglamentarios durante la transición .....	67
3.1.2 Marco de reglamentación .....	67
3.1.3 Una o diferentes normas mundiales.....	68
3.2 Aspectos técnicos.....	69
3.2.1 Métodos de implementación del servicio de radiodifusión terrenal digital.....	69
3.2.2 Radiodifusión de vídeo digital.....	75
3.3 Aspectos económicos.....	81
3.3.1 Radiodifusión de televisión terrenal .....	81
3.3.2 Radiodifusión terrenal sonora.....	87
Capítulo 4 – Resumen de los resultados de la CRR-04.....	91
4.1 Introducción.....	91
4.2 Principales resultados.....	91
Capítulo 5 – Conclusiones.....	93
5.1 Consideraciones en materia de reglamentación .....	93
5.2 Uso eficaz del espectro de radiodifusión .....	94
5.3 Requisitos de los servicios de radiodifusión .....	95

5.3.1	Aspectos vinculados a la red .....	95
5.3.2	Aspectos vinculados a la recepción .....	95
5.4	Aspectos relativos a la interoperabilidad de los sistemas .....	96
5.4.1	Recepción digital .....	96
5.4.2	Fomento de la utilización de receptores digitales.....	96
5.4.3	Información a los usuarios sobre equipos digitales y sobre el paso a la tecnología digital .....	97
5.4.4	Receptores integrados de televisión digital .....	97
5.4.5	Conectividad digital.....	97
5.4.6	Interoperabilidad de servicios.....	98
5.4.7	Acceso para los usuarios con necesidades especiales.....	98
5.4.8	Supresión de obstáculos a la recepción de la radiodifusión digital .....	98
5.5	Repercusiones en los ciudadanos.....	98
Capítulo 6	– Estudios de caso.....	101
6.1	OCDE y radiodifusión .....	101
6.2	Aspectos relacionados con el espectro de radiodifusión para la radiodifusión de vídeo digital en Europa .....	104
6.3	Comunicación de la Comisión Europea acerca de la transición de la radiodifusión analógica a la digital .....	106
6.4	Plan de Acción eEurope 2005 .....	109
6.5	Utilización de los sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal (DVB-T) en Europa.....	110
6.6	Estudio de caso: Brasil.....	111
6.6.1	Introducción.....	111
6.6.2	Metodología aplicada y resultados obtenidos.....	111
6.6.3	Conclusiones.....	115
6.7	Estudio de caso: Canadá. Una red experimental de transmisión distribuida de DTV conforme a la Norma del ATSC .....	115
6.7.1	Resumen .....	115
6.7.2	Introducción.....	115
6.7.3	Configuración de sistemas y metodologías .....	117
6.7.4	Resultados .....	118
6.7.5	Conclusiones.....	119
6.8	Estudio de caso: Alemania.....	120
6.8.1	La fase inicial de la transición .....	120
6.8.2	La transición en curso.....	122
6.8.3	Experiencias y resultados obtenidos durante el proceso de transición en Berlín-Brandeburgo .....	127
6.8.4	Nuevas perspectivas .....	132
6.9	Estudio de caso: Guinea.....	134
6.9.1	Aspectos jurídicos y reglamentarios.....	134
6.9.2	Aspectos técnicos .....	135
6.10	Estudio de caso: Federación de Rusia.....	135
6.10.1	Estrategia global de actualización de la red regional de transmisión sonora y de televisión y transición hacia la radiodifusión digital en la región .....	135
6.10.2	Fases del proceso de modernización global de la red regional de radiodifusión sonora y de televisión .....	137
6.10.3	Ampliación de la red de transmisión de radiodifusión sonora y de televisión en la región, y del abanico de servicios y funciones de red a través de una prestación interactiva de servicios y el suministro de servicios multimedia.....	138

6.11 Estudio de caso: Equipo asistido por computador para las redes de análisis de DVB-T/ UMTS .....	140
Anexo 1 – Mapa mundial de la DTV .....	144
Anexo 2 – Elección a nivel mundial de sistemas para la televisión digital por satélite, por cable y terrenal (julio de 2004) .....	145
Anexo 3 – Glosario de siglas y acrónimos .....	147





## Capítulo 1

### Introducción

Se prevé que con el paso del tiempo la transición de las tecnologías de radiodifusión analógica a digital será universal. No obstante, esta transición no progresará uniformemente en todos los países o regiones. Pese a que ya se han introducido mundialmente los servicios de radiodifusión por satélite (sonido y televisión) o se introducirán a corto plazo, la radiodifusión digital terrenal se encuentra en su fase inicial en muchos países.

En el campo de la televisión y la radio (denominados conjuntamente «radiodifusión»), «transición» es el proceso de migración de la radiodifusión analógica a la digital, que se iniciará con la introducción del sistema digital y concluirá una vez que se deje de utilizar la radiodifusión analógica. Existen muchos caminos en función de la velocidad y de la longitud del proceso, las partes interesadas y el grado de intervención gubernamental. Cada país sigue su propio sendero de transición, a menudo influenciado por el antiguo sistema de radiodifusión local.

La transición supone mucho más que una migración técnica. Si se considera el papel de la televisión y la radio en la sociedad moderna, la transición incide no sólo en la economía, sino también en la sociedad y el entorno político. La transición afecta a todos los segmentos en la cadena de valor de la radiodifusión, concretamente: producción, transmisión y recepción de contenido. Todos estos componentes necesitan actualizarse para poderlos adaptar a la radiodifusión digital. El desafío principal recae sobre el lado de la recepción al tener que sustituir o actualizar la inmensa base instalada de receptores analógicos. Esto podría hacerse con «decodificadores» integrados, esto es, receptores digitales conectados al aparato de televisión analógica. En muchos casos, tendrán que adaptarse también los puntos de conexión (antenas, parábolas, cableado).

En este Informe se ofrece un panorama general de la migración de tecnologías y sistemas de radiodifusión de televisión terrenal digital (DTTB) y de radiodifusión sonora digital. En el Informe se introducirán mejoras con objeto de contemplar, en la medida de lo posible, los problemas planteados en la implantación de la radiodifusión terrenal digital, describir las tecnologías disponibles para resolver esos problemas y proponer las recomendaciones adecuadas para los países donde se está migrando de sistemas analógicos a digitales, para mejorar sus redes de radiodifusión digital (Capítulos 2 y 3).

En el Capítulo 3 se describen los diferentes métodos que hacen posible la transición de sistemas de radiodifusión terrenal analógicos a digitales.

Por otra parte, en el Informe se identifican los aspectos económicos y de desarrollo de los sistemas de radiodifusión digital sonora, de televisión y por cable existentes y propuestos, que acarrearán efectos en todos los países. Además, se tienen especialmente en cuenta los costos del receptor y las técnicas de transición de la radiodifusión analógica terrenal a la digital, así como las experiencias de los Estados Miembros y Miembros de Sector de la UIT, y de los estudios realizados por el UIT-R. En el subcapítulo 3.3 se presentan los resultados generales de este nuevo mercado.

En el Capítulo 4 se facilitan los resultados de la primera reunión de la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones celebrada en Ginebra, en mayo de 2004, así como las actividades preparatorias para la segunda reunión, que tendrá lugar en mayo de 2006, sobre la planificación de la radiodifusión digital terrenal sonora (T-DAB) y de la radiodifusión digital terrenal de televisión (DVB-T) en 118 países.

Tras el Capítulo 5 (Conclusiones), en el Capítulo 6 (Estudios de casos) se trata de demostrar la transición en curso y planificada de los sistemas analógicos a los sistemas digitales.

#### 1.1 Radiodifusión sonora digital

Durante los últimos 20 años se ha venido produciendo el desplazamiento de un servicio de radiodifusión sonora que depende principalmente de la aplicación de tecnologías analógicas a otro basado en tecnologías digitales, debido a la aparición de algoritmos poderosos, la evolución de la potencia de cálculo y la

disponibilidad de dispositivos para el procesamiento de la señal digital (DSP) necesarios para implantar, a precios asequibles, la radiodifusión sonora digital, en primer lugar en el estudio, luego en la red de contribución primaria y secundaria y, finalmente, en las instalaciones del consumidor. (Según la Ley de Moore, la potencia de cálculo se duplica cada 18 meses y, por lo tanto, acelera el proceso de implantación de las tecnologías digitales). Las técnicas digitales aplicadas a los esquemas de modulación proporcionan canales transparentes. La calidad de cada eslabón de la cadena de radiodifusión sonora debe ser prácticamente perfecta; el elemento más débil será un obstáculo y la calidad final dependerá de él. Por consiguiente, las técnicas digitales se aplicarán del estudio a la red de contribución incluso para alimentar transmisores analógicos (como los transmisores AM y FM) y, evidentemente, para alimentar los transmisores de radiodifusión digital (DAB, DRM y otros).

Las principales ventajas de una migración de la radiodifusión sonora analógica a otra digital son las siguientes:

**a) Mejor recepción sonora**

Desde la aparición de nuevos componentes y dispositivos, como los lectores CD y MP3, es mayor la demanda de calidad sonora e incluso de servicios de radiodifusión de datos por parte del público.

A finales del decenio de 1990, ciertos países europeos desarrollaron un nuevo servicio de radiodifusión basado en la tecnología OFDM utilizando tecnologías «de avanzada» como los codificadores audio T-DAB que, posteriormente, constituyeron la base del desarrollo de otros sistemas en todo el mundo: DRM, IBOC, DVB-T.

**b) Nuevos contenidos y programas atractivos**

La introducción de las tecnologías digitales y de la compresión audio/vídeo de elevada eficacia permitió la aparición de numerosos programas (contenidos) en comparación con las posibilidades que ofrecían los sistemas analógicos, además de sonido FM de altísima calidad como en las bandas AM y calidad CD en T-DAB como en los sistemas de sonido estereofónico y de sonido ambiente multicanal (por ejemplo, el sistema 5.1) que acompañan la presentación de datos (guías de programa, información de tráfico). Además, los sistemas de sonido digital pueden proporcionar imágenes fijas. Para recibir servicios de vídeo y/o datos, el oyente necesita disponer de un receptor especializado.

Como resultado de la eficacia de la tecnología digital utilizada (de 1 a 4 bit/hertz/s), el oyente puede recibir un cierto número de nuevos programas.

**c) Portabilidad, movilidad**

En comparación con los sistemas analógicos (AM, FM), los usuarios desean obtener las mismas prestaciones sumadas a las capacidades de portabilidad y de recepción móvil.

**d) Eficacia**

Gracias a la introducción de las tecnologías digitales es posible obtener:

- i) una mayor eficacia en materia de frecuencias (menor necesidad de espectro por canal digital) en el canal asignado (es decir, más programas) pero también la utilización del canal adyacente sin interferencias;
- ii) una drástica reducción en la potencia radiada para la misma zona de cobertura (por ejemplo, para el sistema DRM, una potencia de cresta de 80 kW en lugar de 250 kW).

## **1.2 Radiodifusión de televisión digital terrenal**

Durante los últimos veinte años se ha venido produciendo el desplazamiento de un servicio de televisión que depende principalmente de la aplicación de tecnologías analógicas a otro basado en tecnologías digitales. Esta migración del servicio de televisión es parte de la intensificación natural de la convergencia de la televisión, las telecomunicaciones, y las artes y ciencias informáticas gracias al uso compartido de tecnología digital.

Las señales de entrada y salida de los sistemas de televisión en la cámara y en el receptor, respectivamente, son inherentemente analógicas. Por consiguiente, «¿por qué digital?» es una pregunta lógica.

Mientras que las degradaciones de la señal en la señal analógica son acumulativas y sus características hacen que sea difícil distinguirlas de la señal de vídeo, la capacidad de regenerar exactamente un tren de impulsos digital hace que las señales digitales sean teóricamente inmunes a degradaciones procedentes de fuentes externas. Los trenes de bits se pueden intercalar dentro de un canal simple. Este procedimiento de intercalación permite la emisión, transmisión, almacenamiento o procesamiento de señales auxiliares junto con la señal de vídeo y de audio asociadas. Además, cabe la posibilidad de aplicar técnicas de compresión basadas en la reducción de redundancia a los servicios de vídeo y audio para hacer posible transmitir un servicio de HDTV o servicios normales múltiples en un canal analógico de radiodifusión existente.

La llegada de componentes de segunda y tercera generación y de videograbadoras digitales compuestos, conmutadores, gráficos animados y máquinas de efectos especiales y el acuerdo sobre una interfaz de señal digital en serie en 1990, aceleraron el movimiento hacia la implantación de prestaciones de producción totalmente digitales. La producción digital y la utilización de grabadores digitales de cinta magnética modificó la práctica de los organismos de radiodifusión sobre edición multigeneracional, de cinco generaciones de edición postproducción con utilización de tecnología analógica a decenas de generaciones con utilización de la tecnología digital. La aplicación de las técnicas digitales ha reducido considerablemente el tiempo de establecimiento de la cámara: de horas a un tiempo casi instantáneo. Los sistemas de biblioteca digital permiten que la ubicación de los medios de grabación sea transparente al usuario. El proceso total gobernado por computadora penetró profundamente en la generación de programas y facilidad de distribución llevando consigo el control preciso y la repetición de la función.

Las tecnologías de radiodifusión digital se utilizaron por primera vez para la distribución entre el estudio y los lugares de transmisión mediante enlaces de satélite o terrenales.

Por lo tanto, la radiodifusión de televisión terrenal digital (DTTB) tiene ciertas ventajas. Además de ofrecer más canales que la televisión analógica, incita a los usuarios a adquirir o alquilar un decodificador para disponer de:

- a) **Mejor imagen y sonido:** lo que ocurrió con otros productos es una prueba de que los usuarios desean obtener imágenes y sonido de mejor calidad. Los discos compactos, que aparecieron a finales del decenio de 1980, tuvieron una gran repercusión aunque eran considerablemente más caros que los discos de vinilo y era preciso, además, un nuevo lector. Del mismo modo, los DVD, notablemente más caros que los casetes VHS y que también necesitan un equipo especial, están en auge (los mercados de DVD y lectores DVD se han duplicado en los últimos dos años), hecho que constata la demanda de los usuarios por imágenes y sonido de elevada calidad.
- b) **Nuevos programas atractivos:** se atrae al público ofreciendo prestaciones auténticas y suficientes. Hay tres tipos de canales que despiertan el interés de los espectadores: canales de contenido general innovadores o diferentes de los ya conocidos; canales con mayor contenido temático, suficientemente completos y con posibilidades de atraer a una audiencia bastante numerosa; canales locales o regionales, que respondan a las preocupaciones sociales, económicas y políticas de los espectadores en su entorno geográfico inmediato. Según estadísticas recogidas en ciertas partes del mundo, hasta el 30% de los telespectadores digitales escuchan radio con tecnologías DVB.
- c) **Portabilidad:** en términos absolutos, se trata de la solución técnica ideal. Por medio de una antena integrada o conectada a un aparato, pueden recibirse señales de televisión en el exterior o en cualquier parte de un domicilio, hasta en un dispositivo de bolsillo. No obstante, teniendo en cuenta la infraestructura de radiocomunicación, se tratará de una solución costosa ya que los transmisores principales necesitarán nuevos retransmisores para que todos los espectadores de la zona de cobertura de la televisión terrenal digital (DTT) obtengan una recepción portátil.
- d) **Interactividad:** la DTT ofrece desde hace poco tiempo a los telespectadores servicios interactivos; dicho de otro modo, permite establecer un diálogo entre el telespectador y el proveedor de servicio, que puede ir desde el aporte de información hasta la oferta de servicios de transacción, por ejemplo: compras, juegos o servicios bancarios por televisión. A la larga, la convergencia tecnológica hará posible que la televisión pase a ser el receptáculo de numerosas funciones. Con todo, el ritmo de

aceptación relativamente lento de internet en ciertos países en los que está disponible es una prueba de que parte de la población es reacia a utilizar los servicios mencionados. Es posible también que su limitado desarrollo se deba a las exiguas capacidades que permiten las frecuencias disponibles. Por otra parte, hay quienes opinan que el control remoto de televisión no es probablemente el medio más fácil para navegar en un programa o servicio interactivo, y habrá que esperar que se mejoren las conexiones y los tiempos de respuesta.

- e) **Movilidad:** una de las ventajas más claras de la radiodifusión terrenal en comparación con otros medios de radiodifusión es la posibilidad de facilitar recepción móvil en automóviles, camiones, autobuses y trenes.

NOTA – En líneas generales, las normas disponibles para la radiodifusión digital sonora y de TV pueden dividirse en dos grupos:

- El sistema de códigos de portadora 8-VSB simples (utilizado en la norma ATSC-DTT de Estados Unidos) se basa en la codificación de la información digital que habrá de transmitirse empleando sólo modulación de amplitud (8 niveles). La señal modulada se procesa a continuación a través de un filtro de Nyquist, a fin de reducir el ancho de banda de transmisión.
- Multiportadoras (varias versiones de COFDM, en las cuales están basados los sistemas DVB-T y DAB (adoptados en Europa), ISDB-T (adoptado en Japón), DMB-T (desarrollado en China), y otros códigos).

El método COFDM se basa en la división de los datos entre un elevado número de portadoras dentro del canal de funcionamiento. A continuación, la información digital asociada a cada portadora puede codificarse utilizando modulación de amplitud y fase (por ejemplo, QPSK, 16 QAM, 64 QAM). Los datos digitales transmitidos simultáneamente y asociados a las diferentes portadoras constituyen un símbolo OFDM.

Los códigos basados en COFDM facilitan la transmisión por medio del canal físico de un múltiplex, constituido por diferentes contenidos que podrán ser seleccionados y extraídos por el receptor.

Por otro lado, la señal desplegada por muchas portadoras que se distribuyen en todo el ancho del canal, junto con los sistemas de recuperación de errores para salvaguardar la integridad de los datos, permite que sistemas basados en COFDM, tal como DVB-T, sean adecuados para la implementación de redes SFN, en las que se emplea la misma frecuencia para la transmisión en zonas de cobertura adyacente; el desvanecimiento implícito debido a la interferencia cocanal entre las señales originadas por transmisores que funcionan en la misma frecuencia se compensa gracias a las características del sistema COFDM. Las redes SFN comerciales (en DVB-T) ya han sido desplegadas en Australia, España y Alemania.

La misma alta inmunidad a las interferencias hace que los sistemas de radiodifusión digital COFDM también sean adecuados para la recepción de servicio móvil. La norma DVB-H de reciente publicación tiene especialmente en cuenta esta utilización. En este caso, se ha puesto particular énfasis en la preservación de la vida de la batería: la introducción del llamado «empalme de tiempo» (*time splicing*) permite que el sistema funcione sólo cuando se difunde contenido de interés. Un sistema de recuperación de errores refuerza aún más la robustez del sistema.

### 1.3 Actividades de la UIT

Los tres Sectores de la UIT, cada uno de ellos dentro de su esfera de competencia, son responsables de las actividades y los estudios relacionados con la Cuestión 11-1/2 del UIT-D. Cabe señalar que en el Informe sobre la Cuestión 9-1/2 de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D figura un resumen de las Cuestiones y temas de estudio, así como información más completa sobre las Recomendaciones y Manuales aprobados que tienen una particular incidencia en los países en desarrollo.

En el presente Informe se ponen de relieve los puntos esenciales vinculados a la Cuestión 11-1/2:

#### a) UIT-R

##### *CE 1: Gestión del espectro*

- Recomendación SM 1047-1, «Gestión nacional del espectro»
- Informe SM 2012-2, «Aspectos económicos de la gestión del espectro»
- Manual sobre comprobación técnica del espectro, 2002
- Manual sobre gestión del espectro nacional, 2005

*CE 3: Propagación de las ondas radioeléctricas*

- Recomendación UIT-R P.1546-2, «Métodos de predicción de punto a zona para servicios terrenales en la gama de frecuencias de 30 a 3 000 MHz». Esta Recomendación revisada sustituye las dos Recomendaciones P.370-7 y P.529-3, que constituían las dos primeras Recomendaciones sobre curvas de propagación utilizadas para la previsión de intensidades de campo en el caso de los sistemas móviles terrestres y de servicios de radiodifusión.
- Manual sobre «Propagación de las ondas radioeléctricas en sistemas terrenales móviles terrestres en las bandas de ondas métricas/decimétricas», (2002).

*CE 6: Servicios de radiodifusión*

En particular, las actividades del Grupo de Trabajo 6E y del antiguo Grupo de Tareas Especiales 6/8 relativas a la preparación de la primera fase de la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones (CRR-04) con miras a la actualización del Plan de Estocolmo de 1961 sobre televisión y del Plan de 1989 (véase el Capítulo 4 del presente documento).

**b) UIT-T***CE 9: Redes de cable integradas de banda ancha y transmisión de televisión y sonido*

Se trata de la Comisión de Estudio Rectora sobre redes de televisión y de cable integradas de banda ancha, que se encarga de las siguientes tareas:

- la utilización de redes de cable y redes híbridas concebidas básicamente para la distribución en los hogares de programas de televisión y emisiones radiofónicas como, por ejemplo, las redes de banda ancha integradas que transmiten servicios vocales u otros servicios de puntualidad crítica, vídeo a la carta, servicios interactivos, etc.;
- la utilización de sistemas de telecomunicación para la contribución, la distribución primaria y la distribución secundaria de programas de televisión, emisiones radiofónicas y servicios de datos similares.

Esta Comisión de Estudio se ocupa de las siguientes Cuestiones y sus Recomendaciones afines:

*Cuestión 6/9* – Métodos y prácticas para el acceso condicional y copias de protección para la distribución de televisión digital por cable a los hogares.

*Cuestión 12/9* – Entrega de sistemas de televisión por cable de servicios digitales y aplicaciones que utilizan protocolos internet y/o datos basados en paquetes.

*Cuestión 13/9* – Aplicaciones de señales vocales y vídeo con protocolos internet a través de redes de televisión por cable.

*La Comisión de Estudio 9 está encargada de la coordinación con la Comisión de Estudio 6 del UIT-R sobre asuntos relacionados con la radiodifusión.*

*CE 15:* En el UIT-T, la Comisión de Estudio 15 se ocupa de las redes ópticas y otras redes de transporte que abarcan las siguientes Cuestiones y Recomendaciones afines:

*Cuestión 1/15* – Transporte en la red de acceso.

Esta Cuestión mantiene un amplio panorama general en materia de normas que actualiza regularmente y cuyos resultados pueden consultarse en la siguiente página web:

<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/lead.html>

*CE 16* : Servicios, sistemas y terminales multimedios.

**c) UIT-D**

El Grupo de Relator sobre la Cuestión 11-1/2 es el actor principal del Sector UIT-D en esta esfera.

#### d) Conferencia Regional de Radiocomunicaciones (CRR)

A raíz de las consultas iniciadas en 2000 con respecto a la celebración de una conferencia regional de radiocomunicaciones (CRR) y a la planificación del futuro servicio de radiodifusión en las bandas 174-230 MHz (ondas métricas) y 470-862 MHz (ondas decimétricas) (en 2001, el Consejo de la UIT adoptó la Resolución 1185 a este respecto), la Conferencia de Plenipotenciarios (Marrakech, 2002) aprobó la Resolución 117 sobre la determinación de la zona de planificación para la radiodifusión terrenal de televisión y sonora en dichas bandas en una conferencia regional de radiocomunicaciones.

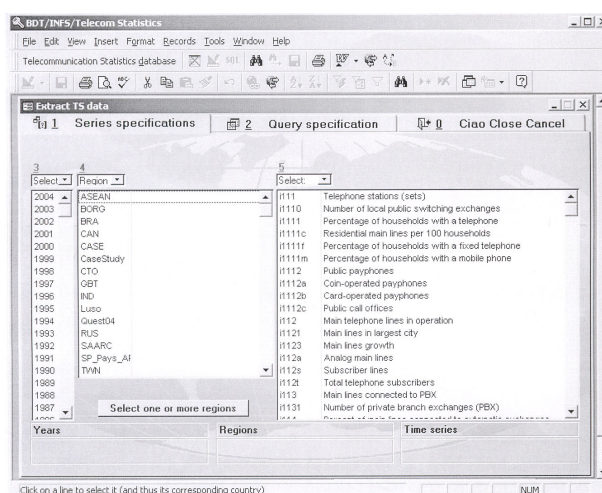
En su reunión de 2003, el Consejo modificó la Resolución 1185 a fin de tener en cuenta las decisiones adoptadas por la Conferencia de Plenipotenciarios (Marrakech, 2002) y elaboró los órdenes del día de las dos reuniones de la CRR. En virtud de la Resolución 1185 (modificada, 2003), el Consejo elaboró un Informe en Ginebra durante la CRR-04 (mayo de 2004). Dicho Informe constituyó la base de los trabajos de la primera reunión de la CRR, con miras a facilitar los ejercicios de planificación antes de la celebración de la segunda reunión y la forma en que las administraciones debían presentar sus necesidades. La primera reunión de la conferencia se celebró en Ginebra del 10 al 28 de mayo de 2004 (véase el Capítulo 4).

#### e) Base de Datos de la UIT de los Indicadores de las Telecomunicaciones Mundiales (8.ª edición de 2004)

La *base de datos de los Indicadores de las Telecomunicaciones Mundiales* contiene datos sobre series temporales de los años 1960, 1965, 1970 y datos anuales de 1975 a 2003, con alrededor de 80 estadísticas de comunicaciones que abarcan el tamaño de la red telefónica, los servicios móviles, la calidad de servicio, el tráfico, el personal, las tarifas, los ingresos y la inversión. Los datos correspondientes a 2003 ofrecen indicadores seleccionados tales como las líneas telefónicas en funcionamiento, los abonados a la red celular móvil y los usuarios de internet. Además, se incluyen estadísticas seleccionadas sobre demografía, macroeconomía, radiodifusión y tecnología de la información.

Los datos se recogen gracias a un cuestionario anual que distribuye la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) de la UIT. Algunos datos adicionales se obtienen de los ministerios de telecomunicaciones, de los organismos reguladores y de los operadores, así como de los informes del personal de la UIT. En algunos casos, este último se encarga de efectuar estimaciones que se anotan en la base de datos.

En la siguiente figura se muestra la página principal de la base de datos.



Para la radiodifusión la base de datos incluye:

- Receptores de televisión
- Residencias con televisión
- Abonados al servicio de televisión por cable
- Antenas receptoras de satélite en residencias

A título de ejemplo, se presenta a continuación un extracto de la base de datos correspondiente a Francia.

**Cuadro 1 – Ejemplo en la base de datos de la UIT de los Indicadores de las Telecomunicaciones Mundiales correspondiente a Francia**

Country	Time series	Series notes	1998	1999	2000	2001	2002
France	Cable TV subscribers	Source: AF	2'600'000.00	2'850'000.00	2'974'000.00	3'375'000.00	3'593'000.00
France	Home satellite antennas	Source: SE	3'260'000.00	3'920'000.00	4'300'000.00	4'740'000.00	5'010'000.00
France	Households passed by cable television				8'395'668.00	8'493'204.00	8'810'270.00
France	Per cent of households with a radio						
France	Per cent of households with a television		94.06	93.41	93.66	94.72	95.00
France	Percent of population covered by radio broadcasting						
France	Percent of population covered by TV broadcasting						
France	Radio equipped households						
France	Radio licence households						
France	Radio sets	Source: UI					
France	Television equipped households	Until 1994, 22'280'000.00	22'380'000.00	22'724'000.00	23'283'010.00	23'411'000.00	
France	Television licence households						
France	Television receivers	Source: Ur	36'000'000.00	36'500'000.00	37'000'000.00	37'500'000.00	37'700'000.00
France	Televisions per 100 inhabitants		61.65	62.26	62.83	63.19	63.22

NOTA – También se dispone de otras estadísticas y de publicaciones sobre análisis de mercado. Para obtener más detalles se debe consultar el siguiente sitio web: <http://www.itu.int/ITU-D/ict> (Aviso de Publicación N.º 191-04).

## f) Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones (2003)

Este Informe, «Indicadores de Acceso para la Sociedad de la Información», contiene una serie de estadísticas relativas a la radiodifusión, entre ellas las siguientes:

## 1) 18 – Radiodifusión (páginas A 72 a A 75)

Para radio y televisión, datos sobre el porcentaje del total de hogares y de cobertura de la población, presentados en distintas categorías por países: ingreso bajo (59 países), ingreso medio bajo (50 países), ingreso medio alto (29 países) e ingreso alto (41 países).

El cuadro resumen es el siguiente:

	Radio			Televisión		
	Hogares (en miles) 2002	Como % del total de hogares 2002	Cobertura de población 2002	Hogares (en miles) 2002	Como % del total de hogares 2002	Cobertura de población 2002
Mundial	702.355	69,3%	95%	1.151.607	75,3%	86%
África	89.478	59,2%	93%	57.975	38,2%	69%
Américas	223.512	95,8%	96%	229.250	94,4%	94%
Asia	247.235	54,0%	95%	574.458	69,0%	91%
Europa	134.757	82,2%	96%	281.196	96,7%	99%
Oceanía	7.373	96,3%	100%	8.728	84,5%	98%

## 2) 19 – TV multicanal (páginas A 76 a 79)

Se presentan estadísticas de abonados al servicio de TV por cable, a antenas de recepción de satélite y de abonados al módem de cable, cuyo resumen es el siguiente:

	Abonados a TV por cable		Antenas de recepción de satélite en hogares		Abonados a módem de cable	
	Total (en miles) 2002	Como % de TV en hogares 2002	Total (en miles) 2002	Como % de TV En hogares 2002	Total (en miles) 2002	Como % de abonados a TV por cable 2002
Mundial	351.097,6	31,8%	99.665,2	14,6%	23.972,9	7,0%
África	188,6	0,3%	9.192,7	21,7%	–	–
Américas	96.628,5	43,4%	22.287,3	10,7%	13.390,5	14,1%
Asia	180.747,9	33,3%	22.342,7	15,7%	6.447,6	3,7%
Europa	71.974,4	25,7%	44.957,7	16,0%	3.989,4	5,6%
Oceanía	1.558,2	18,1%	884,8	10,3%	145,4	9,4%



## Capítulo 2

### Aspectos técnicos

#### 2.1 Introducción

La implementación de redes digitales de radiodifusión vídeo y/o sonora de las telecomunicaciones mundiales hacen posible multiplicar el número de programas recibidos en los hogares, debido a la utilización de tecnologías digitales –esencialmente técnicas de compresión y exclusión de la interferencia cocanal (por ejemplo, el recurso, en el caso de la televisión, a canales que no se podrían utilizar en el marco de la radiodifusión analógica). Asimismo, la radiodifusión digital es un importante instrumento de la sociedad de la información y de las tecnologías cuya aplicación tiende a fomentar la convergencia de banda ancha de telecomunicaciones, datos, internet, y vídeo y sonido con interactividad.

El presente capítulo proporciona información técnica a ingenieros y administradores encargados de la implementación de los sistemas de radiodifusión digital y la migración de los sistemas de radiodifusión analógica a los de radiodifusión digital. Por otra parte, no es de esperar que la radiodifusión terrenal analógica sonora y de televisión sea reemplazada en un abrir y cerrar de ojos por los servicios digitales, ya que éste es un fenómeno que puede tomar varios o incluso muchos años.

En el campo de la radiodifusión cabe destacar tres familias de aplicaciones:

##### 2.1.1 Radiodifusión sonora digital

Este rubro entraña la transmisión de señales audiodigitales, así como de datos a receptores fijos, móviles y portátiles. Varios organismos de radiodifusión transmiten en formato de radiocomunicaciones digital en varios países de Europa, América del Norte y Asia y el Pacífico. La radiodifusión sonora digital (DAB) y la radiodifusión digital de servicios terrenales integrados (ISDB-T) reemplazan la radiodifusión sonora analógica convencional. En las bandas por debajo de 30 MHz se ha registrado el desarrollo de la norma DRM que se ha implementado con carácter experimental o regular en diferentes países. Las normas mundiales de radiocomunicación digital utilizan COFDM, que es un medio eficaz y muy flexible para entregar servicios digitales, especialmente en un entorno complejo caracterizado por *multipatch* y ecos. La segunda ventaja de los planes de modulación multiportadora consiste en hacer posible la aplicación de técnicas de red de frecuencia única (SFN).

##### 2.1.2 Radiodifusión de vídeo digital

La tecnología que supone el paso de la televisión analógica a la televisión digital se está transformando y la radiodifusión de vídeo digital se ha desarrollado e implementado en muchos países. La radiodifusión digital brinda la posibilidad de contar con más canales, recurriendo a técnicas de compresión digital tales como MPEG-2. Desafortunadamente, no se cuenta en la actualidad con una norma mundial sobre sistemas de codificación de sonido, y esto ha dado lugar al surgimiento de varias normas de televisión digital en Europa, Japón y América del Norte.

Europa y otras regiones del mundo han optado por adoptar la norma DVB, que es compatible para DVB-T, DVB-C y DVB-S. Tratándose de los multimedios, se ha adoptado la especificación MHP 1.1. Asimismo, en lo que concierne a la radiodifusión de datos, la norma DVB-datos permite la implementación de una gran variedad de servicios de datos distintos en un marco de plena interoperabilidad. DVB-T hace posible la prestación de varios servicios en un múltiplex, por ejemplo radio, SDTV, EDTV (16/9), HDTV, varios tipos de sistemas sonoros, que van de la monofonía hasta sistemas de sonido ambiente 5.1 y, por último, televisión fija, portátil y móvil.

Japón ha desarrollado el sistema ISDB en el que cabe la posibilidad de asignar de modo flexible partes de la anchura de banda global a la radio, a la SDTV, a la HDTV y a la televisión móvil. Además, se está considerando la norma BML para los multimedios que habrá de armonizarse con las normas DVB-MHP y OCAP para los sistemas de cable digitales.

En Estados Unidos, *Grand Alliance* ha desarrollado el sistema ATSC (o DTV) para la radiodifusión terrenal y cableLabs es la norma de entrega digital por cable. La norma DASE (arquitectura DTV para el entorno informático), norma que resulta aplicable a los multimedia, se publicó en enero de 2002. Las normas cableLabs, ATSC y DSS no son interoperables en el caso de los servicios digitales por satélite (la norma DSS está estrechamente vinculada con la norma DVB-S).

La UIT ha contribuido a garantizar la compatibilidad e interoperabilidad requeridas entre distintos dispositivos electrónicos en todo el mundo, aun cuando resulta difícil entrar a organizaciones y operadores regionales en el mismo marco.

Aunque DVB-T se ha probado y puesto en funcionamiento, el servicio por satélite se inició hace unos cuantos años en Estados Unidos, Reino Unido, Japón y otros países. La amenaza que pesa realmente en cuanto a la adopción continua del sistema DTV es el costo de los receptores de TV, que requieren una unidad de adaptación multimedia para convertir la señal digital entrante en un formato que pueda visualizarse en el aparato de televisión y contener el soporte lógico necesario para permitir la utilización de servicios interactivos. El creciente número de unidades de adaptación multimedia que se alquilan o venden explica que el precio actual de estos dispositivos se sitúe en torno a los 70 EUR.

### 2.1.3 Radiodifusión de datos

Esta radiodifusión entraña la entrega directa de contenido multimedia a un computador u otros dispositivos digitales, gracias a la instalación de una tarjeta de datos específica en el receptor para que éste reciba los datos y los convierta en un formato que pueda ser utilizado por el computador u otros dispositivos digitales. La utilización de internet y la adopción del protocolo internet ha revolucionado en todo el mundo el mercado de radiodifusión multimedia. Se están preparando varias normas en Europa, Estados Unidos y Japón para la radiodifusión multimedia, y en la UIT se ha estado trabajando también en dicha normalización.

Habida cuenta de las ventajas que brindan las tecnologías de radiodifusión digital, resulta claro que con el tiempo se generalizará la migración de los sistemas analógicos a los digitales. Los factores esenciales del éxito de las tecnologías son la disponibilidad de una mayor anchura de banda, receptores más baratos, espectros de frecuencias para una utilización eficaz en el plano mundial y la solución de los problemas de interoperabilidad con las actuales redes analógicas.

Antes de pasar de la radiodifusión analógica a la digital, será esencial identificar los correspondientes mercados y consumidores, teniendo en cuenta que éstos desean que las tecnologías y los servicios sean utilizables y de calidad. No obstante, se ha probado que las ventajas de la radiodifusión digital sonora y de televisión no son menores que las que brinda la televisión analógica. Estas ventajas son las siguientes:

- Mejor imagen y sonido
- Atractivo de los nuevos programas
- Portabilidad
- Interactividad
- Nuevos servicios
- Bajo consumo de energía por parte de los transmisores.

Estos factores refuerzan la viabilidad del futuro mercado digital. Las tecnologías digitales ofrecen posibilidades para introducir nuevos servicios avanzados y se ha demostrado que están posibilitadas por internet (ciberempresa) y una gran cantidad de compañías de otro tipo que atienden a las variadas y sofisticadas necesidades de los consumidores. Asimismo, las empresas deben centrarse en el cliente y estar dispuestas en todo momento a dar servicios a los consumidores y los usuarios de las tecnologías.

## 2.2 Radiodifusión sonora digital inalámbrica

### 2.2.1 Introducción

Resulta claro que se está pasando rápidamente a un momento en que las señales de radiodifusión se entregarán a oyentes y televidentes mediante plataformas digitales. En sistemas tales como DAB, IBOC o DRM se está asistiendo a la sustitución de la FM, mientras que en la televisión se utiliza cada vez más DVD

en una forma u otra. Los CD, DVD, PC e internet se están convirtiendo en medios de entrega y mecanismos de almacenamiento de mayor aceptación por los consumidores que desean conservar material para reproducirlo en todo momento. La utilización de la tecnología digital en estos y otros medios ha dado la posibilidad de acrecentar la calidad y viabilidad de las señales sonoras y de vídeo entregadas. Aunque por otra parte, sin el desarrollo de un sistema digital AM era probable que la actual reducción del número de oyentes llevara a utilizar menos estas bandas.

### 2.2.2 Radiodifusión con modulación en amplitud en las bandas de ondas decamétricas

En la primera parte del siglo XX se desarrolló la radiodifusión AM y el número de radiodifusores y oyentes creció rápidamente, por lo cual hoy en día hay al menos dos mil millones de aparatos de radio capaces de recibir programas de radiodifusión en una o más de estas bandas. Con el desarrollo del transistor y el circuito integrado, los costos reales de estos aparatos de radio se redujeron de manera impresionante. Además, el fenómeno de la portabilidad se ha intensificado, debido a la reducción del tamaño y el peso de los aparatos, y a que el paso a un consumo de menor energía por parte de éstos ha reducido los costos de explotación, ya que las baterías se reemplazan menos frecuentemente. El rápido crecimiento de la radiodifusión en estas bandas ha hecho que la mayoría de las regiones tengan acceso al menos a los servicios de radiodifusión básicos. En muchos casos, estos servicios son recibidos no sólo dentro del país del oyente sino también en el extranjero, lo que permite acceder a una gama más amplia de programas entregados en las siguientes bandas de frecuencias inferiores a 30 MHz:

- banda de ondas kilométricas (onda larga): de 148,5 a 283,5 kHz, únicamente en la Región 1 de la UIT;
- banda de ondas hectométricas (onda media): de 526,5 a 1.606,5 kHz, en las Regiones 1 y 3 de la UIT, y de 525 a 1.705 kHz en la Región 2 de la UIT;
- banda de ondas decamétricas (onda corta): un conjunto de bandas de radiodifusión en la gama de frecuencias 2,3 a 27 MHz, generalmente disponibles en todo el mundo.

Estas bandas ofrecen capacidades de propagación extraordinarias que permiten lograr lo siguiente:

- grandes zonas de cobertura, cuyo tamaño y ubicación depende de factores tales como la hora del día, la estación del año o el periodo del ciclo de manchas solares (aproximadamente 11 años) de que se trate;
- recepción portátil y móvil con una degradación relativamente reducida ocasionada por el entorno que rodea al receptor.

Esto explica el interés de seguir transmitiendo en estas bandas, especialmente en el caso de la radiodifusión internacional en que las bandas de ondas decamétricas constituyen la única posibilidad de recepción, sin recurrir a estaciones repetidoras locales.

No obstante, los servicios de radiodifusión en estas bandas:

- utilizan técnicas analógicas;
- tienen una calidad limitada;
- son objeto de considerables interferencias, como resultado de los mecanismos de propagación a larga distancia que prevalece en esta parte del espectro de frecuencias, así como el gran número de usuarios.

De las consideraciones anteriores se desprende que haya interés en pasar a las técnicas digitales de transmisión y recepción para aumentar la calidad con el fin de retener oyentes, los cuales pueden optar cada vez más por otros medios de recepción de programas, que ofrecen ya gran calidad y fiabilidad.

Aunque el mercado AM sigue siendo significativo en cuanto al número de organismos de radiodifusión y horas de radiodifusión, resulta claro que está experimentando un declive gradual. Otros sistemas de entrega de radiodifusión sonora, tales como los que utilizan los de modulación de frecuencia, DAB, internet y satélite han atraído inexorablemente oyentes del mundo de la modulación en amplitud, ya que proporcionan una mayor calidad de sonido. Sin embargo, las bandas que se modulan en amplitud siguen siendo un medio interesante y eficaz en términos de costo para que el organismo de radiodifusión capte una gran audiencia. Esos organismos han invertido mucho en equipos de transmisión AM, a los que en numerosos casos les queda mucha vida útil. En particular, las antenas y los transmisores de gran potencia utilizados en los servicios AM representan una inversión considerable, que hace interesante la posibilidad de introducir modificaciones en esos equipos para realizar transmisiones digitales.

Aunque muchos organismos de radiodifusión piensan que es posible modificar su equipo de transmisión con el fin de proporcionar servicios tanto analógicos como digitales, esto tomará tiempo y habrá que reemplazar íntegramente las partes del equipo de transmisión que no pueden modificarse. Lo ideal sería que estas sustituciones se hicieran como parte del ciclo normal de sustitución del equipo y que durante el periodo de migración coexistiese la radiodifusión analógica con la digital. Esto último hará que durante muchos años los aparatos de radio AM permitan una recepción analógica y digital. Así pues, se contaría con una facilidad de recepción digital que no reemplazaría sino que se agregaría a la recepción analógica.

NOTA – En la Circular Administrativa (CA/135) de la Oficina de Radiocomunicaciones del 30 de junio de 2004, se pidió a las administraciones que presentasen información sobre sus estudios relativos a los sistemas de radiodifusión de sonido en ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas. Las respuestas recibidas hasta el 14 de octubre de 2004 se adjuntaron al Documento UIT-R 6E/116 del 15 de octubre de 2004.

### 2.2.2.1 Digital Radio Mondiale (DRM)

#### Ejemplo: Implementación de un sistema Digital Radio Mondiale (DRM)

##### Panorama general de este sistema

Actualmente, el espectro de ondas decamétricas se encuentra muy saturado por las transmisiones analógicas, particularmente en las bandas de 4 MHz a 15 MHz e incluso de 17 MHz.

El sistema *Digital Radio Mondiale* (DRM) se ha diseñado para ser utilizado en cualquier frecuencia por debajo de 30 MHz, esto es, dentro de las bandas de onda larga, media y corta de la radiodifusión, con limitaciones de canalización y condiciones de propagación variables a lo largo de estas bandas. Para satisfacer estos requisitos de explotación, cabe recurrir a diferentes modos de transmisión. Un modo de transmisión se define mediante parámetros de transmisión de dos tipos:

- parámetros de la señal relacionados con la anchura de banda;
- parámetros de la transmisión relacionados con la eficiencia.

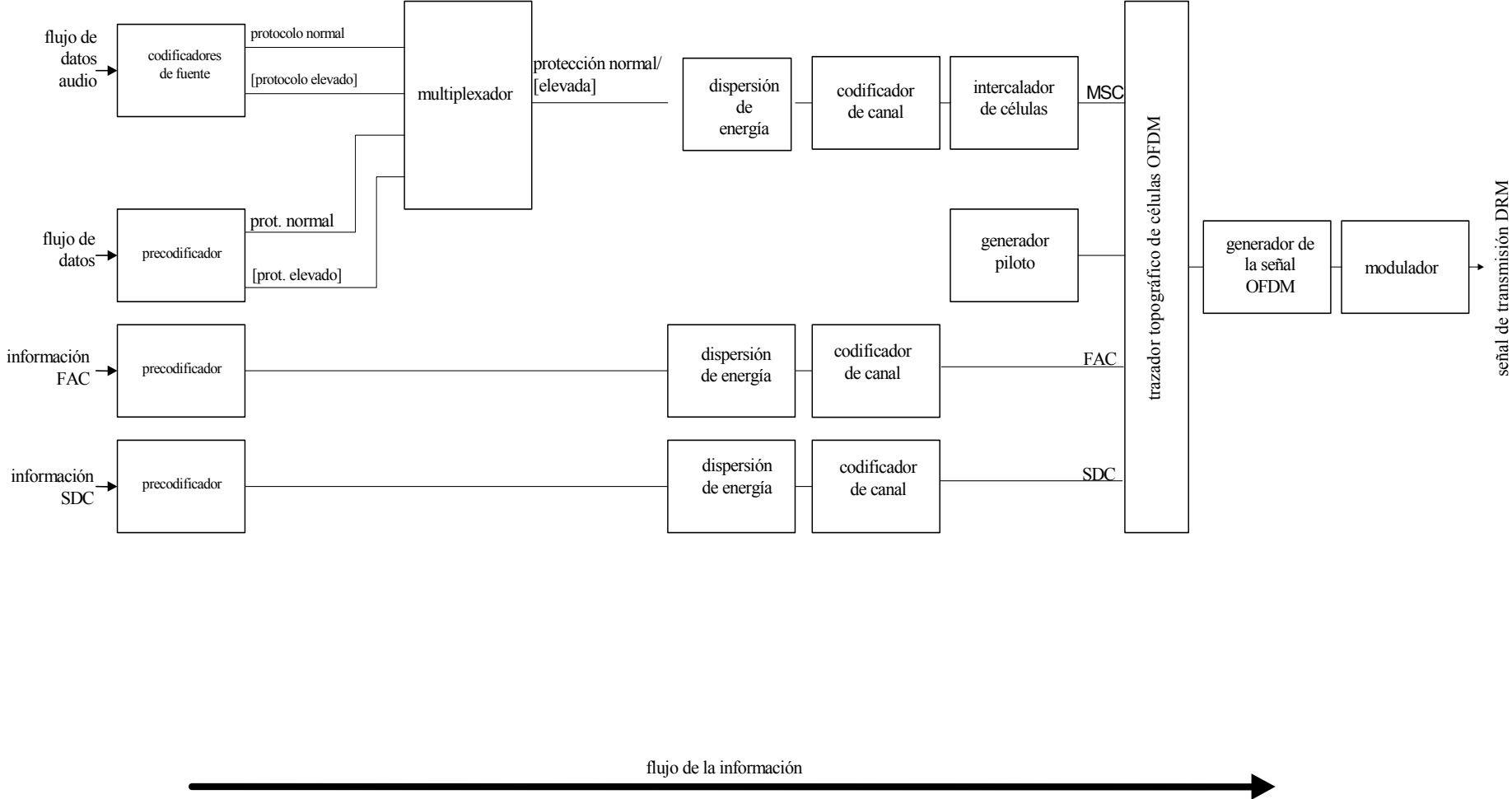
El primer tipo de parámetros define la anchura de banda total para realizar una transmisión. Los parámetros relacionados con la eficiencia permiten establecer un equilibrio entre la capacidad (velocidad binaria útil) y la resistencia al ruido, al multitrayecto y al efecto Doppler.

##### Arquitectura del sistema

En la presente sección se expone en general la arquitectura del sistema, basándose en el diagrama de bloques de la figura 1, en el que se indican las distintas partes del sistema.

En la figura 1 se describe el flujo general de las diferentes clases de información (audio, datos, etc.) y no se diferencia entre los diversos servicios que pueden entregarse con una o más clases de información.

Figura 1 – Transmisión DRM, diagrama de bloques



Los codificadores de fuente y los precodificadores garantizan la adaptación de los flujos en la entrada al correspondiente formato de transmisión digital. Tratándose de la codificación de fuente audio, esta funcionalidad incluye técnicas de comprensión audio. La salida de los codificadores de fuente y el precodificador del flujo de datos pueden constar de dos partes que requieren diferentes niveles de protección en el codificador de canal subsecuente. Todos estos servicios deberán utilizar los mismos dos niveles de protección.

El multiplexador combinará los niveles de protección para todos los servicios de datos y audio.

La dispersión de energía da lugar a una complementación selectiva determinística de bits, con el fin de reducir la posibilidad de que aparezcan tendencias sistemáticas y éstas se traduzcan en regularidades no deseadas en la señal transmitida.

El codificador de canal añade información redundante con el fin de garantizar una transmisión prácticamente libre de errores y define las correspondencias entre la información digital codificada y las células de modulación por amplitud en cuadratura (QAM).

La interfuncionalidad de intercalado de células despliega células QAM separadas en tiempo y frecuencia en una secuencia de células prácticamente aleatoria, con el fin de hacer posible una sólida transmisión en canales dispersivos de tiempos y frecuencias. El generador piloto es el medio que sirve para derivar información de estado de canal en el receptor, permitiendo una demodulación coherente de la señal.

El trazador de correspondencias de células con multiplexación de división ortogonal de frecuencia (OFDM) acopia las diferentes clases de células y las sitúa en la rejilla de tiempos y frecuencias.

El generador de señales OFDM transforma cada conjunto de células con el mismo índice de tiempo en la representación de la señal en un dominio de tiempo. En consecuencia, el símbolo OFDM se obtiene a partir de esta representación, insertando un intervalo de guarda como repetición cíclica de una parte de la señal.

El modulador convierte la representación digital de la señal OFDM en una señal analógica inalámbrica. Esta operación entraña una conversión y un filtrado de digital a analógico que deben reunir los correspondientes requisitos de espectro.

### **Codificación de fuente**

Entre las limitaciones impuestas por la reglamentación de la radiodifusión en los canales de radiodifusión por debajo de 30 MHz, y habida cuenta de los parámetros de codificación y del plan de modulación aplicado, la velocidad binaria disponible para la codificación de fuente va de 8 kbit/s (medios canales) a  $\approx 34$  kbit/s (canales normales), para garantizar un sonido estereofónico de hasta  $\approx 74$  kbit/s (dos canales agrupados) y obtener así la calidad de sonido audio CD.

Para ofrecer una calidad óptima a una determinada velocidad binaria, el sistema ofrece diferentes planes de codificación de fuente:

- un subconjunto de AAC (codificación audio avanzada) MPEG-4, lo que incluye instrumentos que garantizan la resistencia a errores para la radiodifusión audiogenérica mono y estereofónica;
- un subconjunto del codificador vocal CELP (predicción lineal con excitación por código) MPEG-4 que hace posible una radiodifusión vocal monofónica resistente a errores en casos en que sólo se dispone de una baja velocidad binaria o se requiere una gran resistencia a errores;
- un subconjunto de la codificación vocal HVXC (codificación por excitación vectorial armónica) MPEG-4 para una radiodifusión vocal monofónica resistente a errores y con velocidad binaria muy baja, subconjunto éste muy adecuado también para las aplicaciones vocales de bases de datos;

- la herramienta de mejoramiento de la codificación audio que es la reproducción de banda espectral (SBR) y que permite contar con una anchura de banda íntegramente audio a bajas velocidades binarias. Esta técnica se aplica a la AAC en el caso de velocidades binarias más elevadas.

Se ha modificado el formato de transporte de trenes binarios de los sistemas de codificación de fuente para atender a requisitos del sistema DRM (superalineación de tramas audio). Para mejorar el comportamiento del sistema en canales propensos a errores, podrá aplicarse la protección variable contra errores (UEP).

Habrá que tomar en consideración la posibilidad de mejorar en el futuro el sistema audio asociando dos señales DRM.

### **Capacidades de multiplexación**

El sistema DRM incluye una característica de multiplexación que permite multiplexar hasta 4 servicios distintos, servicios que pueden constituir la combinación de audio y/o datos. Por ejemplo, un organismo de radiodifusión tal vez desee transmitir programas en diferentes idiomas y al mismo tiempo en el mismo canal DRM, acompañándolos además con los datos asociados. El sistema DRM permite transmitir audio y datos en forma de texto y/o imágenes fijas (diapositivas). Un buen ejemplo de la utilización de esta capacidad podría ser el aprendizaje a distancia o la publicidad.

En condiciones de programación adecuadas es posible transmitir contenidos multimedios. El sistema DRM incluye un subconjunto de la transferencia de objeto multimedios (MOT) DAB(EU147): EN 301 234 del ETSI.

### **Modos de transmisión**

#### **Parámetros de la señal relacionados con la anchura de banda**

Las actuales anchuras de canal para la radiodifusión sonora por debajo de 30 MHz son 9 kHz y 10 kHz. El sistema DRM se ha diseñado para ser utilizado:

- en estas anchuras de bandas nominales, con el fin de atender los actuales requisitos de planificación;
- en mitad de estas anchuras de banda (4,5 ó 5 kHz), con el fin de permitir una radiodifusión simultánea con señales analógicas AM;
- en la tercera parte de estas anchuras de banda (18 ó 20 kHz), con el fin de proporcionar una mayor capacidad de transmisión, siempre y cuando las limitaciones de la planificación hagan posible dicha facilidad.

#### **Parámetros de transmisión relacionados con la eficiencia**

Para cualquier valor de un parámetro de la señal relacionado con la anchura de banda, los parámetros de transmisión que tienen que ver con la eficiencia se definen con objeto de establecer un equilibrio entre la capacidad (velocidad binaria útil) y la resistencia al ruido, al multitrayecto y al efecto Doppler. Estos parámetros son de dos tipos:

- parámetros de velocidad de codificación y constelación, que definen cuál será la velocidad de la codificación y las constelaciones que habrá que emplear para transportar los datos;
- parámetros de los símbolos OFDM, que definen su estructura y que habrá que utilizar en función de las condiciones de propagación.

### **Velocidades de codificación y constelaciones**

Dependiendo de la protección deseada respecto a cada servicio o parte de éste, el sistema proporciona una gama de opciones para lograr al mismo tiempo uno o dos niveles de protección. Según los requisitos de servicio, estos niveles de protección pueden estar determinados por la velocidad de codificación del decodificador de canal (por ejemplo, 0,6), por el orden de la constelación (por ejemplo, 4-QAM, 16-QAM, 64-QAM) o por la modulación jerárquica.

### Conjunto de parámetros OFDM

En esta sección se expone un conjunto de parámetros OFDM, cuyos valores están definidos por diferentes condiciones de transmisión relacionadas con la propagación que corresponden, a su vez, a varios modos de robustez de la señal. Dada la anchura de banda, los diferentes modos de robustez corresponden a diferentes velocidades de datos disponibles. En el cuadro 1 pueden verse los usos típicos de los modos de robustez.

**Cuadro 1 – Usos de los modos de robustez**

Modo de robustez	Condiciones típicas de propagación
A	Canales gaussianos con poco desvanecimiento
B	Canales selectivos en tiempo y frecuencia con dispersión más larga de los retrasos
C	Modo similar al modo B de robustez, pero con una dispersión Doppler más elevada
D	Modo similar al modo B de robustez, pero con un gran retraso y dispersión Doppler

### 2.2.3 Radiodifusión sonora digital en bandas de ondas métricas y decimétricas

En todo el mundo es cada vez mayor el interés que suscita la radiodifusión digital terrenal sonora (DSB) en las gamas de frecuencias 30-3.000 MHz a efectos de cobertura local, regional y nacional. El UIT-R ha adoptado las Recomendaciones BS.774 y BO.789 para indicar los requisitos que deben reunir los sistemas DSB respecto a los receptores vehiculares, portátiles y fijos en los sistemas terrenales y por satélite. Estas Recomendaciones reconocen las ventajas de la utilización complementaria a los sistemas terrenales y por satélite, y se insta a recurrir a un sistema DSB que permita utilizar un receptor común dotado de circuitos comunes de procesamiento sujeto a integración a escala muy grande (VLSI) y la fabricación de receptores baratos gracias a su producción en grandes cantidades.

A) En la Recomendación UIT-R BS.1114-5 se describe una serie de sistemas de radiodifusión digital terrenal sonora:

#### a) T-DAB

T-DAB (radiodifusión digital terrenal sonora) (sistema digital A de la Recomendación UIT-R BS.1114) tiene por objeto proporcionar radiodifusión sonora digital multiservicios de gran calidad con miras a su recepción en receptores vehiculares, portátiles y fijos. Esta tecnología se ha concebido para ser utilizada en cualquier frecuencia hasta 3.000 MHz en lo que concierne a la entrega terrenal, por satélite, híbrida (satélite y terrenal) y de radiodifusión por cable. Esta tecnología corresponde a un sistema de radiodifusión digital de servicios integrados (ISDB) dotado de flexibilidad y que atiende propósitos generales, para soportar una amplia gama de opciones de codificación de fuente y canal, datos asociados a los programas sonoros y servicios de datos independientes, de conformidad con los requisitos flexibles amplios aplicables a servicios y sistemas que figuran en las Recomendaciones UIT-R BO.789 y UIT-R BS.774.

T-DAB es un sistema tosco de radiodifusión sonora y de datos pero muy eficiente a nivel de la utilización del espectro y del consumo de energía. El sistema utiliza técnicas digitales avanzadas para suprimir redundancias e información irrelevante desde el punto de vista de la percepción en la señal audio de fuente, tras lo cual aplica una redundancia muy controlada a la señal transmitida para corregir los errores. En la siguiente etapa se despliega la información transmitida en los dominios de frecuencia y de tiempo, con el fin de obtener una señal de gran calidad en el receptor, incluso cuando se trabaja en condiciones de gran propagación multitrayecto, tanto estacionarias como móviles. Además, se logra una utilización del espectro deficiente intercalando múltiples señales de programa, y una característica especial de reutilización de las frecuencias permite ampliar las redes de radiodifusión prácticamente sin límite alguno, utilizando transmisores adicionales sincronizados que funcionan en la misma frecuencia radiada.



**b) ISDB-T<sub>SB</sub>**

La tecnología ISDB-T<sub>SB</sub> (radiodifusión digital de servicios integrados – radiodifusión sonora terrenal) corresponde a sistemas diseñados para proporcionar una radiodifusión sonora y de datos de gran calidad y fiabilidad incluso en condiciones de recepción móvil. Estos sistemas se diseñan para proporcionar flexibilidad, expansibilidad y uniformidad a la radiodifusión multimedia, mediante redes terrenales y de conformidad con los requisitos de sistema consignados en la Recomendación UIT-R BS.774.

EL ISDB-T<sub>SB</sub> es un sistema toscó que utiliza modulación OFDM, intercalado bidimensional de frecuencias y tiempo y código de corrección de errores concatenados. La modulación OFDM se utiliza en el sistema denominado BST (transmisión segmentada de bandas) – OFDM. El sistema es compatible con el sistema ISDB-T tratándose de la radiodifusión de televisión terrenal digital en la capa física. La anchura de banda de un bloque OFDM, denominado también segmento OFDM, es de aproximadamente 500 kHz. El sistema consiste en uno o tres OFDM, razón por la cual la anchura de banda del sistema es de 500 kHz o 1,5 MHz.

El sistema cuenta con una gran variedad de parámetros de transmisión, por ejemplo, esquema de modulación de portadora, velocidades de codificación en el código interior de corrección de errores y longitud de intercalación de tiempos. Algunas portadoras se asignan a las portadoras de control que transmiten la información por los parámetros de transmisión. Estas portadoras de control se denominan portadoras del control de la transmisión y la multiplexación (TMCC).

**c) IBOC-FM DSB**

El sistema IBOC-FM DSB (en banda o en canal FM) es un sistema que está funcionando experimentalmente en cinco importantes zonas metropolitanas de Estados Unidos. El sistema tiene por objeto proporcionar recepción vehicular, portátil y fija utilizando transmisores terrenales. Aunque el sistema IBOC-FM puede implementarse en tramos del espectro no ocupado, una de sus características más importantes es la posibilidad de ofrecer radiodifusión simultánea de señales analógicas y digitales en la banda de radiodifusión FM existente. Esta característica hace posible una transición racional de la radiodifusión analógica a la digital en favor de los radiodifusores FM interesados. El sistema ofrece una calidad de funcionamiento mejorada en entornos multitrayecto, lo que redundará en una mayor fiabilidad que la ofrecida por los sistemas analógicos FM existentes. El sistema IBOC-FM ofrece una calidad de audio mejorada comparable a la obtenida con los medios grabados digitalmente disponibles en el comercio. Asimismo, el sistema es flexible en el sentido de que los organismos de radiodifusión pueden ofrecer nuevos servicios de radiodifusión de datos, además de una programación audio mejorada. Por otra parte, el sistema permite asignar bits entre el audio y la radiodifusión de datos para maximizar las capacidades de radiodifusión de datos.

**d) DRM**

Algunos asociados interesados en el establecimiento del sistema DRM han decidido investigar la posible ampliación de este sistema a las bandas FM.

B) En las Recomendaciones UIT-R BO.1130-4 y 1547 se describen exhaustivamente los sistemas DSB: SRS terrenal a receptores vehiculares, portátiles y fijos en la banda 1.400-2.700 MHz:

**a) S-DAB**

Se trata de la versión satelital de T-DAB (véase A.1). Se ha estimado deseable añadir un nuevo modo de transmisión, que se está considerando actualmente como una mejora compatible del T-DAB para hacer posible la utilización de retransmisores terrenales cocanal de mayor potencia, lo que da lugar, a su vez, a capacidades de relleno en zonas más extensas y permite así una mejor flexibilidad a un costo más bajo a la hora de implementar el SRS (sonora) híbrido para la banda 1.452–1.492 MHz.

**b) Sistema WorldSpace**

b.1) El sistema WorldSpace (sistema-D<sub>s</sub>) se ha diseñado pensando esencialmente en proporcionar radiodifusión digital sonora y de datos por satélite con miras a su recepción fija y portátil. El sistema se ha concebido para optimizar la calidad de funcionamiento en la entrega de servicios por satélite en la banda

1.452-1.492 MHz. Esto se ha logrado recurriendo a una demodulación o desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) compatible con una codificación de corrección de errores convolucional y con concatenación de bloque y una amplificación lineal. La elección de la modulación TDM/QPSK permite ampliar la cobertura a un nivel dado de potencia del transpondedor del satélite. El sistema digital  $D_{ss}$  hace posible multiplexar flexiblemente fuentes de audio digitalizadas para modularlas y obtener una portadora de enlace descendente TDM.

b.2) El sistema digital  $D_{H^2}$  que es el segmento terrenal complementario del sistema  $D_{ss}$ , y que se conoce también con el nombre de sistema WorldSpace híbrido satélite/terrenal, tiene por objetivo proporcionar radiodifusión digital sonora y de datos por satélite con miras a su recepción vehicular, fija y portátil en receptores comunes y baratos. El componente de entrega por satélite del sistema digital  $D_{H^2}$  se basa en el mismo transporte de canal de radiodifusión que se utiliza en el sistema digital  $D_{ss}$ , aunque se hayan introducido perfeccionamientos significativos con el fin de mejorar la recepción con visibilidad directa en zonas parcialmente sombreadas por árboles. Estos perfeccionamientos incluyen la rápida recuperación de las ambigüedades de fase QPSK, la diversidad en el tiempo pronta/tardía y una máxima probabilidad de combinar señales de diversidad en el tiempo prontas/tardías.

Este sistema constituye una ampliación de la estructura del sistema digital  $D_{ss}$ , gracias a la adición de un componente de entrega terrenal basado en MCM, que es una técnica de multiplexación por división ortogonal de frecuencia resistente al multirayecto y que ha tenido una gran aceptación para lograr una recepción móvil penetrante en los servicios terrenales.

La extensión del sistema MCM mejora si se utilizan las técnicas que comparten sistemas tales como el DAB, cuya norma se utiliza en los servicios terrenales de radiodifusión audio digital. MCM utiliza frecuencias múltiples para evitar los desvanecimientos selectivos de frecuencia causados por el espaciamiento con retardo de los canales.

### c) Sistema ARIB

El sistema de la Asociación de Industrias y Empresas de Radiocomunicaciones, ARIB, se ha diseñado para suministrar repetidamente y en canal servicios terrenales por satélite y complementarios con audio y datos multimedios de gran calidad con miras a su recepción vehicular, portátil y fija. Ha sido concebido además para optimizar la calidad de funcionamiento en la entrega por repetidor y en canal del servicio por satélite y terrenal en la banda 2.630-2.655 MHz. Esto se logra utilizando CDM basándose en una modulación QPSK con codificación de corrección de errores convolucional y con concatenación de bloques.

NOTA – Las características del sistema y los servicios, así como los aspectos asociados a las radiofrecuencias de los sistemas de radiodifusión sonora digital, se consideran en detalle en el Manual del UIT-R sobre radiodifusión sonora digital terrenal y por satélite destinada a receptores de vehículo, portátiles y fijos en las bandas de ondas métricas/decimétricas, editado en 2002.

## 2.3 Radiodifusión vídeo digital inalámbrica

### 2.3.1 Introducción

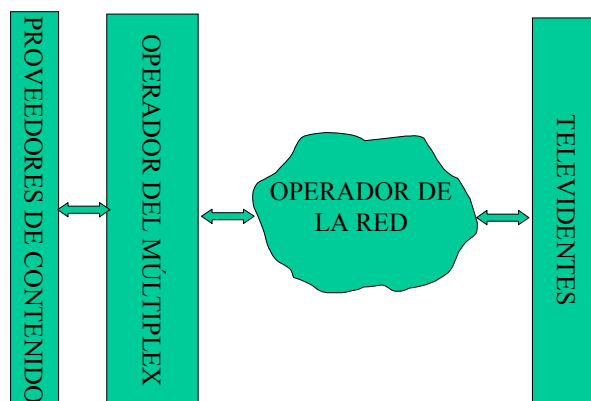
Con el advenimiento de la televisión digital, las autoridades públicas deben considerar el futuro y prepararse para la transición de la televisión analógica a la digital lo más paulatinamente posible. Algunos países europeos han decidido ya fijar una fecha límite en que cesará la radiodifusión de televisión analógica y en Europa se ha convenido ya en que esa fecha sea el año 2010.

Es, por consiguiente, necesario que las autoridades públicas estudien las repercusiones en materia de política, los servicios propuestos, el mercado (audiencia potencial y volumen financiero), la disponibilidad de canales para introducir el servicio de televisión digital y, huelga decirlo, la integración técnica de dicho servicio en la red analógica existente.

En la primera fase de esa transición será necesario establecer un régimen de reglamentación (con categoría de ley u orden), con el fin de gobernar la introducción de la televisión digital, especificándose para ello el número de múltiplex autorizados (varios canales de radiodifusión por múltiplex y cada uno de los múltiplex ocupará el equivalente de un canal analógico) y los diferentes tipos de servicio.

Tratándose de la tecnología, las autoridades deberán elegir entre las normas vigentes en el mundo.

**Figura 2 – Estructura de la red de televisión digital**



Se han desarrollado cuatro sistemas de televisión digital para la radiodifusión terrenal (en la Recomendación UIT-R BT.1306 puede verse información detallada sobre estos sistemas).

Los sistemas son los siguientes:

- ATSC (sistema A)
- DVB-T (sistema B)
- ISDB-T (sistema C)
- DMB-T (sistema D)

Puede hallarse más información en el Informe UIT-R BT 2035, «Directrices y técnicas para la evaluación de los sistemas de radiodifusión de televisión terrenal digital».

### 2.3.2 Sistema ATSC

El sistema ATSC se diseñó concretamente para añadir un transmisor digital a cada transmisor existente del Comité Nacional de Sistemas de Televisión (NTSC) en Estados Unidos, que permite una cobertura comparable y el mínimo de perturbaciones que caracteriza al actual servicio del NTSC, tanto en lo que concierne a la cobertura de zona como de población. Hay que señalar que el sistema NTSC tiene estas capacidades e incluso las supera.

El sistema de televisión digital de portadora única tiene por objeto transmitir vídeo y audio de gran calidad, así como datos auxiliares, utilizando la anchura de banda de canal en los actuales sistemas de televisión. El sistema puede entregar con toda fiabilidad un caudal de datos de unos 19 Mbit/s en un canal de radiodifusión terrenal de 6 MHz, así como con velocidades más elevadas en canales de 7 y 8 MHz.

El sistema es muy eficiente y capaz de funcionar en condiciones variables. Esto ocurre, en efecto, tanto si hay una disponibilidad clara de canales o si existe la restricción, como ocurre en Estados Unidos, de ajustarse a 1.600 canales adicionales en un espectro ya congestionado, y con recepción mediante antenas de tejado o portátiles.

El sistema también se concibió para que fuera inmune al multitrayecto y ofreciera eficiencia espectral y facilidad en cuanto a la planificación de frecuencias.

De aquí en adelante se describen las pruebas de campo de las últimas mejoras introducidas al sistema digital C (ATSC), las cuales permiten que los radiodifusores incorporen canales de audio digital suplementarios al canal principal de radiodifusión digital sin necesidad de espectro adicional. La radiodifusión digital por el canal principal puede seguir empleándose para la transmisión simultánea de la programación analógica existente, permitiendo en consecuencia una transición sin complicaciones de la radiodifusión analógica actual a la digital. Los canales suplementarios pueden servir para introducir nueva programación digital.

El sistema digital C propicia la introducción de programación digital en la banda de radiodifusión en ondas métricas existente mediante la inserción de portadoras digitales redundantes en cada extremo de la señal analógica. El sistema utiliza dos modos que facilitan la introducción de canales de audio suplementarios.

La modularidad permite a los radiodifusores reducir el número de bits asignado a la transmisión de la señal audio por el canal principal, de 96 kbit/s a 48 kbit/s, en pasos menores a 1 kbit/s. La capacidad no utilizada por el canal principal audio podrá reasignarse a otros canales audio.

El modo híbrido ampliado es útil para que los radiodifusores inserten portadoras digitales adicionales que se prolongan hasta el interior en dirección de la señal anfitriona analógica. Estas portadoras adicionales aportan una capacidad adicional de 12,5, 25 ó 50 kbit/s que puede asignarse a nuevos canales audio.

Durante las pruebas de campo se utilizó la característica de modularidad del sistema digital C con el objetivo de obtener capacidad adicional para el canal audio suplementario. Estas pruebas se diseñaron con el propósito de evaluar la cobertura en recepción móvil del canal audio suplementario. En particular, las pruebas se diseñaron para determinar si el canal audio suplementario es suficientemente sólido para sustentar un servicio autónomo que pueda ser prestado a una gran audiencia dentro de la zona cubierta normalmente por una estación de radiodifusión en ondas métricas. Aunque las pruebas de campo se diseñaron con la finalidad de evaluar la cobertura del canal audio suplementario, no permiten examinar las repercusiones, si las hubiere, sobre la calidad sonora de la señal audio digital por el canal principal. Aunque se prevé que los oyentes no percibirán ningún efecto negativo provocado por la reducción de la velocidad binaria disponible para el canal audio principal, esta conclusión dependerá de la verificación a través de pruebas futuras.

Las pruebas de campo se realizaron empleando las estaciones que funcionan en ondas métricas situadas en las ciudades de Washington DC, Nueva York, San Francisco y Los Ángeles. Las estaciones de prueba difundían señales digitales de 64 kbit/s por el canal principal, aprovechando los 32 kbit/s restantes para el canal audio suplementario. En cada uno de los casos, se utilizó una serie de rutas radiales cercanas al transmisor y dirigidas al exterior a través de la zona de cobertura de la estación, a fin de evaluar la cobertura tanto del canal principal como del canal audio suplementario. Tras haber finalizado la recogida de datos, se realizó un análisis adicional para crear una zona de cobertura digital global basándose en las mismas rutas radiales de la prueba. Se aplicó un programa de modelización para predecir la cobertura total teniendo en cuenta los datos experimentales. Los contornos se seleccionaron a partir de la zona donde los receptores móviles podían decodificar la señal del canal principal o del canal suplementario con un margen de precisión del 95%. El método de análisis adaptado al terreno que se eligió fue el Terrain-Integrated Rough Earth Model (TIREM) que consiste en la aplicación del algoritmo de propagación JSC, con datos relativos al terreno recogidos cada 3 segundos.

Los resultados permitieron demostrar una zona de cobertura robusta del canal audio suplementario. En la ciudad de Washington, el sistema digital C obtuvo un canal audio suplementario para la zona de servicio a 64,9 dBu del modelo TIREM, donde habitaban 4.656.986 personas. Esto representa el 88,7% de la población situada en la zona de servicio protegido de las estaciones que transmiten a 60 dBu. En la ciudad de Nueva York, el sistema obtuvo un canal audio suplementario en la zona de servicio a 61,0 dBu del modelo TIREM, donde habitaban 15.747.274 personas. Esto representa el 103% de la población situada en el contorno a 60 dBu de la estación. En la ciudad de San Francisco, el sistema obtuvo un canal audio suplementario utilizado en la zona de servicio a 66,0 dBu del modelo TIREM, donde habitaban 1.603.323 personas. Esto representa el 58,9% de la población situada en el contorno a 60 dBu de la estación y el 107%

de la población en el contorno a 70 dBu de la estación. En la ciudad de Los Ángeles, el sistema obtuvo un canal audio suplementario en la zona de servicio a 70,8 dBu del modelo TIREM, donde habitaban 4.181.551 personas. Esto representa el 63,3% de la población situada en la zona limitada por el contorno a 60 dBu de la estación y el 161% de la población situada en el contorno a 70 dBu.

Examinando estos resultados, se concluyó que el sistema digital C puede suministrar un canal audio suplementario en los límites de una zona de servicio de 60 a 70 dBu de una estación. (Para obtener más información puede consultar <http://gullfoss2.fcc.gov/prod/ecfs/retrieve.egi?native>.)

### 2.3.3 Sistema DVB-T

Este sistema, que se diseñó esencialmente con flexibilidad incorporada para que pudiera adaptarse a todos los canales, es capaz no sólo de funcionar con canales despejados sino con planificación de intercalado, esto es, en los canales adyacentes a una transmisión analógica, para que diferentes transmisores transmitan el mismo programa en condiciones cocanal.

El sistema multiportadora (DVB-T) se concibió originalmente para el espaciamiento de canales en la banda de ondas decimétricas de 8 MHz utilizado en Europa, y ha sido adaptado a canales de 7 y 6 MHz. Según la elección de los parámetros de codificación y modulación, pueden alcanzarse velocidades de datos comprendidas entre 20 y 30 Mbit/s para entregar televisión digital de elevada calidad a través de los canales de radiodifusión. Asimismo, pueden emplearse velocidades de datos más bajas en casos en que se considere deseable una mayor resistencia.

El sistema permite también una flexibilidad de servicio con posibilidad de recepción por antenas de tejado y, también, si así se desea, recepción portátil. Asimismo, la recepción móvil es una posibilidad si se aplica la modulación QPSK y otras órdenes superiores de modulación, como ha demostrado el gran número de mediciones efectuadas en laboratorio y de pruebas en el terreno en diferentes condiciones de canal.

El sistema se pensó también para que fuese robusto contra las interferencias ocasionadas por señales retardadas, ya sea que éstas fuesen ecos procedentes del terreno o los edificios o bien señales de transmisores distantes en el caso de una SFN. Esta capacidad permitirá una utilización del espectro más eficaz, cuando se planifiquen servicios de televisión digital en un espectro congestionado, como sucede en Europa.

El sistema DVB-T se caracteriza por una serie de parámetros seleccionables, que permiten ajustarlo a una amplia gama de valores de la relación  $C/N$  y de comportamiento de canal, lo que, a su vez, permite una recepción fija, portátil o móvil, en caso de estar dispuesto a hacer concesiones con respecto a la velocidad binaria utilizable. La gama de parámetros permite a los organismos de radiodifusión seleccionar el modo más apropiado para la aplicación prevista. Por ejemplo, será necesario recurrir a un modo muy robusto, lo que entrañará, por consiguiente, una carga útil baja, para garantizar la recepción portátil. Por otra parte, podría usarse un modo moderadamente robusto con una carga útil más elevada cuando se intercalen servicios digitales entre servicios analógicos, por ejemplo en canales adyacentes a los analógicos. Los modos menos robustos correspondientes a las cargas útiles más elevadas podrían emplearse si se dispone de un canal despejado para la radiodifusión de televisión digital.

#### a) Variantes del sistema DVB-T

Gracias a la norma DVB-T pueden utilizarse diferentes niveles de modulación y de velocidades de código para equilibrar la velocidad binaria con la robustez de un sistema. Dado que es posible seleccionar variantes representativas del conjunto total de variantes, será preciso elegir un subconjunto para planificar conferencias. Este subconjunto se utilizará con el fin de evitar la decisión entre muchas opciones, que de otro modo habría que desplegar.

Se considera que las variantes no jerárquicas elegidas son típicas respecto de algunos requisitos manifestados y que corresponden en gran medida a otras condiciones; por ejemplo, en el caso del sistema DVB-T, se espera que los requisitos de canal correspondientes a una variante con una velocidad de código de 2/3 resulte similar a la de una variante con una velocidad de código de 3/4, para la misma modulación.

A2: QPSK, 2/3: esta variante permite una capacidad baja de datos, de sólo 6 a 8 Mbit/s, pero suministra un servicio muy robusto.

B2: 16-QAM (modulación por amplitud en cuadratura), 2/3: la capacidad de datos es moderada (de 13 Mbit/s a 16 Mbit/s) y esta variante puede resultar interesante para suministrar servicios razonablemente robustos, especialmente en el caso de una recepción portátil o móvil.

C2: 64-QAM, 2/3: esta variante está dotada de una gran capacidad de datos (20 Mbit/s a 24 Mbit/s), pero proporciona servicios menos robustos y es particularmente sensible a los efectos de autointerferencia en las SFN que funcionen en zonas extensas.

#### **b) Variantes jerárquicas**

Estas variantes suponen dividir el flujo de bits MPEG-2 en dos partes: el tren de gran prioridad y el tren de baja prioridad. El tren de gran prioridad es la parte robusta del sistema jerárquico y utiliza modulación QPSK así como una velocidad de código idónea para proporcionar la protección necesaria contra el ruido y la interferencia. Debido al tipo de modulación utilizada, la capacidad de datos es baja (entre unos 5 y 6 Mbit/s). No obstante, la relación  $C/I$  es más desfavorable que la de un sistema QPSK no jerárquico pese a que la capacidad de datos sea la misma que la de un sistema QPSK con la misma velocidad de código.

El tren de baja prioridad es la parte más frágil del sistema jerárquico y puede ser de 16-QAM o 64-QAM. No se ha examinado muy a fondo el tren de baja prioridad que utiliza 16-QAM, debido a que la capacidad de datos de dicho tren es aproximadamente la que corresponde al tren de gran prioridad. Un tren de baja prioridad que utilice 64-QAM proporciona aproximadamente el doble de capacidad del tren de alta prioridad QPSK. Cuál sea su exacta capacidad en relación con la del tren de gran prioridad es algo que dependerá de la velocidad de código relativa de ambos trenes.

Las variantes del sistema jerárquico podrían utilizarse de diferentes formas. Un ejemplo sería el de una combinación de servicios fijos y móviles en la misma zona, en el caso de que el tren de alta prioridad proporcione una cobertura móvil robusta y el tren de baja velocidad permita una recepción de antena fija.

#### **c) Intervalo de guarda**

La multiplexación OFDM, que se utiliza en DVB-T, se caracteriza por periodos de transmisión del mismo símbolo relativamente largos debido a su naturaleza multiportadora. Este periodo ofrece un cierto grado de protección contra la interferencia intersimbólica ocasionada por la propagación multitrayecto. Sin embargo, esta protección puede mejorarse en gran medida, utilizando un intervalo de guarda, que es una extensión cíclica del símbolo. Simplificando mucho, se trata de añadir una sección del principio del símbolo al final de éste.

Tratándose de redes de frecuencia múltiple (MFN), se utilizan pequeños intervalos de guarda, mientras que en el caso de las SFN, se requieren intervalos de guarda mayores. Habrá que establecer un equilibrio entre la longitud del intervalo de guarda y la capacidad de datos requerida. Para una variante DVB-T dada, una gran longitud del intervalo de guarda exige una capacidad de datos más baja.

### **2.3.4 Sistema ISDB-T**

Este sistema permite ofrecer un nuevo tipo de radiodifusión de servicios multimedia e integra sistemáticamente varias clases de contenido digital, cada una de las cuales puede incluir vídeo multiprogramas en televisión con definición limitada o HDTV, audio multiprogramas, gráficos, textos, etc.

Como el ISDB contiene varios servicios, el sistema atenderá una amplia gama de requisitos que pueden diferir de un servicio a otro. Por ejemplo, es necesario contar con gran capacidad de transmisión para los servicios de HDTV, mientras que se requiere una gran disponibilidad de servicio (o fiabilidad de la transmisión) en el caso de servicios de datos tales como entrega esencial del acceso condicional, descarga de programas informáticos, etc. Para integrar las señales correspondientes a diferentes necesidades de servicio, los sistemas de transmisión deberán proporcionar una serie de esquemas de modulación y/o protección contra errores, que podrán seleccionarse y combinarse flexiblemente para atender a las necesidades de cada servicio integrado.

El sistema ISDB-T se ha diseñado con la suficiente flexibilidad no sólo para enviar programas de televisión o radiodifusión sonora como señales digitales, sino también para ofrecer servicios multimedia que integren una gran variedad de información digital, por ejemplo, vídeo, sonido, texto y programas informáticos. El sistema hace posible aprovechar las ventajas que brindan las ondas utilizadas por la radiocomunicación terrenal, con el fin de proporcionar una recepción estable, añadiendo receptores móviles compactos, ligeros y baratos a los receptores integrados en el hogar, gracias a un sistema OFDM segmentado.

El sistema ISDB-T proporciona elementos comunes en cuanto al funcionamiento y la recepción para la radiodifusión y las comunicaciones digitales por satélite, gracias a la aplicación en un proceso de multiplexación de la codificación de los sistemas MPEG-2.

Gracias a ISDB-T es también posible una edición multiprograma flexible en diferentes condiciones de recepción, debido a la explotación de la transmisión jerárquica en un canal de transmisión. Los modos jerárquicos se componen de segmentos OFDM cuyos parámetros de transmisión pueden ser independientes unos de otros.

Dado que el sistema ISDB-T utiliza un esquema segmentado OFDM para la modulación, habrá que remultiplexar los trenes de transporte y disponerlos en grupos de datos (segmentos de datos) antes de pasar a la retransmisión de tramas OFDM. Tras la codificación de canal se convierten los segmentos de datos en segmentos OFDM. Cada segmento tiene una anchura de banda de  $B/14$  MHz (B es la anchura de banda del canal terrenal de televisión: 6, 7 u 8 MHz, en función de la región considerada, de tal modo que cada segmento ocupa una anchura de banda de  $6/14$  MHz (~428,57 kHz),  $7/14$  MHz (~500 kHz) u  $8/14$  MHz (~571,29 kHz).

Todos los segmentos, a los que se añaden señales piloto, abarcan la facilidad de control de configuración de transmisión y multiplexación (TMCC). Las portadoras TMCC (portadoras piloto agregadas) se utilizan a los efectos de definir los parámetros de señalización relacionados con el esquema de transmisión, esto es, con la codificación de canal, la modulación y el nivel jerárquico.

Como resultado de la segmentación y la adición de señales piloto, cada segmento puede contar con su propio esquema de protección contra errores y/o tipo de modulación: modulación por desplazamiento de fase cuaternaria diferencialmente coherente (DQPSK), QPSK, 16-QAM o 64-QAM, lo cual hace posible que cada segmento pueda cumplir los requisitos de un servicio integrado, y es posible combinar varios segmentos flexiblemente para integrar un servicio de banda ancha (por ejemplo, HDTV).

### 2.3.5 Conclusiones

Norma	Canales	Banda	Modulación	Normas aplicables
ATSC	6 MHz	Ondas métricas y decimétricas	8-VSB	A.52/A.53
DMB-T	8 MHz, adaptable a 6 y 7 MHz	Ondas métricas y decimétricas	TDS-OFDM	Nacional (China)
DVB-T	6, 7 y 8 MHz	Ondas métricas y decimétricas	OFDM	ETS 300 744
ISDB-T	6,7 y 8 MHz	Ondas métricas y decimétricas	Bloques OFDM	ARIB

En el caso del sistema DVB, cabe la posibilidad de utilizar diferentes soportes:

Sistema DVB	Banda de frecuencias	Modulación	Ventajas/inconvenientes
DVB-S (Satélite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Banda C (2-6 GHz)</li> <li>– Banda Ku (10,7-12,75 GHz)</li> </ul>	GGPSK/BPSK/8PSK  QPSK	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zonas de cobertura muy amplias</li> <li>– Entorno de transporte: interfaces</li> <li>– Gran directividad de la antena de recepción</li> <li>– No hay aplicaciones móviles</li> </ul>
DVB-T (Terrenal)	Ondas métricas: 174-230 MHz Ondas decimétricas: 470-862 MHz	COFDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modulación muy considerable, insensibilidad a las interferencias y al intervalo de guarda contra el multitrayecto</li> <li>– Movilidad</li> <li>– Zonas limitadas de cobertura</li> </ul>
DVB-C (Cable)	116-174 MHz 230-450 MHz	QAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El entorno de transporte experimenta escasa interferencia (menos corrección de errores → más velocidad útil)</li> <li>– No hay movilidad</li> <li>– Red de cable</li> </ul>

La elección a que se proceda en este contexto debe estar orientada por una serie de criterios:

- a) aspectos de reglamentación;
- b) coordinación regional;
- c) elección de normas;
- d) capacidad para proporcionar servicios a los usuarios;
- e) calidad de funcionamiento técnico;
- f) migración – disponibilidad y costo de los sistemas, incluido el equipo de visualización (aparato de televisión y decodificador);
- g) estructura de la red.

Estos criterios se analizan a continuación.

#### a) Aspectos de reglamentación

Antes de que la televisión digital entre en servicio, es necesario promulgar la correspondiente ley de autorización. Asimismo, habrá que dar al organismo regulador nacional a cargo de las frecuencias de radio y televisión los medios jurídicos necesarios (concesión de licencias y quizá también tasas) y los recursos que requiere la supervisión de las frecuencias asignadas, la calidad del servicio y el cumplimiento de las condiciones técnicas estipuladas en las licencias.

Por otra parte, la ley debe especificar el número de múltiplex que habrá que desplegar (con arreglo al número de canales disponibles, los tipos de servicios y el entorno audiovisual del país considerado), el calendario del correspondiente despliegue y la fecha en que cesarán las transmisiones de la radiodifusión analógica y se generalizará la radiodifusión digital. Dicha ley, o los decretos afines, deberán especificar también las reglas que habrán de aplicarse a los diferentes servicios de pago y a la guía electrónica de programas.

En varios países la introducción de la televisión digital ha dado lugar a una reorganización de las funciones de las personas que participan en la cadena de la televisión digital (los proveedores de contenido, los operadores de paquetes digitales encargados de los múltiplex, los directivos de los departamentos de abonados, los operadores de red, etc.). En el Capítulo 9 del presente documento se analiza la cuestión relativa a la reestructuración de la red.

La implantación de la televisión digital exige planificación y ésta se realiza bajo los auspicios de la UIT. Durante el Consejo de 2000 se decidió revisar los Planes de Estocolmo de 1961 y de Ginebra de 1989,



Frankfurt y Wiesbaden, con el fin de preparar un nuevo Plan de atribución de frecuencias para la Región 1 y los países limítrofes. En Europa, y en cooperación con la UER, varios grupos de trabajo han contribuido a este esfuerzo como preparación para la CRR-04.

**b) Coordinación regional**

A nivel mundial existen planes regionales de atribución en lo que concierne a las frecuencias de la televisión analógica para al menos 117 Estados Miembros de la UIT. Estos planes deben revisarse, si se desea fomentar la migración a la televisión digital.

La existencia de normas y tecnologías aplicables concretamente a la televisión analógica en el plano nacional y regional limita la elección de una norma digital. Por ejemplo, en un país donde se utilicen canales de 8 MHz (SECAM/PAL) es probable que se prefiera una norma compatible con este plan de frecuencias.

Además, habrá que tomar en consideración la existencia de transmisiones digitales de radio y televisión por satélite, por cable (de cobre y fibra óptica) o por ambos mecanismos, con el fin de optimizar los extremos de cabecera de la red y evitar que en un país haya una multiplicidad de normas. Ciertas normas de televisión digital contienen un enfoque de sistema aplicable a todos los medios de transmisión, que hace posible optimizar la arquitectura en sentido ascendente y la creación de contenido y múltiplex.

Un fenómeno frecuente es el intercambio de contenido entre países vecinos, y la adopción de una norma común facilita dicho intercambio. Asimismo, gracias a la práctica generalizada consistente en utilizar programas de origen extranjero para la televisión terrenal digital (DTT), una norma compatible facilita la inclusión de dichos contenidos en los paquetes o «bouquets» nacionales.

A modo de ejemplo, si los países francófonos van a transmitir programas de radiodifusión desde Francia y si la norma elegida es incompatible con la europea, habrá que recurrir a transcodificadores, lo que aumentará considerablemente los costos y degradará, por tanto, la calidad de la imagen y el sonido.

Normas aprobadas	ATSC	ISDB	DVB
Servicio terrenal	✓	basada en DVB-T	✓
Servicio por satélite	✓	basada en DVB-DSNG	✓
Servicio por cable	✓	✓ (pero no utilizada en Japón)	✓
MMDS (< 10 GHz)	X	X	✓
MMDS (> 10 GHz)	X	X	✓
SMATV	X	X	✓
Información de servicio	✓	basada en DVB-SI	✓
Radiodifusión de datos basada en el sistema		DVB-datos	✓
Interactividad	X	X	✓
Acceso condicional	✓	X	✓
Interfaces de profesional	basada en DVB-SSI (se basará en DVB-PI)		✓
API STB	X	✓ (únicamente motor pres.)	✓

En esta figura pueden verse los aspectos de sistema que serán contemplados por las diferentes normas.

### c) Elección de normas

Las normas de los diferentes sistemas se describen en la Recomendación UIT-R BT.1306: «Métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la radiodifusión de televisión terrenal digital». En el plan de frecuencias se contempla la Recomendación UIT-R BT.1368: «Criterios para la planificación de servicios de televisión terrenal digital en las bandas de ondas métricas/decimétricas».

### Redes existentes y disponibilidad de canales de transmisión

Para elegir entre las distintas normas disponibles habrá que considerar en primer lugar las normas analógicas vigentes: NTSC, PAL y SECAM. Es probable que los países que utilizan en la actualidad PAL o SECAM con una anchura de banda de 8 MHz escojan una norma que pueda aplicarse a dichos canales, mientras que aquellos que utilizan PAL, SECAM o NTSC con una anchura de banda de 6 MHz podrán elegir entre todas las normas. Hay que tener presente, sin embargo, que debido a una serie de problemas de filtraje en el decodificador, ATSC es únicamente compatible con la norma M analógica (NTSC, PAL-M).

Estas consideraciones habrán de sujetarse a las opciones técnicas, económicas y políticas de los gobiernos nacionales.

### Armonización de los sistemas digitales y las normas existentes

DVB-S es *de facto* la norma internacional de la radiodifusión de la televisión digital por satélite, y la norma internacional más generalizada respecto a la radiodifusión de televisión digital por cable es la DVB-C. Así pues, un país o una región con servicios por satélite o de cable deseará aprovechar sus inversiones seleccionando una norma DTT compatible con sus sistemas, y cabe imaginar que un extremo de cabecera nacional podría elaborar múltiplex para diferentes medios de comunicación.

Se plantea también el caso de los países que desean seguir utilizando contenido de origen extranjero. Elegir una norma compatible con dicho contenido tiene la ventaja de que permite soslayar la necesidad de la transcodificación y evita pérdidas de la calidad, así como la necesidad de recurrir a equipos de conversión onerosos.

Si se elige una norma compatible, será posible basarse en las inversiones ya efectuadas, mantener la calidad del contenido y abrir las redes a una gama de fuentes de contenido.

### d) Características de los servicios de usuario

La elección de una norma viene dictada esencialmente por los tipos de servicio que habrán de proponerse a los usuarios potenciales (por ejemplo, televisión de definición estándar o televisión de definición mejorada o HDTV; únicamente televisión o televisión, datos y radio). Por otra parte, se plantea la cuestión más importante de la portabilidad, la movilidad y la recepción fija, así como de los servicios locales, regionales y/o internacionales. Esto se debe a que no todas las normas ofrecen las mismas posibilidades en cuanto a los servicios enumerados, por lo cual el factor determinante serán las necesidades asociadas a los servicios que se ofrecerán a los usuarios.

### Servicios ofrecidos a los televidentes

- *formato de la imagen*: formato estándar (4:3), televisión digital mejorada (EDTV, 16:9), televisión de alta definición (HDTV, 16:9);
- *formato de la señal audio*: mono, estéreo, multicanal (5.1 o incluso 6.1), esta última modalidad se ofrecerá en los sistemas de cine en el hogar que utilicen un reproductor DVD;
- *servicios interactivos y de tipo internet*.

Son distintos los tipos de imagen, sonido y contenido que habrá que utilizar para determinar las velocidades medias de datos necesarias a fin de lograr un nivel suficiente de calidad y garantizar así el éxito comercial de los sistemas DTT. Por ejemplo, el seguimiento de los eventos deportivos requiere velocidad de 5 a 7 Mbit/s y un múltiplex de 24 Mbit/s no podrá hacer frente a más de cuatro de dichos canales, si se desea mantener un nivel de calidad aceptable.

Si bien la transmisión de radio o de audio multicanal es viable, habrá que responder a las necesidades de los televidentes y garantizar que dicha transmisión resulte asequible.

La elección de servicios interactivos puede afectar, por otra parte, a la estructura de la red, razón por la cual, si se desea contar con acceso a alta velocidad a internet, los problemas planteados por la red de transmisión son en esencia los que corresponden a una red de telecomunicación y hacen necesario disponer de un gran número de pequeños transmisores a proximidad de los usuarios (establecimiento de rejillas ajustadas a las telecomunicaciones).

### Condiciones de recepción por parte del televidente

Muchos hogares se han equipado ya con un receptor fijo y una antena de tejado o un receptor portátil con una antena visible. Para migrar a la televisión digital habrá que tener en cuenta las diferentes posibilidades de recepción:

- fija residencial (en interiores);
- portátil residencial (en interiores y exteriores);
- móvil (a pie por debajo de 5 km/h, móvil urbana entre 5 y 60 km/h, móvil interurbana entre 60 y 180 km/h, y recepción de alta velocidad a velocidades superiores a los 180 km/h).

El tipo de recepción que se elija determinará la atribución de canales, la potencia del transmisor, la necesidad de repetidores locales para superar las dificultades que suscita la recepción urbana (por ejemplo, en edificios de hormigón armado) y la estructura de la red (zonas de cobertura, redes de frecuencia única o de múltiples frecuencias – SFN o MFN).

En el siguiente cuadro se traza un panorama de las capacidades de las diferentes normas para los distintos modos de recepción.

Sistema de televisión	Fijo	Portátil (en interiores)	Portátil (en exteriores)	Móvil a pie (<5 km/h)	Móvil urbano (5-60 km/h)	Móvil interurbano (60-180 km/h)	Móvil a gran velocidad (>180 km/h)
ATSC	***	*					
DMB-T	***						
DVB-T	***	***	***	***	***	** <sup>(1)</sup>	***
ISDB-T	***	***	***	***	***	***	***

<sup>(1)</sup> El Consorcio DVB está trabajando en una propuesta para establecer un modo móvil específico de gran calidad de funcionamiento.

### Fuentes de programación

La programación de la radiodifusión puede proceder de varias fuentes:

- nacional;
- internacional;
- local.

Las fuentes nacionales presuponen la disponibilidad de estudios digitales, con el fin de obtener la mejor imagen posible y una calidad de sonido óptima. Los programas nacionales se comprimen y multiplexan en un extremo de cabecera nacional. A continuación, se distribuyen los múltiplex a través de las redes de contribución, que llevan las señales digitales a los transmisores o a los extremos de cabecera local.

Es necesario que, para las fuentes de contenido internacional, se concierten previamente acuerdos comerciales con los organismos de radiodifusión titulares de los derechos de dicho contenido y, en ciertos casos, se fijen contratos con *otros asociados*.

La norma aplicable a la distribución de esta programación, si se transmite por satélite, será generalmente la DVB-S. En el caso más desfavorable, será necesario implementar transcodificadores y duplicar el número de multiplexadores para recrear la transmisión multiplexada. En el mejor de los casos, los transmultiplexadores deberán extraer los canales transmitidos en el múltiplex de satélite (36 Mbit/s) y restablecerlos en un múltiplex de 24 Mbit/s, por ejemplo, para canales de 8 MHz.

Los canales locales harán necesario recurrir localmente a estudios y extremos de cabecera para suprimir la transmisión original de radiodifusión e insertar en dichos canales la nueva transmisión, y ello sólo será posible si se dispone de una red nacional de tipo MFN. Las redes SFN exigen, en cambio, un contenido múltiplex idéntico, lo que obviamente invalida una serie de canales locales o regionales. Hay que destacar que sólo las normas de modulación multiportadora (DVB, ISDB o DMB) pueden dar soporte al despliegue de redes SFN.

#### e) Calidad de funcionamiento técnico

Ya se han considerado antes las limitaciones de red vinculadas a la elección entre redes MFN y SFN.

Las redes SFN brindan, en esencia, ventajas para la gestión de frecuencias, siempre y cuando se transmita un solo múltiplex en todo el país y de manera uniforme. Las SFN resultan también adecuadas, cuando hay necesidad de ofrecer servicios idénticos (multiplexados) en toda una región o ciudad. Por último, estas redes pueden facilitar en gran medida la prestación ininterrumpida de servicios entre transmisores adyacentes situados a lo largo de importantes arterias de tráfico y líneas de ferrocarril.

No obstante, una SFN nacional hace imposible la prestación de servicios interactivos y servicios locales. Las redes MFN exigen, por su parte, una gestión de frecuencias similar a las que requiere la televisión analógica, con excepción constituida por el hecho de que pueden utilizarse canales adyacentes, lo que no ocurre en el caso de la televisión analógica.

	Satélite	Cable	Terrenal
Europa	DVB-S (1995) ≈ 8M	DVB-C (1998) ≈ 1,2M	DVB-T (1998) ≈ 1,0M
Estados Unidos	DSS (1994) ≈ 8M (DVB-S V0.9)  DVB-S (1996) ≈ 4,8M	Open Cable (1998) ≈ 3-4M (DVB-C V1.05)  DVB-C ≈ 1M	ATSC (1998) ≈ 50k
Japón	¿ISDB-S (12/2000)? DVB-S (1996) ≈ 2,2M	DVB-C (DVB-C V1.05)	ISDB-T (¿2006?)
China	DVB-S	DVB-C	DVB-T y DMB-T

Número de decodificadores por norma (2001)

En el cuadro anterior puede verse claramente que los decodificadores que se utilizan actualmente son en su mayoría unidades compatibles DVB. Debido al enfoque de sistema que exige la aplicación de la tecnología DVB, sólo será necesario cambiar los demoduladores cuando se pase de un sistema DVB-S, DVB-C y DVB-T a otro, ya que la parte restante del decodificador seguirá siendo la misma. Existe una amplia gama de decodificadores en el comercio, que va de los baratos «dispositivos para pasar de un canal a otro» a los decodificadores interactivos de gran calidad, algunos de los cuales pueden funcionar incluso como grabadores de vídeo digital, para lo cual disponen de una función de almacenamiento masivo.

**f) Migración**

## 1) Transmisores de televisión digital en una red analógica

Durante la fase inicial de la introducción de la televisión digital en un país o en una región, se recomienda reservar bandas SFN a lo largo de las principales rutas de tráfico y líneas de ferrocarril. Aunque es posible que en un principio no se disponga de televisión móvil, lo prudente sería tomar en consideración que dicha tecnología se aplicará ineluctablemente, con el fin de evitar revisar el plan de frecuencias dentro de unos años.

Si la idea no es implementar servicios locales o interactivos, cabrá la posibilidad de asignar una o más bandas SFN a la red nacional y con uno o más múltiplex sujetos a las limitaciones descritas en el párrafo anterior. Por lo demás, no podrá disponerse de servicios interactivos o locales en estas frecuencias.

Como ya se indicó, habrá que tener en cuenta las limitaciones que plantean los países vecinos.

En la medida de lo posible, el enfoque que habrá que aplicar ulteriormente consistirá en conceder nuevas atribuciones en las frecuencias inmediatamente inferiores a las de los canales digitales ya existentes.

En zonas urbanas y de otro tipo en las que se hayan programado servicios interactivos a gran velocidad, habrá que reservar sitios de transmisión a proximidad de los usuarios, utilizando tres frecuencias sectorizadas por sitio de transmisión. Este enfoque presupone la utilización de tres frecuencias para minimizar la interferencia y maximizar las velocidades de canal.

## 2) Capacitación y constitución de la infraestructura digital

La tecnología digital es una técnica compleja, por lo cual habrá que capacitar a los equipos encargados de los extremos de cabecera digitales y los sitios de transmisión. Se requiere una pronta capacidad para estar en condiciones de intervenir cuanto antes y garantizar la pericia necesaria para el control y la supervisión de la correspondiente implantación. Además, el núcleo de expertos que ha recibido una capacitación temprana podrá transmitir la experiencia adquirida a sus colegas haciendo partícipes de su acervo de conocimientos a toda la plantilla del operador DTT.

Anticipando esta necesidad, los fabricantes han empezado a ofrecer este tipo de capacitación adoptando, al mismo tiempo, un enfoque progresivo para la migración a la tecnología digital, ofreciendo paquetes básicos con el número mínimo de componentes necesarios para la formación y las labores de prueba indispensables. Se constituirá de este modo el núcleo al que podrán añadirse componentes de sistema digital adicionales para proporcionar, posteriormente, la gama completa de servicios al televidente.

**g) Estructura de la red**

En muchos países, los organismos de radiodifusión explotan su propia red de transmisión analógica, utilizando las bandas de frecuencias que se les han atribuido a nivel local o nacional y llevando a cabo por sí mismos las operaciones de red.

En otros países, los proveedores de contenido se dirigen a uno o más operadores de red, y estos últimos se encargan de la radiodifusión para todos ellos.

Con la llegada de la televisión terrenal digital, ha aparecido un nuevo tipo de operador: el operador de múltiplex, cuya función es crear múltiplex de conformidad con las leyes sobre medios audiovisuales y con los acuerdos concertados con los proveedores de contenido (por ejemplo, garantías de servicio/calidad). De ahí que sea necesario realizar mediciones de la calidad de servicio (QoS), para determinar si las partes en el contrato cumplen sus respectivas obligaciones.

El operador de múltiplex se encarga de la gestión de abonados (facturación, control de acceso, etc.) para los organismos de radiodifusión y de la redistribución en el marco del contrato. En lo que concierne a los servicios interactivos, el operador gestionará las compras en línea y fomentará los intercambios comerciales en el contexto de la radiodifusión a cambio de una tasa de servicio. Otra de las funciones esenciales del operador de múltiplex será preparar los contenidos de la guía electrónica de programas y gestionar la información de servicio (SI o PSI).

Al elaborar una legislación en materia audiovisual ha de tenerse en cuenta que la organización de la red está en constante evolución, a fin de garantizar que el organismo encargado de gestionar las frecuencias y conceder las licencias de transmisión esté habilitado para presentar las licitaciones pertinentes y evaluar las solicitudes presentadas para:

- proveedores de contenido;
- operadores de múltiplex; y
- operadores de red.

En algunos casos, puede haber varios operadores de múltiplex y operadores de red en un mismo país. También es posible, en cambio, que el operador de red y el operador de múltiplex sean una única entidad. En algunos casos, los organismos de radiodifusión pueden presentar una solicitud para operador de múltiplex.

## 2.4 Radiodifusión digital por cable

En materia de acceso a redes de área extensa, existen numerosas tecnologías por cable que compiten hoy en día por una parte de mercado y buscan su aceptación. Estas tecnologías tienen su origen en los entornos WAN y LAN e incluyen la RDSI, el ATM, la retransmisión de tramas con conmutación Ethernet, diversas tecnologías para la transmisión de datos por cables coaxiales (CATV) y toda la familia de tecnologías de línea digital de abonado.

Las empresas de telefonía locales ofrecen en la actualidad servicios RDSI residenciales que proporcionan velocidades de conexión de hasta 128 kbit/s y esperan adoptar tecnologías de línea digital de abonado (DSL) que pueden ofrecer velocidades en sentido descendente superiores a 1,5 Mbit/s. Las conexiones rápidas de datos en sentido descendente procedentes de los satélites de difusión directa de televisión (DBS), los proveedores de servicios fijos inalámbricos y, por supuesto, los módems de cable de alta velocidad constituyen otras posibilidades.

Con una cobertura prácticamente absoluta de cable coaxial de banda ancha para la TV por cable en algunos países, las conexiones por cable coaxial representan una potente plataforma que ofrece un acceso de datos de alta velocidad a los hogares y pequeñas empresas. No obstante, han de actualizarse los sistemas de televisión por cable unidireccionales para convertirlos en redes bidireccionales que den soporte a servicios de comunicaciones avanzados, lo que supone una propuesta técnicamente compleja y que requiere importantes inversiones.

### Tecnología de línea digital de abonado (DSL)

La introducción de nuevos servicios que requieren señales digitales con velocidades binarias cada vez más elevadas exige la ampliación de la anchura de banda utilizable en los bucles de abonado existentes con tecnologías modernas, o la sustitución de los pares trenzados por medios de transmisión de banda ancha, como los cables de fibra óptica/coaxiales o de transmisión inalámbrica.

Tradicionalmente, los bucles de abonado están formados por pares de cobre trenzados que forman pares de cables. Los bucles de abonado, que se han estudiado durante muchos años, se definen según el tipo de cable, la longitud del cable, la estructura del bucle y las fuentes de ruido. El espectro generalmente utilizado para señales de frecuencia vocal de hasta 4 kHz puede ampliarse hasta cerca de 500 kHz para la transmisión de señales digitales utilizando las tecnologías DSL. El alto costo de sustituir los bucles de abonado existentes junto con la evolución del procesamiento de la señal digital han fomentado el desarrollo de las tecnologías de bucle digital de abonado (DSL) para conseguir una mejor utilización de la anchura de banda disponible y, por tanto, una transmisión a velocidades binarias más elevadas. En algunos casos, tanto las señales del servicio telefónico ordinario (POTS) como las señales DSL pueden utilizar el mismo bucle de abonado.

Los sistemas DSL típicos son los siguientes:

HDSL, el de mayor implantación entre las tecnologías DSL, utiliza dos o tres pares de cobre trenzados. La mayor parte de las aplicaciones proporcionan una velocidad simétrica de 1,5 Mbit/s (T1) o 2 Mbit/s (E1) a distancias de hasta 300 m de la central. Esta distancia puede incrementarse si se utilizan regeneradores.

ADSL es la tecnología más prometedora a corto plazo para proporcionar acceso en banda ancha a clientes residenciales y pequeñas empresas o microempresas. Se asigna mayor anchura de banda al tráfico cursado del proveedor de servicios al abonado (descendente) que al tráfico cursado del abonado al proveedor de servicios (ascendente). Esta asignación de anchura de banda permite la circulación simultánea del tráfico POTS o RDSI. Existen dos versiones de ADSL: ADSL a plena velocidad, con anchura de banda de aproximadamente 1 MHz, y ADSL Lite con 1/2 MHz. El ADSL a plena velocidad requiere la instalación de filtros divisores y el ADSL Lite puede funcionar sin filtros divisores o simplemente con filtros en línea simplificados.

VDSL está previsto para velocidades binarias mucho más altas y distancias de bucle de abonado extremadamente cortas. Este sistema suele utilizarse en instalaciones de fibra con filtros divisores. Permite la circulación simultánea del tráfico POTS.

### **Televisión por cable**

Los sistemas de cable se diseñaron en un principio para proporcionar señales de televisión de manera eficaz a los hogares. Para garantizar que los consumidores puedan recibir el servicio de cable con el mismo televisor utilizado para recibir señales de televisión aéreas, los operadores de cable recrean una porción del espectro de radiofrecuencias analógico dentro de la línea de cable coaxial sellado.

Los sistemas de cable coaxial tradicionales suelen funcionar con una capacidad de 330 MHz o 450 MHz mientras que los sistemas híbridos de fibra óptica/cable coaxial (HFC) modernos alcanzan, o incluso superan, los 750 MHz.

Lógicamente, las señales de programación de vídeo descendente empiezan a transmitirse a 50 MHz, y equivalen a dos canales de señales de televisión aéreas. Generalmente se reserva la porción 5-42 MHz del espectro para las comunicaciones ascendentes cursadas desde los hogares de los abonados. Por este motivo, un sistema de cable tradicional con una anchura de banda descendente de 400 MHz puede transportar el equivalente de 60 canales de televisión analógica, y un sistema HFC moderno con 700 MHz de anchura de banda descendente tiene capacidad para unos 110 canales.

### **Redes de acceso de módem de cable**

Para proporcionar servicios de datos a través de una red de cable, generalmente se atribuye un canal de televisión (en la gama 50-750 MHz) para el tráfico en sentido descendente hacia los hogares, y se utiliza otro canal (en la banda 5-42 MHz) para el transporte de señales en sentido ascendente.

Un sistema de terminación de módem de cable (CMTS) de cabecera transmite por estos canales con módems de cable instalados en los hogares de los abonados para crear una red de área local virtual (LAN). La mayor parte de los módems de cable son dispositivos externos que se conectan a una computadora personal mediante una tarjeta Ethernet 10 Base-T normalizada o una conexión de *Universal Serial Bus* (USB), aunque también hay disponibles tarjetas de módem PCI internas. A través de estas plataformas de módem de cable, pueden proporcionarse sin interrupción a los usuarios protocolos OSI de capa 3 (red), como el tráfico IP.

Un único canal de televisión a 6 MHz en sentido descendente puede soportar un flujo de datos en sentido descendente de hasta 27 Mbit/s desde la cabecera de cable si se utiliza la tecnología de transmisión 64-QAM. Las velocidades pueden acelerarse a 36 Mbit/s con 256-QAM. Los canales en sentido ascendente pueden proporcionar de 500 kbit/s a 10 Mbit/s desde los hogares utilizando las técnicas de modulación 16-QAM o QPSK, según la cantidad de espectro atribuido al servicio. Esta anchura de banda en sentido ascendente y descendente es compartida por los abonados a servicios de datos activos conectados a un determinado segmento de la red de cable, generalmente entre 500 y 2.000 hogares en una red HFC moderna.

## Funcionamiento de una plataforma de red compartida

La mayor parte de los sistemas de módems de cable se basan en una plataforma de acceso compartida, semejante a una LAN de empresa. A diferencia de las redes telefónicas con conmutación de circuitos, donde a cada llamante se le atribuye una conexión, los usuarios de módems de cable no ocupan una cantidad fija de anchura de banda durante la sesión en línea. Más bien comparten la red con otros usuarios activos y utilizan los recursos de la red sólo cuando realmente envían o reciben datos en ráfagas rápidas. De modo que, en vez de asignar 135 kbit/s a cada uno de los 200 usuarios de cable en línea, éstos pueden utilizar toda la anchura de banda disponible durante el milisegundo necesario para descargar los paquetes de datos, lo que se realiza a una velocidad de muchos megabits por segundo.

Si una alta utilización empieza a causar congestión, los operadores de cable tienen la flexibilidad de añadir más anchura de banda para los servicios de datos. El operador de cable puede asignar otros 6 MHz al canal de vídeo para datos de alta velocidad, duplicando la anchura de banda en sentido descendente disponible para los usuarios. Otra posibilidad para añadir anchura de banda es subdividir la red de cable física gracias a líneas de fibra óptica tendidas en cada subaglomeración urbana. De esta manera se reduce el número de hogares que acceden a cada segmento de la red y, por tanto, se incrementa la anchura de banda disponible para los usuarios finales.

## 2.5 Convergencia con interactividad

En los países en desarrollo, la reducción de la brecha digital y la transición hacia la sociedad de la información (entendiendo por ello el acceso seguro y generalizado de la población a los servicios modernos de información) consta de dos componentes principales:

- a) El suministro de acceso masivo a internet y también a diversas bases de datos multimedia especializadas, basadas en diferentes servicios digitales interactivos (sistemas para teleeducación, programas didácticos, juegos electrónicos, videoconferencia tradicional (de baja velocidad) y de alta calidad, servicios de banca para la vivienda y la oficina, noticias a la carta, cibernidad, comunicaciones empresariales, con inclusión de la concertación a distancia de transacciones comerciales por medio de firmas electrónicas, sistemas de teletrabajo, vídeo a petición, videotelefonía, CD-ROM virtual, etc.).
- b) La migración hacia la radiodifusión digital interactiva masiva.

### 2.5.1 Difusión de datos sobre la base de la radiodifusión digital – internet con métodos web/carrusel

Con frecuencia la situación específica de las redes de telecomunicaciones y de radiodifusión en los países en desarrollo es tal que conviene resolver estos dos problemas conjuntamente. Ello implica la solución del problema del acceso de la población recurriendo a sistemas de radiodifusión. Este enfoque resulta adecuado por dos razones:

- 1) El desarrollo insuficiente de las redes de telecomunicaciones en numerosos países en desarrollo, sus precarias ramificaciones, lo cual no garantiza que los canales de comunicaciones lleguen a los diferentes usuarios, es decir, el suministro insuficiente de servicios telefónicos a la población y –como consecuencia de ello– la falta de canales que ofrezcan el tipo de acceso a internet más simple y utilizado de manera más generalizada (acceso basado en la RTPC).
- 2) El número relativamente escaso de ordenadores personales propiedad de particulares.
- 3) El grado relativo de desarrollo de la red de radiodifusión analógica, que en muchos casos abarca toda la superficie de un país o, por lo menos, su mayor parte.
- 4) El número relativamente elevado de aparatos de televisión propiedad de particulares.



En este contexto, una manera rápida y relativamente económica de solventar el problema es organizar el acceso de la población a internet y a los servicios web sobre la base de la radiodifusión de televisión digital. Esto a su vez consta de tres componentes principales:

- a) La transición hacia la radiodifusión de televisión digital, utilizando en la mayor medida posible la red de radiodifusión de televisión analógica existente, y recurriendo para ello a tecnologías híbridas digitales y analógicas, es decir, transmisores híbridos que sean adecuados tanto para la radiodifusión analógica como digital. En este caso los transmisores analógicos que terminan su vida activa son sustituidos por transmisores con parámetros mejorados de frecuencia y linealidad de fase (o bien los transmisores existentes se perfeccionan para obtener esos mismos resultados) y se complementan con moduladores de señales de televisión digital (por ejemplo, DVB-T). Esta reutilización de transmisores analógicos permite ofrecer servicios de radiodifusión de televisión digital en las mismas bandas de frecuencias utilizadas previamente para la radiodifusión analógica, simplificando y facilitando así la planificación de frecuencias.
- b) La inserción (encapsulado) de servicios modernos de información y comunicaciones (fundamentalmente los servicios internet y web) en el tren de impulsos de radiodifusión de televisión digital.
- c) El suministro a la población de receptores eficaces y económicos de radiodifusión de televisión digital (su precio debería ser entre 10 y 15 veces más bajo que el correspondiente a un PC). Esos receptores también deberían admitir funcionalidades interactivas, garantizar la presentación de páginas web en una pantalla de televisión de resolución normalizada y ser compatibles con todos los tipos de aparatos de televisión analógica que posean los particulares (con inclusión de aparatos de televisión anticuados que no tengan baja tensión de salida de frecuencia).

El método antes descrito, basado en el hecho de que los medios de radiodifusión son omnipresentes, no excluye la posibilidad de proporcionar a la población servicios web e internet según la modalidad tradicional (modernización y reconstrucción global de la red de telecomunicaciones, desarrollo acelerado de la RTPC, creación de una nueva generación de redes de cable para viviendas sobre la base de tecnologías HFC), pero como resulta mucho menos onerosa tanto para las administraciones como para la población, ofrece una solución rápida y eficaz para reducir la brecha digital. Naturalmente, estos dos enfoques no están en pugna el uno con el otro y pueden llevarse a la práctica al mismo tiempo.

Conforme a este método, el suministro de datos en el hogar del usuario se efectúa recurriendo a una caja de adaptación multimedios (STB, *set-top-box*) y no a un computador personal. En los siguientes párrafos abordaremos una amplia gama de cuestiones relacionadas con los requisitos de esa unidad STB, su apoyo de funciones interactivas y la función de presentar internet en una pantalla de televisión, los programas informáticos que se necesitan a tales efectos, garantizando la universalidad y la independencia de la plataforma para dichos programas, y organizando canales de retorno para las STB del usuario. En esta sección examinamos los aspectos relacionados con la transmisión de la radiodifusión internet, fundamentalmente los medios y métodos para insertar (encapsular) internet y otros servicios modernos de información y comunicaciones en el tren digital de radiodifusión sonora y de televisión que luego será recibido por la TSB del usuario.

### **2.5.1.1 Encapsulado de los datos de los servicios modernos de información y comunicación (con inclusión de servicios multimedios de tipo web y de radiodifusión por internet) en el canal de radiodifusión de televisión digital (creación de un tren de datos de radiodifusión de televisión interactiva polivalente)**

#### **2.5.1.1.1 Medios para organizar la radiodifusión de datos de conformidad con las especificaciones DVB**

Los telespectadores de la radiodifusión de televisión digital (TVD) obtienen acceso a internet mediante la inclusión de páginas web en la señal de radiodifusión TVD. Esto significa prácticamente que la radiodifusión internet se proporciona con los medios y procedimientos técnicos de la radiodifusión de TVD. Tal vez el envío de servicios de datos junto con programas sonoros y vídeo digitales sea la clave del éxito para la transición de los medios analógicos hacia los digitales. La adición de nuevos servicios y aplicaciones

estimula la radiodifusión digital y de televisión digital mucho más que el suministro de canales de radiodifusión y de televisión adicionales únicamente. El principal elemento de esta configuración es una pasarela IP/DVB (encapsulador) que transforma los datos en un tren de transporte de radiodifusión digital de señales vídeo (DVB), transformándolo en un sistema diferente de un sistema DVB que ofrece servicios de televisión únicamente. Hace varios años los adaptadores DVB para la recepción de datos eran fabricados normalmente por empresas que desarrollaban ellas mismas pasarelas IP/DVB. Pero actualmente la normalización de los métodos de transmisión de datos en sistemas DVB permite a un número cada vez mayor de fabricantes producir adaptadores en microplaquetas ya disponibles. Con miras a normalizar estos dispositivos, en las especificaciones DVB se supone que los datos pueden difundirse por uno de los cinco medios siguientes:

Canalización de datos – Porciones de datos se transmiten en paquetes de transporte. No hay sincronización entre los paquetes de datos y otros paquetes PES.

Transmisión de flujo continuo de datos – Los datos se configuran como un tren contiguo que podría ser únicamente asíncrono (es decir, no posee ninguna marca de tiempo, como ocurre con los paquetes de datos de internet).

Transmisión síncrona – Subordinada a un reloj de radiodifusión de datos permanente con miras a emular un canal de comunicación síncrono.

Transmisión sincronizada – Vinculada mediante marcas de tiempo a las partes interiores del decodificador y de ese modo a otros paquetes PES (como en la representación de grabaciones vídeo). Los datos son transportados por el propio PES.

Encapsulado multiprotocolo (MPE, *multi-protocol encapsulation*) – Esta tecnología, actualmente la más difundida, está basada en medios de almacenamiento digital – instrucción y control (DSM-CC) y está destinada a emular a la red local durante el intercambio de paquetes de datos.

#### **2.5.1.1.2 Carrusel web como procedimiento básico para el encapsulado de datos internet en el tren de radiodifusión digital**

Todo carrusel de datos es una estructura en los conjuntos de datos tampón que puede repetirse en difusiones de televisión periódicas un sinnúmero de veces. Los conjuntos de datos pueden tener cualquier formato o tipo. Un ejemplo es la radiodifusión de datos mediante guías de programas electrónicos (EPG). Los datos se difunden por medio de secciones DSM-CC de tamaño fijo. Los ficheros, por ejemplo páginas web, se envían cíclicamente. Puesto que el acceso cabal a internet con un tiempo de espera breve en la radiodifusión sólo se puede lograr mediante una repetición cíclica de la difusión de los datos de internet, el procedimiento básico en este caso es el llamado «carrusel web»: una repetición periódica de un conjunto de sitios internet en el tren de datos de radiodifusión de TVD (figura 1). El carrusel web cambia los protocolos bidireccionales, como el HTTP, en protocolos unidireccionales (UHTTP). Además, se admiten los mecanismos de carrusel definidos por ATVEF. Se puede transmitir todo tipo de ficheros, tales como páginas web, imágenes, ficheros MP3, avances publicitarios como ficheros, programas informáticos y bases de datos. Si un carrusel transmite ficheros vídeo o sonoros, también tendrá que tener en cuenta –a diferencia de los métodos basados en la transmisión de flujo continuo– que esos ficheros pueden ser utilizados únicamente después de que haya terminado la recepción y se haya salvado la totalidad del fichero. Por otro lado, el flujo continuo en directo de internet exige un conector de trenes en el lado insertar y el correspondiente lector multimedios en el lado receptor.

El tiempo del ciclo del carrusel depende de la cantidad de datos y de la anchura de banda disponible para el servicio de datos. Una vez transcurrido ese periodo, todos los receptores tendrán una copia del contenido, la cual podrán utilizar. Así pues, la interactividad local tiene lugar sin ningún canal de retorno. El usuario se puede desplazar sin restricciones dentro de ese contenido y utilizarlo. El contenido debe ser adecuado para la radiodifusión, es decir, debe resultar interesante simultáneamente a numerosos usuarios.

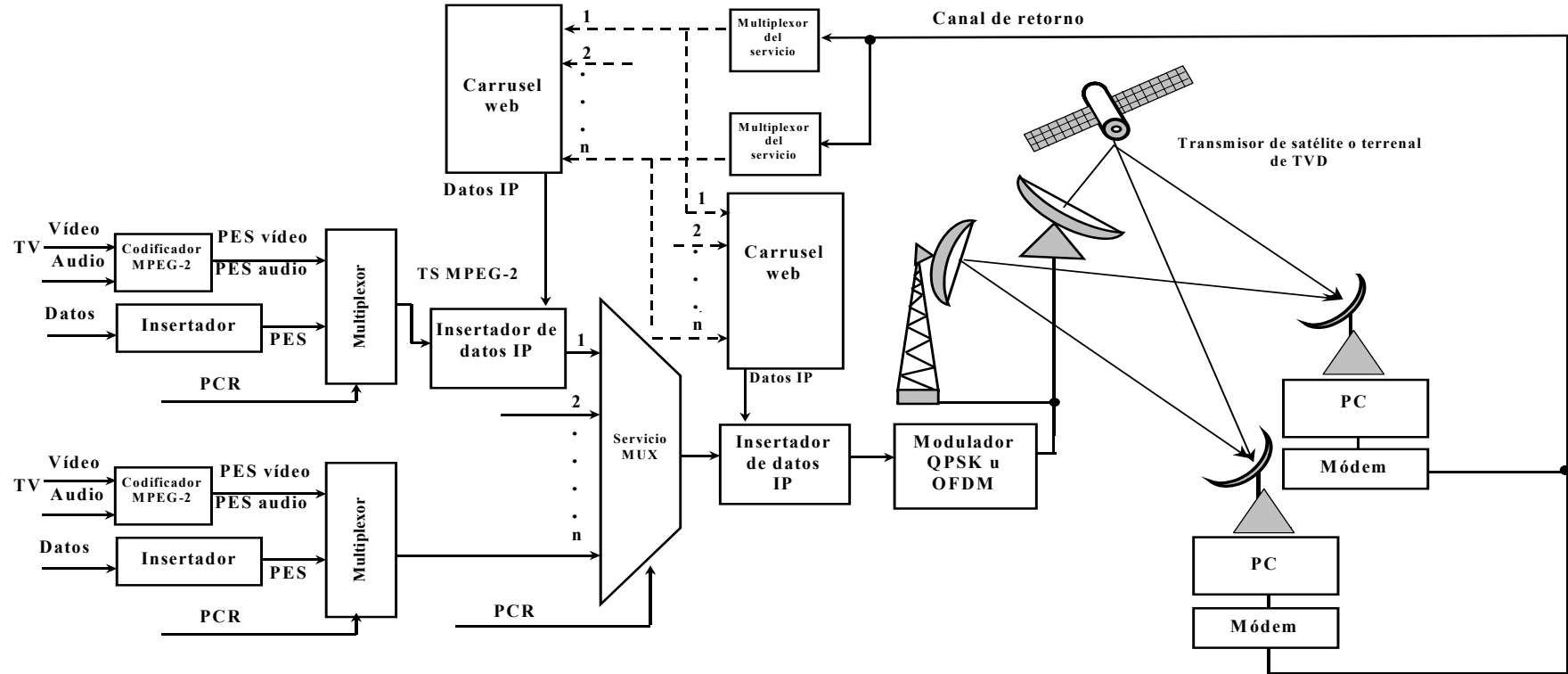
Los carruseles ofrecen la ventaja adicional de que los errores de transmisión pueden compensarse fácilmente. Si se pierden paquetes, por ejemplo en una transmisión terrenal o incluso móvil, los ficheros correspondientes no están disponibles para ser utilizados hasta que la totalidad del paquete haya llegado

correctamente. Puesto que no es posible hacer notificaciones sobre errores de transmisión, en especial si hay miles de receptores con problemas similares, la corrección tendrá lugar en el próximo ciclo del carrusel. Esto basta holgadamente para numerosas aplicaciones, especialmente las ofertas de información basadas en la web.

Estos resultados representan una utilización mucho más rentable de las conexiones internet por cable, teléfono o teléfono móvil, y ofrecen una anchura de banda de transmisión muy superior para la masa de contenido.

Un carrusel de objetos es aquel que hace desfilar carruseles de datos. En un principio este carrusel fue diseñado para ofrecer servicios de radiodifusión. Los conjuntos de datos se especifican en el protocolo independiente de la red DVB y pueden utilizarse, por ejemplo, para descargar datos en decodificadores DVB.

Figura 3 – Suministro de servicios de radiodifusión de televisión digital (TVD) a los telespectadores con acceso a internet mediante carrusel web



Para la difusión de datos por internet se recomienda utilizar diagramas de encapsulado multiprotocolo (*multi-protocol encapsulation*, MPE). La compatibilidad de retorno con diagramas de radiodifusión de datos no normalizados que utilizan equipos con canalización/flujo continuo se logra mediante la asignación de un código de información de servicio registrado (SI, *service information*) a cada uno de los formatos de datos. Se procesan todos los códigos SI que son reconocidos por el receptor/decodificador, garantizando así el soporte de la codificación no normalizada por los correspondientes equipos.

### **Formato para los datos de internet que se deben encapsular en trenes de radiodifusión sonora y de televisión digital**

Los paquetes de datos IP se insertan en los trenes de transporte MPEG-2 de conformidad con la norma de encapsulado multiprotocolo (MPE) basada en medios de almacenamiento digital – instrucción y control (DSM-CC) (de conformidad con la norma ISO/CEI 13818-6).

En los sistemas DAB, los paquetes IP se transcriben como datos en modo paquete, sin relacionarlos con ningún programa concreto, con arreglo a las normas ES 201 735 y TS 101 795.

### **Velocidades de transmisión para datos encapsulados en trenes de radiodifusión sonora y de televisión digital**

La velocidad de transmisión de datos máxima depende de dos parámetros:

- la velocidad de transmisión posible total de la señal de radiodifusión RF modulada;
- la capacidad parcial libre para los datos.

El primer valor queda principalmente definido por la modulación. En general se encuentra entre 14 y 24 Mbit/s en DVB-T y aproximadamente a 1,5 Mbit/s en DAB. Normalmente, el servicio de datos se proporciona como una prestación adicional del programa de radiodifusión. Esto significa que las principales aplicaciones son programas de radio o televisión, y que una parte de la anchura de banda se utiliza para la transmisión de servicios de datos. La parte utilizable de la anchura de banda puede proporcionarse de dos formas diferentes:

- recursos disponibles no asociados en forma de paquetes nulos;
- una anchura de banda fija y definida establecida para servicios de datos y adjudicada a los mismos.

Los paquetes nulos son el resultado del carácter estadístico de los contenidos vídeo en formato MPEG-2. Éstos existen únicamente en DVB. En DAB, la anchura de banda del servicio de datos siempre debe estar reservada e instalada.

Estos paquetes nulos en realidad representan recursos disponibles, que pueden rellenarse con datos sin perturbar a los programas en ejecución. El relleno con datos es la principal función del insertador IP (encapsulador).

Puesto que los paquetes nulos tienen un carácter estadístico y su número depende del contenido de imagen y de los multiplexores del programa, no hay garantía alguna de una anchura de banda determinada o de un tiempo de transmisión dado.

Existe la posibilidad de utilizar multiplexores estadísticos modernos para programas de televisión. Estos multiplexores manipulan a los paquetes nulos de modo que los recursos libres de un programa puedan ser utilizados temporalmente por otros programas con miras a aumentar su calidad (anchura de banda superior). Gracias a este método, las anchuras de banda libres de las escenas tranquilas se utilizan en escenas más dinámicas de otros programas. Por consiguiente, después de la multiplexión podrían no quedar suficientes paquetes nulos libres. La situación óptima sería que la totalidad de la anchura de banda fuese compartida de manera variable entre todos los programas de televisión.

Las anchuras de banda entre 500 kbit/s y 1 Mbit/s pueden utilizarse perfectamente para DVB. Este valor es extremadamente bueno en el sector del último tramo, en comparación con todas las velocidades de transmisión de internet, incluida la recepción móvil.

Con DAB, unas velocidades de datos entre 64 kbit/s y 512 kbit/s podrían transformarse en realidad. Para la transmisión de radio internet por DAB se necesita una anchura de banda muy elevada, que es adecuada para numerosos programas transmitidos entretanto como MP3 o con otros métodos de codificación audio modernos. Este procedimiento permitiría transmitir cuatro veces más programas de calidad FM.

### **Encaminamiento**

Los datos transcritos (paquetes IP) deben adjudicarse a subcanales del sistema de radiodifusión. En los sistemas DVB, los así llamados paquetes ID (PID) dividen la totalidad de la anchura de banda en conexiones lógicas y canales parciales. Las conexiones IP pueden insertarse en su totalidad en un subcanal o bien ciertas conexiones IP pueden dirigirse hacia diferentes subcanales del sistema de radiodifusión. Esta última posibilidad puede llevarse a la práctica de modo que todas las conexiones lógicas de una subred (máscara de subred internet) se insertan dentro de un canal y de ese modo permanecen separadas de las otras subredes. Por lo tanto, las conexiones IP pueden tomar diferentes vías (camino) en las redes de radiodifusión si la conmutación y la distribución se efectúan únicamente a nivel de la radiodifusión (encaminamiento basado en PID).

La asociación de los parámetros de dirección IP de la red informática con los números de canales de la red de radiodifusión es una función del insertador IP y del encaminador lógico de medios.

#### **2.5.1.1.3 Posibilidades de elección para organizar la transmisión de datos internet encapsulados en el tren de radiodifusión digital junto con las redes de radiodifusión sonora y de televisión**

Cabe considerar las siguientes hipótesis para la implementación del IP en las redes de radiodifusión DVD-X:

Hipótesis 1: Sin IP

Los ficheros multimedia se transmiten directamente a través del mecanismo de carrusel DSM-CC y se transportan dentro del tren de transporte MPEG-2 (MPEG-2 TS), junto con algunos servicios MPEG-2 A/V (véase la figura 2). En el futuro los servicios codificados MPEG-4 también podrán incorporarse en el tren MPEG-2 TS utilizando un multiplexor separado.

Hipótesis 2: IP por el carrusel por el tren MPEG-2 TS

Igual que en la hipótesis 1, pero con la salvedad de que el carrusel DSM-CC transporta los servicios multimedia encapsulados en paquetes IP (figura 3). Se necesita una interfaz IP/DSM-CC. Los servicios IP ocupan únicamente una porción de la capacidad total del múltiplex DVB-X.

Hipótesis 3: IP por el tren MPEG-2 TS

Conforme a esta hipótesis, los paquetes de multidistribución IP se encapsulan directamente en el tren de transporte MPEG-2 como un servicio de datos (figura 4). El tren de datos DSM-CC representa una aplicación separada, que también se transporta dentro del tren MPEG-2 TS.

Hipótesis 4: Carrusel en IP e IP por MPEG-2 TS

Igual que la hipótesis 3, con la salvedad de que los paquetes IP transportan una aplicación de datos de carrusel (figura 5). Esta hipótesis asegura una transmisión de ficheros extremadamente sólida (repetitiva) a algunos clientes especializados que son titulares de las direcciones de multidistribución especificadas (difusión restringida). Esta hipótesis se podría utilizar, por ejemplo, para la descarga y el perfeccionamiento de programas informáticos de los clientes.

Hipótesis 5: MPEG-2/4 por IP por MPEG-2 TS

Igual que la hipótesis 4, pero los paquetes IP no transportan únicamente datos de carrusel sino también trenes adicionales de medios MPEG 2 o MPEG-4 AV (figura 5). Estos últimos se pueden multiplexar y transportar en forma de MPEG-2 TS.

Figura 4 – Tren de transporte MPEG-2

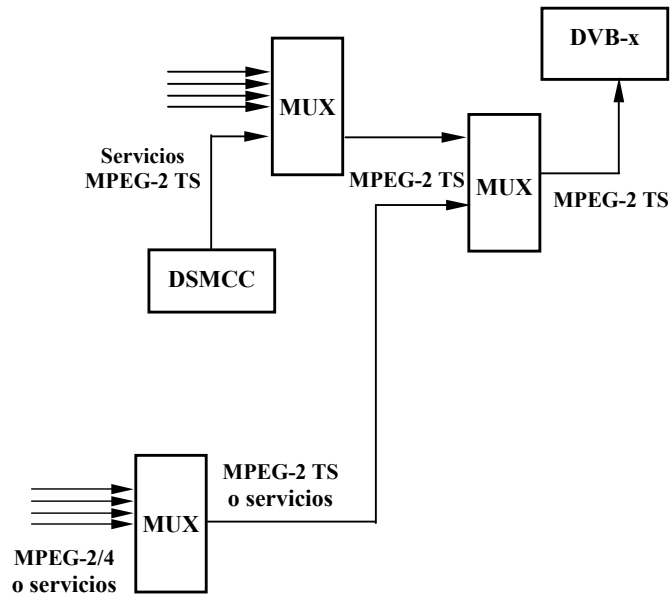


Figura 5 – IP por carrusel MPEG-2 TS

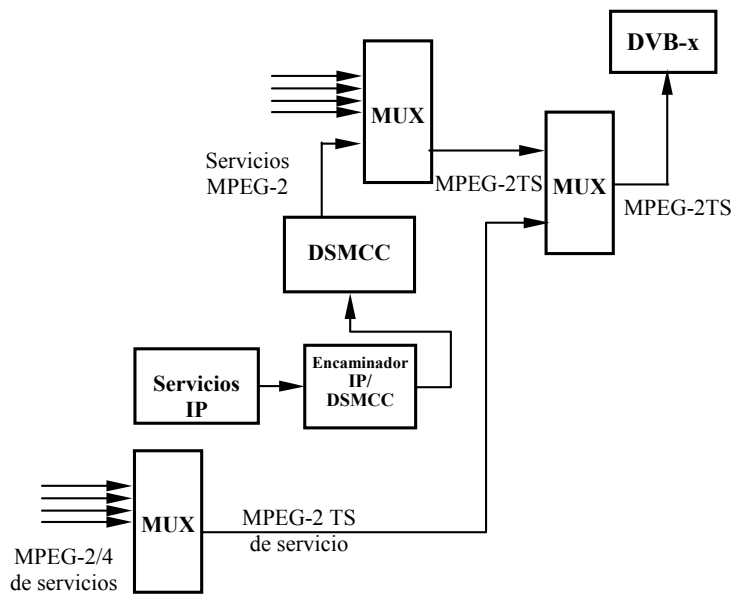


Figura 6 – IP por tren de transporte MPEG-2

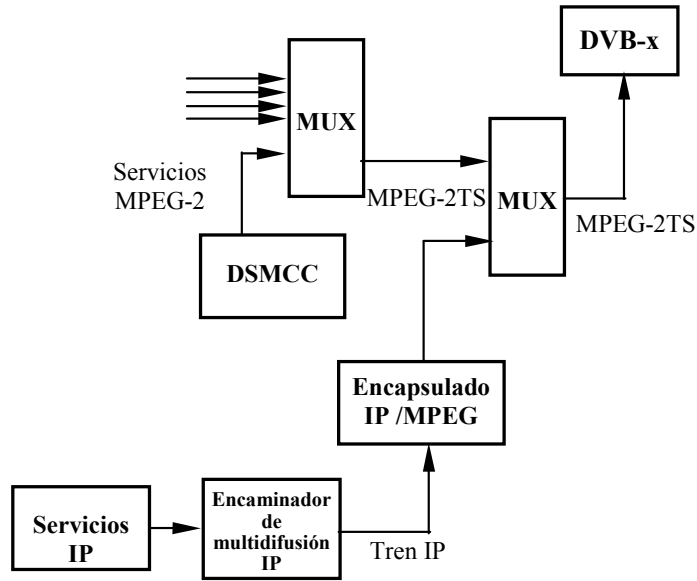


Figura 7 – Carrusel en IP e IP por MPEG-2 TS

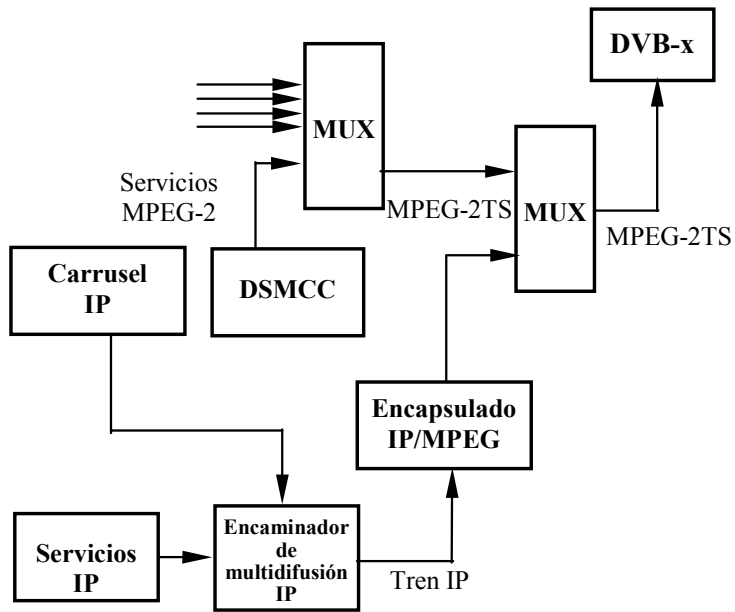
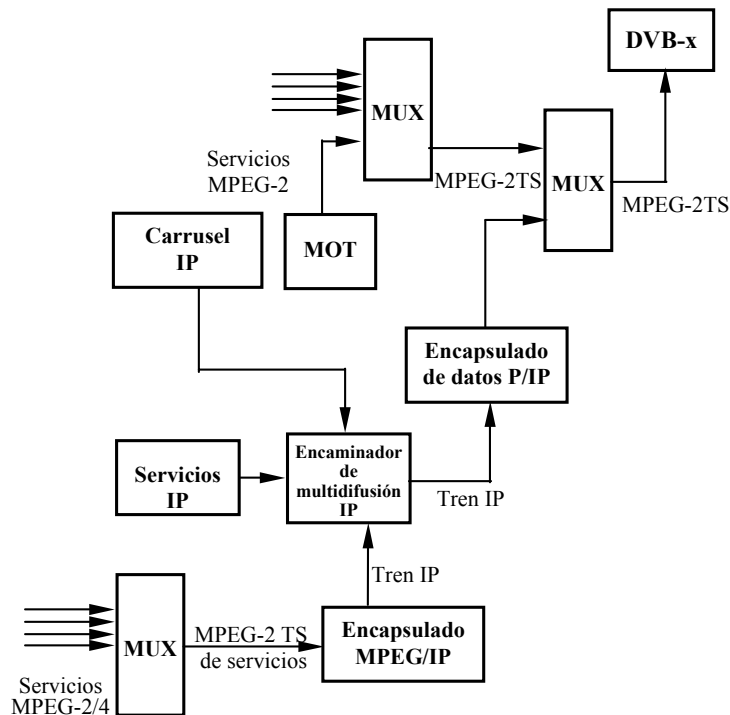




Figura 8 – MPEG-2/4 por MPEG-2 TS



## Hipótesis 6: MPEG-2/4 por IP e IP por DAB

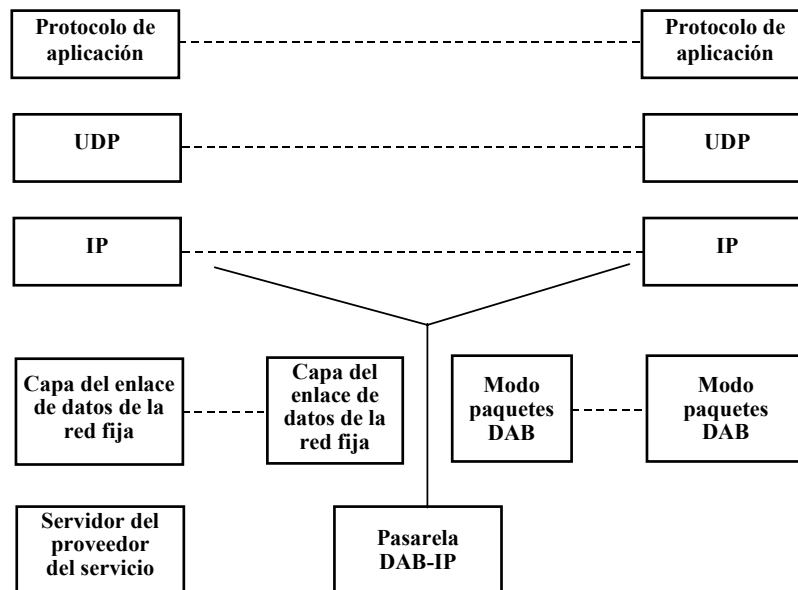
Desde que a mediados del decenio de 1990 se introdujo el sistema de radiodifusión audio digital (DAB) Eureka 147, este sistema ha dado pruebas sobradas de su calidad excepcional para la distribución de servicios de radiodifusión en el entorno móvil. Utilizando una señal radioeléctrica codificada COFDM de 1,5 MHz, el sistema DAB permite difundir un múltiplex de 1,2 Mbit/s de información digital a los terminales móviles.

Hasta la fecha las prestaciones de radiodifusión de datos del sistema DAB se han limitado a aplicaciones normalizadas; etiquetado dinámico, presentación de diapositivas de transporte de objetos multimedia (MOT, *multimedia objects transport*) y sitio web de radiodifusión MOT. Estas aplicaciones están diseñadas para satisfacer holgadamente la mayor parte de las necesidades comerciales de las entidades de radiodifusión que desean mejorar los servicios que ofrecen a los usuarios con receptores integrados.

En la figura 9 se ilustra una aplicación DAB IP desde el punto de vista del protocolo. Hacia la izquierda de la figura la aplicación del servidor del proveedor del servicio genera datos que se distribuirán a la aplicación del cliente en el terminal DAB, mediante el protocolo de la aplicación concreta utilizada para el servicio. Las unidades de datos del protocolo de aplicación se encapsulan en datagramas UDP/IP, facilitando el transporte de extremo a extremo desde el proveedor del servicio hasta el terminal DAB. El servidor del proveedor del servicio está conectado a una red de datos fija que transporta los datos desde el proveedor del servicio hasta la pasarela DAB-IP del proveedor de la red DAB. Ese transporte puede efectuarse a través de una sola red fija, como Ethernet, o bien por varias redes de área local y/o área extensa conectadas mediante encaminadores IP (no se indica en la figura 9). La pasarela DAB-IP recibe los datagramas UDP/IP de la red fija y los encapsula en grupos de datos en modo paquetes DAB según se especifica en ES 201 735. Después

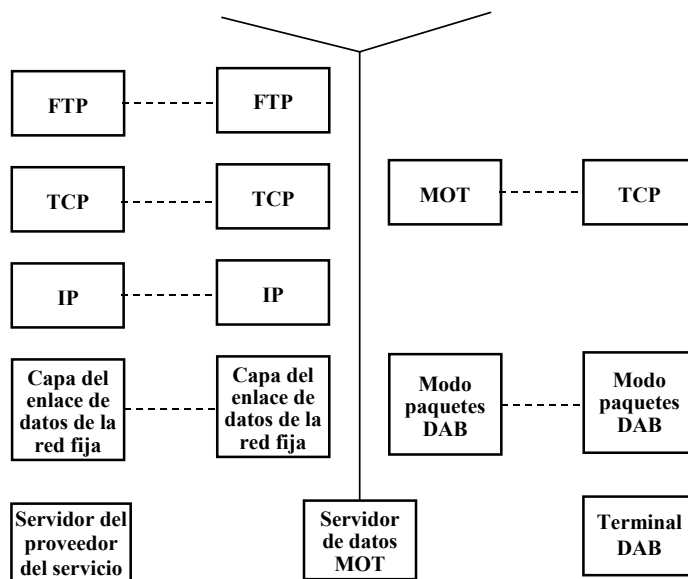
los datos se difunden por DAB hasta los terminales DAB que están sintonizados con el servicio DAB IP. En el terminal la aplicación del cliente recibe las unidades de datos que han sido enviadas por el proveedor del servicio, a través del acceso a la cabida útil de los datagramas UDP/IP.

**Figura 9 – Aplicación DAB IP desde el punto de vista del protocolo, en la que se ilustra la utilización de extremo a extremo del protocolo de capa superior e IP**



En comparación con el protocolo MOT específico de DAB, el enfoque IP simplifica la arquitectura de la red. Puesto que MOT es un protocolo únicamente para DAB, éste no puede transportarse por una red fija arbitraria. Para ello se necesita una arquitectura de red en la cual el proveedor del servicio utiliza algún otro protocolo de aplicación, por ejemplo, el protocolo de transferencia de ficheros (FTP), para transportar los datos a un servidor de datos MOT que efectúa una conversión de protocolo de alto nivel antes de insertar los datos en el sistema DAB. En la figura 10 se ilustra una aplicación MOT desde el punto de vista del protocolo con su conversión de protocolo a alto nivel.

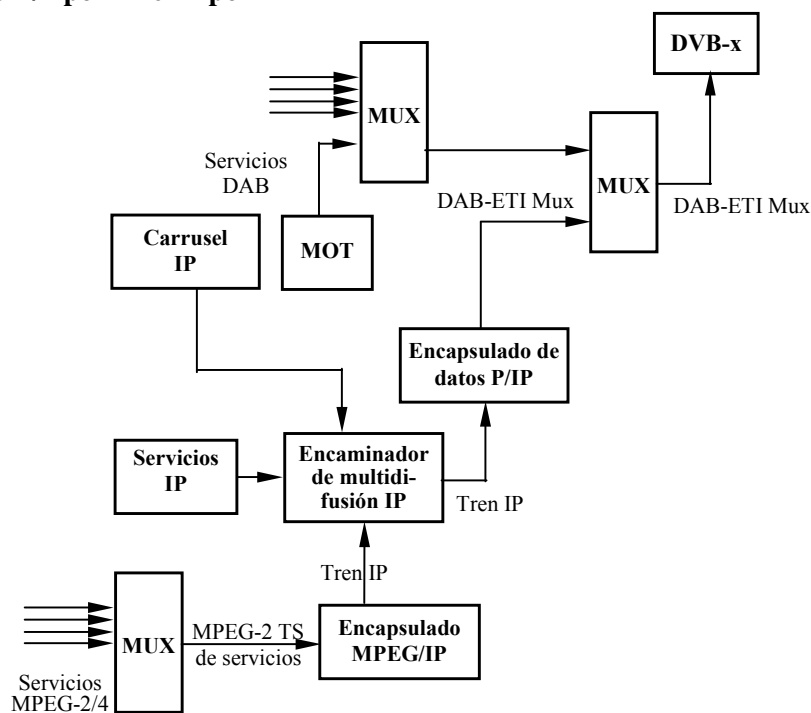
**Figura 10 – Aplicación DAB MOT desde el punto de vista del protocolo, en la que se ilustra la conversión de protocolo a alto nivel**



Desde este punto de vista, una gran ventaja que ofrece el enfoque IP es que el equipo del proveedor de la red puede ser mucho más sencillo que el correspondiente al enfoque MOT, es decir, el IP es una solución más económica. Otra gran ventaja es que el proveedor de la red no debe convertir datos a nivel de la aplicación. De allí que el proveedor del servicio asuma la plena responsabilidad de la coherencia del contenido, y así se evita el riesgo de errores debidos a fallos en el procedimiento de conversión.

En la figura 11 se ilustra el mecanismo de transporte DAB; salvo por ese aspecto, esta hipótesis es equivalente a la hipótesis 5.

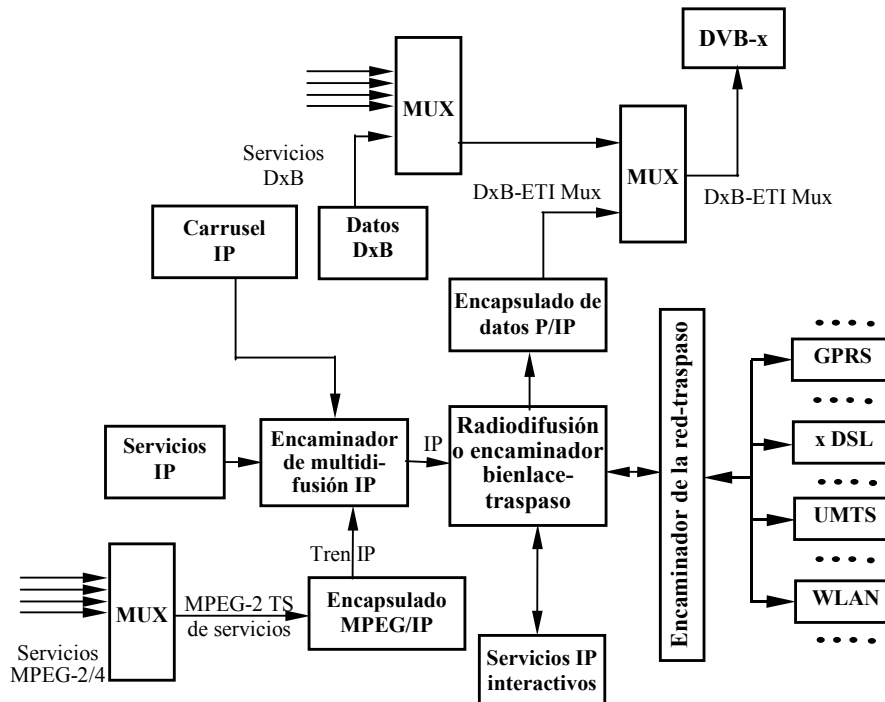
**Figura 11 – MPEG-2/4 por IP e IP por DAB**



Hipótesis 7: IP por DxB y redes IP en general

Esta hipótesis es similar a la hipótesis 5/6, con la salvedad de que se incorpora un encaminador de red para permitir el interfuncionamiento bidireccional entre DxB y las redes de telecomunicaciones tales como GPRS, xDSL, UMTS, WLAN y otras (figura 12).

Figura 12 – IP por DxB y redes IP en general



#### 2.5.1.1.4 Principios para seleccionar los sitios que se han de incluir en un carrusel web y especificidades de este tipo de acceso a internet desde el punto de vista de la experiencia subjetiva del usuario

La selección de los sitios que se han de incluir en un carrusel se basa en datos estadísticos sobre el número de consultas que reflejan la demanda de sitios, con miras a otorgarle prioridad a los sitios más visitados. Naturalmente, en diferentes carruseles se han de incluir sitios diferentes y el número de esos carruseles (sobre la base de DVB-T o DVB-S) no está limitado en principio (empieza a estar limitado únicamente a causa de la falta de frecuencias libres en ciertas regiones de la radiodifusión).

Un gran volumen del tren de datos (dentro del tren de radiodifusión de televisión digital) que podría asignarse a la radiodifusión de datos por internet (hasta decenas de Mbit/s) le garantiza al usuario un tiempo de espera breve para recibir los sitios solicitados (en caso de una distribución uniforme de los sitios dentro de un carrusel, el tiempo de espera máximo es igual a la «revolución completa del carrusel», aunque también es posible considerar otras formas de organizar un carrusel, por ejemplo cuando los sitios más populares se incluyen con mayor frecuencia, abreviando de ese modo el tiempo de espera para esos sitios).

Desde el punto de vista técnico, la inclusión de datos internet en el tren de radiodifusión de televisión digital se efectúa con pasarelas especiales IP-DVB. Normalmente dichas pasarelas están basadas en una tecnología de encapsulado multiprotocolo (MPE), aunque en principio también pueden utilizarse otras tecnologías (secuencias de datos para la transmisión asíncrona, trenes digitales asíncronos o sincronizados, canalización de datos, etc.). De conformidad con el procedimiento MPE, los segmentos de datos internet se rellenan de bytes cero para que su longitud sea divisible por 188 (es decir, la longitud de un paquete de transporte MPEG-2), las tramas de datos dentro de un segmento reciben un encabezamiento especial (dirección MAC o

LLC/SNAP), se protegen con sumas de control, etc. La carga de datos internet en el tren de datos MPEG-2 se efectúa de conformidad con el protocolo MPEG-2 DSM-CC (medios de almacenamiento digitales – instrucción y control) (este protocolo se utiliza para admitir servicios multimedios de banda ancha y puede funcionar con los protocolos internet RSVP, RTSP, RTP y SCP).

El canal de retorno se organiza de la manera habitual: con un módem y a través de una red telefónica común.

También deberíamos prestar cierta atención a los aspectos concretos de esta versión del acceso a internet desde del punto de vista del usuario. Tradicionalmente, en el curso de un intercambio solicitud-datos entre el cliente y el servidor, cuando un usuario ha solicitado cierto sitio en primer lugar recibe su primera página y después, dependiendo de sus intereses y tras nuevas solicitudes, las siguientes páginas una por una. En el caso del acceso a internet a través de la radiodifusión de televisión digital (DTV), después de que el usuario selecciona un sitio de un carrusel («seleccionar» en este caso significa que el usuario autoriza la carga en la memoria STB de cierto sitio a partir del carrusel y que para el resto de los sitios la memoria permanece cerrada), ese sitio se telecarga en su totalidad (cuando se dispone de suficiente memoria esto se puede realizar con diversos sitios). Entonces el usuario puede solicitar ciertas páginas del sitio descargado, pero esas páginas se recibirán y se mostrarán en el monitor no a partir del servidor sino a partir de la memoria STB («interactividad local»). Así pues, aun cuando el tiempo de espera primario (es decir, el tiempo que uno debe esperar para que se descargue la primera página de un sitio) es mayor que el correspondiente al acceso tradicional (esto puede ocurrir cuando el número de sitios de un carrusel es muy amplio y por consiguiente su «revolución completa» requiere tiempo), el usuario recibirá las páginas siguientes instantáneamente. Ésta es una gran ventaja del acceso a internet por radiodifusión DTV, en comparación con el acceso tradicional.

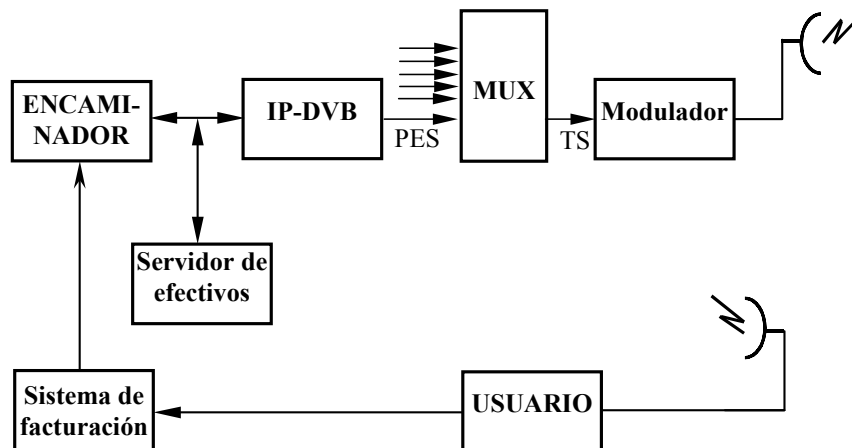
En cuanto al resto, desde el punto de vista del usuario el procedimiento de intercambio solicitud-datos será el mismo que cuando se trata de acceso tradicional cliente-servidor. No obstante, cabe observar una carga particularmente baja (normalmente cero) del canal en el primer caso. Con el acceso tradicional, el canal se utiliza tanto para la transmisión de páginas web como tales, como para los datos interactivos, es decir, los nombres de los sitios solicitados y las solicitudes de nuevas páginas web. Pero en nuestro caso las páginas web se reciben dentro del tren de radiodifusión de televisión digital y los datos interactivos están prácticamente ausentes, puesto que la elección del sitio se efectúa sobre la base de la autorización o la negativa de descarga de determinados sitios internet en la memoria STB, es decir, se trata de un procedimiento pasivo que no exige el envío de una solicitud y las solicitudes de nuevas páginas también se envían dentro del marco de la «interactividad local», y por consiguiente sin enviar ningún dato a lo largo del canal de comunicación.

En tal caso, el canal módem podría utilizarse únicamente para datos de comercio electrónico, es decir, instrucciones específicas del usuario sobre pedidos de ciertas mercancías o servicios, datos que se obtuvieron de las páginas web, o con respecto a las modalidades de pago. Naturalmente, el usuario también podría utilizar el canal módem para acceder a internet y descargar así partes de sitios de la manera tradicional, junto con las otras partes –a partir del canal de radiodifusión de televisión digital (en este caso la carga en el canal módem seguiría siendo muy inferior). Pero en ambos casos, el acceso a internet está basado en la STB de la radiodifusión de televisión digital y no se necesita PC alguno.

#### **2.5.1.1.5 Ejemplos prácticos para organizar el acceso a internet sobre la base de la radiodifusión de televisión digital**

Al elaborar un diagrama estructural del acceso a internet tal como se ilustra en la figura 13, es necesario transformar el protocolo IP en un tren de transporte MPEG. Según se indicó anteriormente, esto se realiza mediante una pasarela IP-DVB.

Figura 13 – Diagrama de bloques del acceso a internet



### Diagrama estructural del acceso a internet

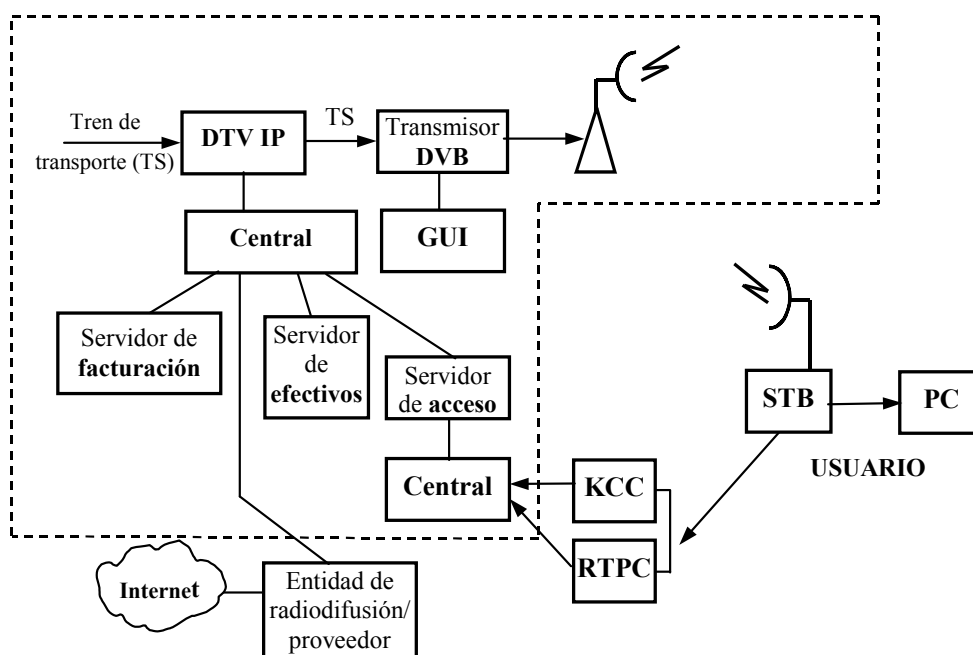
Con miras a almacenar los datos que son objeto de frecuente demanda en la base de datos de la red local, ahorrando así recursos, se necesita un servidor de efectivos. Un encaminador desempeña la función de una pasarela que conecta a las redes local y exterior. El sistema de facturación mantiene estadísticas y verifica si se debe o no conceder a un usuario acceso a un servicio, si dicho servicio se ofrece con arreglo al sistema de previo pago, o si el usuario ha incurrido en atrasos en su crédito. La identificación se efectúa ya sea por inicio de sesión y nombre de usuario cuando se trata de una conexión por módem y del protocolo PPP, o por número telefónico cuando se trata de telefonía celular y de protocolos WAP o SMS. De este modo resultará imposible enviar una consulta sin haber obtenido la autorización de acceso, y así el sistema queda protegido contra un acceso no autorizado. El MUX forma el tren de transporte que se alimenta en el modulador-receptor que difunde todos los datos: vídeo, audio, etc. El usuario utiliza un terminal de usuario de radiodifusión de televisión digital (STB).

### Diagrama y selección del equipo en el lado de la radiodifusión (entidad de radiodifusión/proveedor)

Consideremos ahora con mayores detalles el diagrama que se ilustra en la figura 14. La pasarela IP-DVB garantiza:

- el encapsulado de los datos suplementarios y los datos de internet en el tren de transporte MPEG-2;
- el soporte de DVB-T, DVB-C, DVB-S;
- la supresión de recursos no utilizados (bloques artificiales);
- la inserción de los datos en un tren de transporte formado y la creación de un tren de transporte individual;
- el encapsulado de opciones:  
utilizando la velocidad binaria de transmisión máxima,  
procediendo a una ubicación dinámica en la banda de frecuencia adjudicada;
- la señalización compatible con DVB de la disponibilidad del servicio de transmisión de datos;
- el soporte de una conexión IP individual o una conexión de múltiples usuarios;
- el diagrama de protección durante los cortes de electricidad;
- el soporte del controlador NDIS y de diferentes implementaciones del protocolo IP.

Figura 14 – Diagrama de bloques del encapsulado IP/DVB



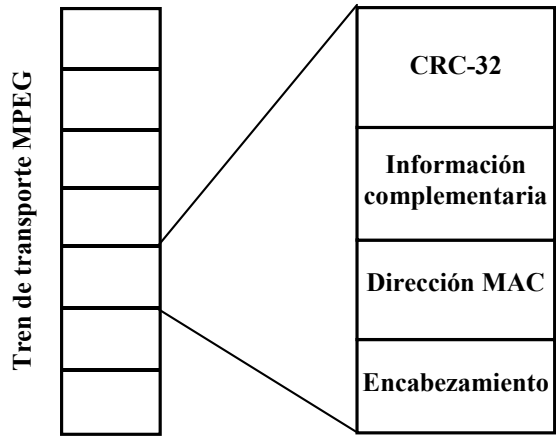
El bloque DTV IP recibe el tren de datos MPEG-2 síncrono por un conector LVDS de 25 pins paralelo (SPI) (panel frontal), y saca el tren de transporte MPEG-2 asíncrono por un conector BNC serie (ASI), (paneles frontal y trasero) de 800 mV, 75 Ohm. El tren de datos se introduce a través de un zócalo RJ45 de 10/100 BaseT (100 Mbit/s) de un ordenador con sistema operativo Windows NT y un disco duro mínimo de 20 GB.

Para introducir los datos de internet en el formato de entrada de 100 Mbit/s de la DTV IP, la red utiliza tecnología Ethernet rápida. Un sistema de facturación informático está conectado a través de la central para mantener estadísticas de todos los datos recibidos y para calcular el tráfico de cada usuario utilizando las direcciones IP. Normalmente estos sistemas están contruidos con el sistema operacional LINUX (servidor de acceso). Cuando el número de usuarios es bajo éste puede combinarse con el sistema de facturación. Su finalidad es verificar los derechos de acceso cuando esta función no es ejecutada por el operador que organiza el canal usuario-a-proveedor. El servidor de acceso está conectado a través de la central con todos los dispositivos utilizados para organizar el canal de retorno y pasar las consultas de datos. De este modo, cuando un usuario está en mora en los pagos, el servidor siempre puede rechazar una solicitud de datos. Se utiliza un servidor de efectivos para incrementar la cantidad de datos almacenados y frecuentemente solicitados. Ésta base de datos es la primera en recibir la consulta del usuario. Cuando se encuentran los datos solicitados, éstos son enviados por el servidor de efectivos, de otro modo la consulta se transmite al servidor de la entidad de radiodifusión/el proveedor. El servidor de efectivos informatizado debe tener interfaces de alta velocidad SCSI o ATA133 y disco duro con gran capacidad. La capacidad total debería de ser como mínimo 300 GB. El servidor de acceso de la entidad de radiodifusión/el proveedor recibe las consultas y los datos de internet.

Para garantizar el acceso se utiliza asimismo un programa informático de carrusel web. Éste permite descargar las páginas web y los mensajes de correo electrónico y admite la norma DVB-MHP (plataforma de medios de comunicación doméstica). El conector del tren está en concordancia con diversos protocolos establecidos por IP: Windows Media, QuickTime, UDP, etc. El encaminador de medios efectúa la combinación del carrusel web y del conector de tren. Esta combinación permite admitir todos los protocolos internet y responder a las demandas de MHP.

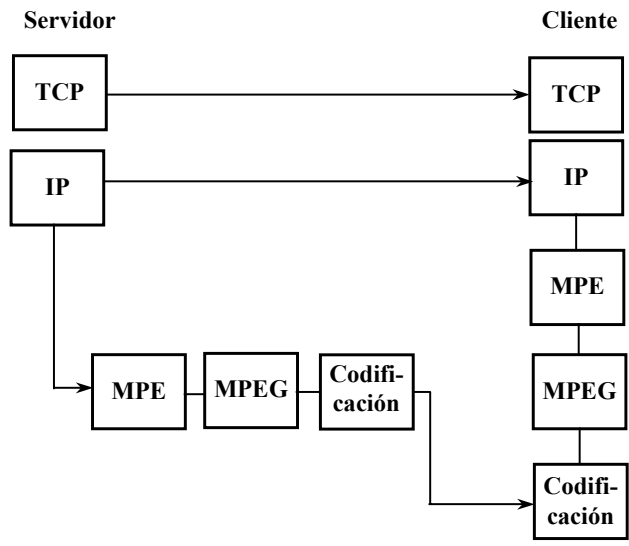
Estas normas están basadas en el protocolo de encapsulado multiprotocolo (MPE), el cual a su vez está basado en el medio de almacenamiento digital – instrucción y control (DSM-CC). Cada trama de datos se encapsula en una célula PES de tipo Ethernet en el tren de transporte MPEG-2, según se ilustra en la figura 15.

Figura 15 – Célula PES en el tren de transporte MPEG-2



Cada usuario (es decir, cada STB) recibe una dirección MAC (por ejemplo, de la base de datos del usuario) que corresponde a la dirección IP del equipo en un punto distante. Se utilizan direcciones MAC únicas para identificar el equipo del usuario. La figura 16 contiene un diagrama general de la transformación IP en el tren de datos DVB.

Figura 16 – Transformación del IP en el tren de datos DVB



Cada trama de datos se encapsula añadiéndole un encabezamiento de sección con dirección MAC y un encabezamiento suplementario con un control de enlace lógico (LLC, *logical link control*)/protocolo de acceso a subred (SNAP, *subnetwork access protocol*) (según las necesidades). La veracidad de los datos se protege con una suma de control CRC-32. A la totalidad del bloque de datos se le llama sección. La longitud de la sección se regula añadiendo bytes cero, de modo que el número de paquetes de transporte MPEG-2 con una longitud de 188 bits esté completo. Los paquetes de transporte son PID asignados sobre la base de los



datos de la central de encaminamiento. Con miras a formar una red privada virtual (VPN), a un grupo de usuarios se le podría asignar el mismo PID o a cada usuario se le podría asignar un PID diferente. Normalmente los paquetes se transmiten en modo unidifusión (es decir, punto a punto) cuando son entregados por un receptor únicamente, mientras que otros receptores reciben datos y luego los rechazan puesto que la dirección MAD y/o el PID no corresponden con sus filtros internos. También es posible efectuar la transmisión en modo multidifusión por medio de direcciones de multidistribución. La función de control de grupo no está disponible y debe realizarse por otros medios (por ejemplo, utilizando un canal de retorno terrenal).

Los paquetes en una sección DSM-CC pueden aleatorizarse por medio del control de acceso condicional, que también codifica la dirección MAC, evitando así el suministro de los datos recibidos a otros usuarios. La encriptación se controla mediante bits ubicados en posiciones especiales en la sección de encabezamiento de encapsulado DSM-CC.

El tren de transporte así formado se envía a un transmisor de radiodifusión. A continuación se indican los requisitos de estas capacidades:

- banda de frecuencias de 470-860 MHz;
- entrada ASI;
- salidas:
  - RS-232-C conecta la interfaz gráfica del usuario;
  - RS-232-C conecta el módem para el control a distancia (como opción, podría haber un puerto paralelo RS-485 instalado para el control a distancia);
- modos de radiodifusión 2K y 8K;
- longitud de la parte útil del símbolo: 224 microsegundos (2K) y 896 microsegundos (8K);
- modulación: QPSK, QAM-16 o QAM-64;
- velocidad de codificación interna: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8;
- intervalo de protección: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32;
- posibilidad de transmisión jerárquica de datos;
- 3 amplificadores en cascada;
- enfriamiento por fluido;
- bandas de frecuencias: 7 u 8 MHz.

La codificación y la modulación se efectúan de conformidad con la norma ETSI EN300744. No se utiliza la transmisión jerárquica de datos.

Un transmisor o un grupo de transmisores se conecta a un computador equipado con una interfaz gráfica de usuario (GUI).

#### **2.5.1.1.6 Requisito para la presentación de páginas web en una pantalla de TV de resolución normalizada**

La importancia de superar la brecha digital conduce a una ampliación adicional considerable, en los aparatos de TV analógicos, de las funciones de información y servicio de los dispositivos desmontables originalmente diseñados para recibir únicamente señales de radiodifusión de TV digital. El acceso generalizado a internet mediante la radiodifusión de TV sin un PC reviste particular importancia y es una parte integrante de las actividades encaminadas a reducir la brecha digital.

Los actuales servicios de radiodifusión de TV digital transmiten datos internet mediante insertadores internet especiales y dispositivos para la presentación cíclica de sitios web («carruseles»). Pero las páginas web transmitidas de este modo sólo pueden presentarse con una calidad adecuada en un monitor PC. Al mismo tiempo, en numerosos países el acceso a internet por medio de la radiodifusión de TV sin un PC reviste gran

importancia y forma parte del problema que plantea la brecha digital. Esto exige el cambio del reformato y la escala de las páginas web transmitidas en el tren de datos de radiodifusión de TV digital en la unidad STB del usuario.

Una característica importante del acceso a internet basado en la STB de radiodifusión de TV digital (es decir, sin un PC) es la necesidad de presentar páginas web en la pantalla de un aparato de TV de resolución normalizada. A continuación enumeramos los problemas que esto plantea y proponemos algunas formas de superar esos problemas.

Según se indicó anteriormente, los actuales servicios de radiodifusión DTV actualmente admiten la radiodifusión de trenes de datos adicionales, con inclusión del acceso a internet por los canales de radiodifusión de DTV. Esto se efectúa utilizando encapsuladores de páginas web especiales y dispositivos para la representación cíclica de los datos de internet (carruseles web) como base técnica para la transmisión de datos internet por los canales de radiodifusión DTV, que permiten la transmisión de tales datos, por ejemplo, dentro del tren de datos MPEG-2/DVB. Pero las páginas web transmitidas de este modo sólo pueden presentarse con una calidad adecuada en un monitor PC, pero no en una pantalla de TV normal, puesto que el formato HTML que actualmente predomina en la web no es adecuado para la resolución del aparato TV. Al mismo tiempo, el acceso a internet a través de la radiodifusión de TV digital es muy importante para numerosos países en los cuales el número de aparatos de TV existentes es muy superior al de los computadores personales. En dichos países, estas dificultades que plantea la presentación de recursos web en una pantalla de TV imposibilitan la implementación de la forma más económica de acceso a internet (sin un PC y sobre la base de la radiodifusión DTV) y constituyen un aspecto real del problema de la brecha digital. Al mismo tiempo, desde el punto de vista comercial y social es viable (teniendo en cuenta asimismo el problema de la brecha digital) proporcionar acceso a internet por canales de radiodifusión, tan pronto como se introduzca en todos los países la radiodifusión de TV digital. Todo esto exige una solución rápida del problema técnico que plantea la presentación de páginas web en los aparatos de TV existentes con una calidad adecuada, dado que dichos aparatos tienen una resolución muy inferior a la de los monitores PC.

Para garantizar la presentación de páginas web en aparatos de TV ordinarios con una calidad adecuada, la STB del usuario debería emplear programas informáticos para reformatear y cambiar de escala los datos internet recibidos dentro de un tren de radiodifusión DTV. En los párrafos siguientes examinaremos este aspecto con mayores detalles.

Se atribuye gran importancia social a esta función STB, puesto que su implementación permitiría a todos los telespectadores de TV con una conexión telefónica disfrutar de acceso a internet interactivo (con inclusión del correo electrónico) (los usuarios que no dispongan de un teléfono también podrían tener acceso completo a los recursos de internet, pero sin un canal de retorno; más adelante examinaremos los medios para lograr este objetivo). En tal caso, no se necesita un PC para proporcionar acceso a internet y el costo de la unidad STB no es superior a 70-150 USD, es decir, su costo es muy inferior al de un PC. Esta solución técnica podría ser una opción para garantizar el acceso masivo a internet de los grupos de usuarios de renta media y baja de los países en desarrollo.

Asimismo, esta función STB tiene enormes posibilidades comerciales. En la mayor parte de los casos la inclusión de sitios internet en el tren de radiodifusión DTV no sería gratuita y esto le permitiría a las entidades de radiodifusión obtener ganancias apreciables de los propietarios de recursos comerciales de internet interesados en el acceso masivo a sus datos. En la práctica, esto significa que está naciendo un nuevo tipo de actividad económica en la esfera de las telecomunicaciones, con un enorme potencial de crecimiento. Además, es muy posible que las ganancias generadas por la visualización cargable de sitios internet a través de la radiodifusión de DTV se distribuyan entre los propietarios de sitios y las empresas de radiodifusión.

## 2.5.2 Tipos de canales de retorno terrenales, y medios para proporcionar canales de retorno inalámbricos

- **Canales de retorno de la unidad STB de radiodifusión de TV digital**

El problema de la organización de los canales de retorno es el más importante a la hora de desplegar la radiodifusión de TV interactiva digital y es esencial para ofrecer acceso a internet y a otros servicios interactivos modernos de tipo web sobre la base de la radiodifusión de TV digital interactiva. Actualmente la opción que se utiliza con mayor frecuencia para organizar el canal de retorno de los sistemas de información interactivos en los países industrializados (tanto para el acceso a internet por un PC como por una STB de radiodifusión de TV interactiva digital) es el canal de retorno basado en la RTPC. En muchos casos los canales de retorno están basados en la tecnología xDSL. Asimismo, se están desarrollando rápidamente los sistemas de TV por cable domésticos basados en tecnologías HFC, a tenor de la cual el canal de retorno también se organiza en el marco de la red doméstica. Es evidente que estos métodos para organizar los canales de retorno se utilizarán (y ya se utilizan) de manera generalizada en los países en desarrollo. No obstante, las características específicas de las redes de telecomunicaciones en muchos países en desarrollo (sus escasos sistemas de derivación, por lo cual los canales de comunicación no llegan a los usuarios particulares, es decir, fundamentalmente el suministro insuficiente de servicios telefónicos a la población y también del desarrollo precario de sistemas xDSL y de redes por cable domésticas) obligan a apuntar hacia soluciones técnicas basadas en la radiodifusión cuando se considera el problema de organizar los canales de retorno STB. En esto incide también el hecho de que los países en desarrollo tienen muchas regiones escasamente pobladas, en las cuales la radiodifusión también constituye una opción evidente.

En vista de todos los problemas antes mencionados para organizar los canales de retorno STB a través de la RTPC, en el presente Informe no se consideran los sistemas xDSL y las redes por cable domésticas (las correspondientes soluciones técnicas son muy conocidas, se utilizan de manera generalizada y no exigen comentarios particulares al respecto). El presente Informe se centra en la organización de los canales de retorno sobre la base de la radiodifusión.

Esta sección del Informe comienza con un panorama general de la normalización internacional de sistemas interactivos en la esfera de la radiodifusión de TV. Más adelante abordaremos detalladamente los problemas que plantea la organización de los canales de retorno STB sobre la base de la solución técnica DVB-RCT que fue normalizada recientemente por organizaciones de normalización regionales, así como sus especificidades técnicas y las ventajas que presenta. En esta sección se considera asimismo la organización de los canales de retorno de la radiodifusión digital terrenal recurriendo a las tecnologías que se utilizan para la radiodifusión de TV por cable y los cambios que sería necesario introducir en la configuración de la STB. Dicha opción para organizar los canales de retorno también resultaría en muchos casos una solución eficaz desde el punto de vista técnico y económico.

- **DVB-RCT**

La DVB-T es un medio poderoso para transmitir datos de banda ancha de manera inalámbrica a los clientes (tanto fijos como móviles), pero es monodireccional. Gracias a la DVB-RCT, la plataforma DVB-T puede pasar a ser bidireccional y asimétrica. La DVB-RCT puede utilizarse no sólo para la TV interactiva (votaciones, programas de preguntas, etc.) sino también para sesiones web interactivas y servicios de telecomunicaciones IP ligeros. Servicios tales como el comercio electrónico también exigen total interactividad entre los usuarios y los proveedores de servicios.

### **Calidad de funcionamiento de la DVB-RCT**

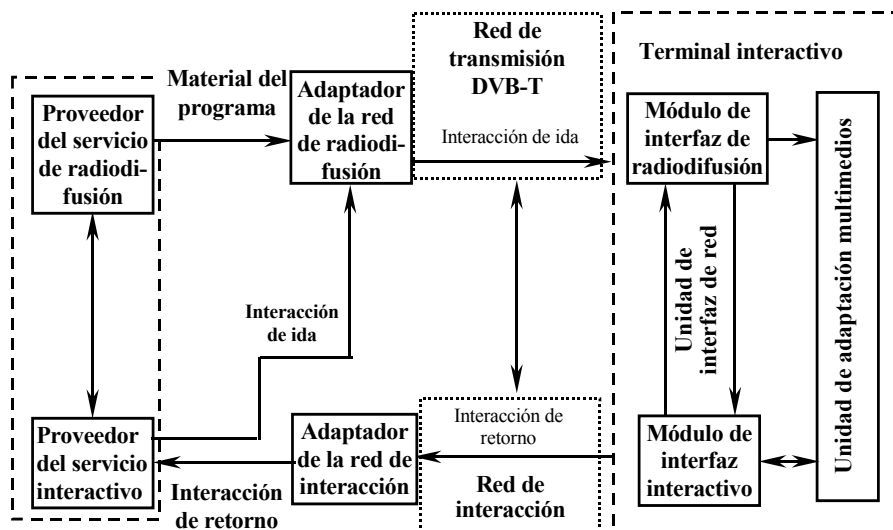
Los sistemas interactivos constan del canal de interacción de ida (descendente) que se proporciona a un usuario por una red de radiodifusión terrenal conforme a DVB-T, y del canal de interacción de retorno basado en una transmisión VHF/UHF inalámbrica (ascendente) (figura 17).

La transmisión descendente desde la estación de base sincroniza y proporciona información a todos los terminales RCT (RCTT). De ahí que los RCTT puedan acceder de manera sincrónica a la red y luego transmitir información ascendente sincronizada a la estación de base.

El sistema DVB-RCT funciona de la manera siguiente:

- El método de modulación es OFDM para ambos canales descendente (totalmente conforme con DVB-T) y ascendente; de ahí que puedan adjudicarse varias portadoras en paralelo en el tren ascendente a diferentes usuarios para la transmisión de datos y órdenes a la estación de base.
- Cada RCTT autorizado transmite una o varias portadoras moduladas con baja velocidad binaria hacia la estación de base.
- Las portadoras están enganchadas en frecuencia y con la potencia acotada, y el tiempo de la modulación es sincronizado por la estación de base.
- En la estación de base, la señal ascendente se demodula utilizando un procedimiento FFT (como en un receptor de DVB-T).

Figura 17 – Red DVB-RCT



Cuadro 4 – Resumen de las características del sistema DVB-RCT

PARÁMETROS FÍSICOS	
Canal descendente (DS)	Conforme con OFDM, ETS 300 744 (DVB-T)
Canal de interacción de retorno	Acceso múltiple OFDM (MA-OFDM)
Canal de interacción de ida (US)	Incorporado en DS, conforme con ETS 300 744 (DVB-T)
Conjunto de portadoras OFDM	1024 (1K), 2048 (2K)
Espaciamiento entre portadoras OFDM (CS)	~1K, ~2K, ~4K
Modos de transmisión	6 modos (combinación de 3 CS y 2 CS)
Configuración de la portadora	Nyquist, rectangular

<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>	
Intervalo de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 (únicamente para la configuración rectangular)
Tramas de transmisión	TF1, TF2
Aleatorización de datos	PRBS con polinomio: $1 + X^{14} + x^{15}$
Modulación	QPSK, QAM-16, QAM-64
Velocidades de codificación	1/2, 3/4
Carga útil de datos por ráfaga	18, 27, 36, 54, 81 bytes (1 ráfaga = 144 símbolos de modulación)
Códigos de canal	Turbo o concatenado (Reed-Solomon + Convol.)
Intercalado	Intercalador aleatorio – PRBS con polinomio: $1 + X^3 + x^{10}$
Estructuras de ráfaga	BS1, BS2, BS3
Salto de frecuencia	Para BS1 únicamente (facultativo)
Esquemas de acceso al medio	MAS1, MAS2, MAS3 (combinaciones de BS y TF)
Portadora/velocidad binaria neta (alcance)	0,6 kbit/s – 15 kbit/s (dependiendo del modo)
Número máximo de portadoras/usuarios	Sin límite
Alcance de servicio	Hasta 65 km (radio de célula)
Canalización	Se admiten canales de 6, 7, 8 MHz
<b>PROTOCOLOS</b>	
Control de acceso al medio	Especificaciones principalmente extraídas de la norma EN 300 800
Opciones de acceso	Acceso a velocidad fija, acceso por contienda, acceso de reserva
Seguridad	Soportada (a tenor de EN 300 800)

### Partición de canales

Para permitir el acceso a múltiples usuarios, el canal de retorno en ondas métricas/decimétricas se divide tanto en el dominio de la frecuencia como en el dominio del tiempo. La estación de base (BS) adjudica cada intervalo de tiempo-frecuencia disponible a un usuario dado. Se pueden asignar múltiples intervalos (en la misma portadora y en diferentes portadoras paralelas) para atender los picos de demanda de anchura de banda.

La norma DVB-RCT ha definido tres valores de espaciamiento de portadora –aproximadamente 1, 2 y 4 kHz– correspondientes a las tres duraciones del símbolo. Esto proporciona tres modos básicos para el reloj de referencia DVB-T descendente y por consiguiente para cada uno de los barridos de canales existentes (es decir, canales de 6, 7 u 8 MHz). Por ejemplo, para un barrido de canal de 8 MHz, la anchura de banda del canal RCT varía de aproximadamente 1 MHz hasta 7,6 MHz, con un espaciamiento de portadora de 1 kHz y 4 kHz, respectivamente.

Además, el canal DVB-RCT puede dividirse en 1024 ó 2048 portadoras. Gracias a los tres tipos de espaciamiento de portadora ofrecidos, la anchura de banda del canal DVB-RCT puede ser de 1, 2, 4 u 8 MHz. En pocas palabras, además de su eficacia espectral intrínseca, el canal DVB-RCT emplea cualquier megahercio no utilizado o subutilizado del espectro para proporcionar un trayecto de retorno DVB-T.

### Tramas de transmisión

Para estructurar mejor el canal de radiofrecuencias –además de la partición en el dominio del tiempo y de la frecuencia– el DVB-RCT ofrece dos tramas de transmisión.

La primera (TF1) utiliza cada periodo de símbolo OFDM para una actividad especializada. Así pues, el primer símbolo de la trama es nulo (lo que permite al BS detectar perturbaciones). Los seis símbolos siguientes están consagrados al procedimiento de determinación de la distancia, y el RCTT utiliza los 176 símbolos restantes para transmitir datos.

La segunda trama de transmisión (TF2) no utiliza los símbolos nulos, sino que está formada de símbolos con propósitos generales (48 símbolos organizados en ocho grupos de seis símbolos consecutivos). Dentro de cada grupo, se distribuyen portadoras de 1K o 2K por subcanales (formados de 4, 29 ó 145 portadoras) para realizar las funciones de determinación de la distancia utilizando la técnica MC-CDMA. En pocas palabras, la trama TF2 estructura las actividades en el dominio de la frecuencia, mientras que la trama TF1 hace lo propio en el dominio del tiempo.

### **Estructuras en ráfaga**

El RCTT puede efectuar transmisiones de datos utilizando tres tipos de estructuras de tiempo-frecuencia denominadas estructuras de ráfaga. Una ráfaga de datos está formada por 144 símbolos modulados en los cuales se insertan 30 ó 36 portadoras piloto (para una demodulación coherente en el BS).

Las tres estructuras en ráfaga permiten diversos intercambios y compensaciones entre la duración de la ráfaga y la diversidad de frecuencia. Una duración de ráfaga más breve estará más libre de interferencia, pero exigirá la utilización de varias portadoras en paralelo y la distribución de la potencia disponible entre las mismas.

### **Capacidad de velocidad binaria**

Para transmitir datos, el RCTT modula las portadoras de una estructura de ráfaga utilizando una constelación de QAM-4, QAM-16 o QAM-64, protegida por una tasa de codificación de errores en recepción de 1/2 ó 3/4. Dichas constelaciones constan de dos estructuras de ráfagas, modos de espaciamiento de tres portadoras y cuatro posibles intervalos de guarda. Por lo general éstas proporcionan al sistema DVB-RCT una velocidad binaria neta por portadora que varía de 0,6 kbit/s a 15 kbit/s. Cuando se utilizan todas las portadoras, el BS es capaz de compilar desde 1 Mbit/s hasta 30 Mbit/s de datos de usuario a partir del canal DVB-RCT.

Los modos más sólidos ofrecen la velocidad binaria más baja a lo largo de una célula de radio amplio, mientras que los modos más débiles ofrecen una velocidad binaria superior a lo largo de una célula de radio reducida.

### **Modulación adaptable asignable dinámicamente**

El sistema DVB-RCT soporta la utilización simultánea de diferentes tipos de modulación en la misma célula. Esta característica, denominada modulación adaptable dinámicamente asignable, permite a un proveedor del servicio controlar el nivel de interferencia desde una célula dada con las células cocanal vecinas, mientras que al mismo tiempo proporciona la velocidad binaria máxima a cada usuario.

### **Cobertura del sistema DVB-RCT con antenas ubicadas en los techos**

Aun con una potencia limitada de 1 W (30 dBm), la célula de transmisión DVB-RCT ascendente responde a la célula de distribución DVB-T descendente. El receptor DVB-RCT también es capaz de demodular una señal DVB-RCT débil aun cuando esté ubicado en un sitio de transmisión de TV que irradia señales TV con una potencia de varios kilovatios.

Los servicios DVB-RCT pueden proporcionarse siempre que se disponga de una señal DVB-T, y la recepción sigue siendo posible incluso en un entorno de espectro saturado.

Incluso en las fronteras de una zona de servicio DVB-T (hasta 80 km a partir de la fuente descendente DVB-T), es posible efectuar con éxito una transmisión de retorno DVB-RCT con una potencia de transmisión de 15 a 20 dBm, es decir con una potencia muy inferior al nivel de potencia máxima de 30 dBm.

### **Cobertura del sistema DVB-RCT con antenas de interior**

- El sistema funciona satisfactoriamente con una potencia de no más de 20 dBm. Normalmente la atenuación de la transmisión de exteriores a interiores es de unos 9 a 12 dB, y esto no menoscaba la conveniencia del sistema DVB-RCT.
- Tras una amplificación de 95 dB se puede retransmitir con éxito una señal débil de un terminal DVB-RCT «de interiores» hacia una estación de base distante.

El sistema DVB-RCT es la solución disponible más adecuada que ofrece un canal de interacción inalámbrico para servicios de televisión terrenal digital interactivos en tiempo real por las siguientes razones:

- utiliza el espectro con eficacia, es económico, potente y ofrece un sistema OFDM de acceso múltiple inalámbrico flexible;
- puede ofrecer servicio a grandes células (con un radio de hasta 65 km), y le ofrece a cada telespectador de TV una velocidad binaria típica de varios kbit por segundo;
- es capaz de manejar crestas muy pronunciadas de tráfico, puesto que ha sido específicamente diseñado para procesar hasta 20.000 interacciones breves por segundo en cada uno de los sectores de cada una de las células;
- puede utilizarse con células más pequeñas para crear redes más densas de células de hasta 3,5 km de radio, ofreciendo de este modo al usuario una capacidad de velocidad binaria de varios megabit por segundo;
- ha sido diseñado para utilizar cualquier laguna de espectro o porción de espectro subutilizada en cualquier sitio de las bandas III, IV y V, sin causar interferencia a los servicios primarios de radiodifusión analógica y digital;
- es capaz de prestar servicio a dispositivos portátiles, llevando así la interactividad a cualquier sitio en el que se pueda recibir una señal de radiodifusión digital terrenal;
- puede implementarse a escala global, aunque actualmente se están utilizando diferentes sistemas DVB-T (canales de 6, 7 u 8 MHz);
- no necesita más de 1 W (30 dBm) de potencia para la transmisión desde el terminal de un usuario o STB a una estación de base.

NOTA – El sistema DVD-RCT es objeto de estudio de la Comisión de Estudio 6 del UIT-R.

- **Organización de los canales de retorno de la radiodifusión digital terrenal utilizando tecnologías de radiodifusión de TV por cable**

El problema más importante con el que se tropieza a la hora de crear redes de radiodifusión de TV digital terrenal interactiva es la organización del canal de retorno.

Este problema puede zanjarse de la manera más sencilla en sistemas de radiodifusión de TV por cable. Actualmente la cuestión de crear canales de radiodifusión de TV digital interactiva ya ha sido estudiada desde el punto de vista técnico de manera detallada, exactamente como se aplica a los medios de transmisión por cable. No obstante, en los países en desarrollo no siempre resulta viable (principalmente por falta de disponibilidad) utilizar redes por cable tanto para la radiodifusión de TV digital propiamente dicha (descendente) como para organizar los canales de retorno para la radiodifusión de TV digital terrenal (ascendente). Para organizar canales de retorno capaces de ofrecer interactividad completa se necesita una nueva generación de redes por cable basadas en tecnologías HFC. Al parecer, desde el punto de vista técnico resulta dudosa y con poca perspectiva la viabilidad de organizar canales de retorno para la radiodifusión de TV digital sobre la base de las actuales redes de TV por cable analógicas. Y la instalación de cables de fibra óptica con miras a organizar una nueva generación de redes exige voluminosas inversiones iniciales. Por otro lado, en algunas zonas de ciertas ciudades la instalación de nuevos cables es absolutamente imposible a causa de las características específicas de la topografía local o por razones que no guardan relación con los aspectos técnicos del problema. Evidentemente, se pueden organizar los canales de retorno sobre la base de

la RTPC, pero a diferencia de lo que ocurre con los sistemas de radiodifusión, las RTPC no son omnipresentes. Además, en tal caso el usuario tendría que pagar por servicios de radiodifusión de TV digital interactivos a dos proveedores en vez de a un solo proveedor, con las consecuencias adversas que ello entraña desde el punto de vista económico.

Como resultado de ello, es muy natural recurrir a las radiocomunicaciones para tratar de resolver los problemas que plantea la organización de los canales de retorno para la radiodifusión de televisión digital terrenal. Una posible opción consiste en utilizar los sistemas de distribución multipunto locales (LMDS, *local multipoint distribution system*) (gracias a sus características de banda ancha, los sistemas LMDS también podrían utilizarse para organizar los canales de retorno de la radiodifusión de TV digital). En relación con estos sistemas, la ETSI ha elaborado una norma para organizar el canal de retorno (ETSI EN 301 199 V1.2.1; radiodifusión vídeo digital (DVB); canal de interacción para sistemas de distribución multipunto locales (LMDS), 1999). Los formatos de los datos transmitidos con esta tecnología son casi totalmente compatibles con el formato de datos DVB/DAVIC para las redes de TV por cable. Pero a causa de sus frecuencias de transmisión comparativamente elevadas, así como la necesidad de utilizar equipos de usuario complementarios y la complejidad de los dispositivos SHF con las especificaciones necesarias, esta opción no resulta demasiado atractiva desde el punto de vista comercial.

Sería conveniente considerar la posibilidad de utilizar tecnología DVB/DAVIC en los sistemas de TV por cable como una de las opciones para organizar los canales de retorno de la radiodifusión de TV digital terrenal. La elección de esta opción ofrece la posibilidad de unificar el sistema con tecnologías LMDS. Además, la norma DVB/DAVIC brinda la oportunidad de controlar por un canal directo hasta ocho canales de retorno y esto podría ser importante para aumentar la carga de un canal de retorno.

Considérese la posibilidad de organizar un canal de retorno para la radiodifusión de TV digital terrenal con la tecnología DVB/DAVIC en las bandas de frecuencias IV y V. En ciudades con gran densidad, la previsión de la difusión de las señales radioeléctricas es una tarea compleja. A tales efectos, se podría recurrir a modelos y métodos que ya han sido desarrollados y se están utilizando para diseñar sistemas de comunicaciones móviles y permiten efectuar una estimación de la señal en el punto de recepción con una exactitud satisfactoria. En lo respecta a los STB de usuario, que a diferencia de los teléfonos móviles son dispositivos fijos (aquí no se abordan los aspectos relativos a la recepción móvil de las señales de radiodifusión de TV digital), podrían utilizarse modelos simplificados. Esto es posible puesto que la pérdida de señal a lo largo del trayecto radioeléctrico en una ciudad densa está causada por la atenuación de la señal en el espacio libre y las pérdidas adicionales tienen su origen en la difracción causada por los techos de los edificios. El canal de retorno para la radiodifusión de TV interactiva en las bandas de frecuencias IV y V podría organizarse de dos maneras. El propio STB del usuario podría garantizar la transmisión de los datos a lo largo del canal de retorno (en este caso el problema más complicado surgiría cuando el STB esté ubicado a nivel del suelo). Pero la transmisión también podría garantizarse mediante una antena direccional instalada en el techo de un edificio.

Con el fin de organizar el canal de retorno en el aire en la bandas de frecuencias IV y V, es necesario en primer lugar regular la potencia de salida del transmisor de módem de usuario. A su vez, esta cifra depende directamente de la zona de cobertura del sistema. Para mejorar la situación electromagnética en el aire, la potencia de salida del transmisor de módem de usuario debería reducirse al mínimo, pero la zona cubierta por la señal del canal de retorno también se reduciría de manera proporcional. Además de la potencia de transmisión del módem del usuario, la eficacia del canal de retorno también está determinada por el límite de la relación señal/ruido de las señales transmitidas. Para ampliar la zona de cobertura es conveniente transmitir los datos utilizando una modulación de alfabeto pequeño. La calidad del sistema se estima en función de la proporción de bits erróneos (BER). Por ejemplo, al introducir ruido gaussiano en la modulación QPSK, obtenemos 11 dB y una  $BER = 10^{-6}$  para una relación límite señal/ruido. Consideremos ahora la posibilidad de organizar el canal de retorno de esta manera desde el punto de vista de las especificidades de la difusión de la señal. Con miras a efectuar una transmisión a 900 MHz con el canal de retorno a 200 kHz (señal QPSK) y con una relación señal/ruido de 7 dB para garantizar una cobertura de 5 km (consideramos que la atenuación en espacio libre es de 105,5 dB), se necesita una salida de potencia del módem del usuario



de 36,7 dB/mW. Con el fin de lograr una cobertura más amplia, por ejemplo de 15 km (consideramos que la atenuación en espacio libre en este caso es de 115,1 dB), se necesita una salida de potencia del módem del usuario de 36,2 dB/mW. Se considera que la atenuación de la señal debido a la difracción en ambos casos es de 34 dB. Cuando se utiliza la banda de 300 MHz para organizar el canal de retorno con una zona de cobertura de 5 km (atenuación en el espacio libre de 96,0 dB), la salida de potencia del módem del usuario debería ser de 23,1 dB/mW y para lograr una cobertura de 15 km (atenuación en el espacio libre de 105,5 dB) la salida de potencia en el módem del usuario debería ser de 32,7 dB/mW. Se considera que la atenuación de la señal debido a la difracción en ambos casos es de 30 dB.

Así pues, cuando los STB están situados a nivel del suelo y sin ningún dispositivo complementario, la potencia de salida de la señal transmitida por el terminal del usuario a lo largo del canal de retorno terrenal es comparable a la potencia de salida de los teléfonos celulares. Pero a causa de las características de la banda ancha de la señal transmitida en las bandas IV y V, la diferencia en las especificaciones de energía que dependen de la frecuencia central del canal de retorno (900 MHz o 300 MHz) es suficientemente grande. Las condiciones de funcionamiento del módem del usuario del canal de retorno en dicho modo (cuando la antena del STB está situada por debajo del nivel del techo) son comparables a las de los sistemas de comunicaciones móviles. Puesto que los STB se utilizan principalmente para la recepción fija, aquí no abordaremos los aspectos de la recepción de señales de radiodifusión digital ni la organización del canal de retorno en movimiento (según se indicó anteriormente).

Cuando se necesita una zona de cobertura mayor, por lo general los valores de la potencia de salida del módem del usuario siguen siendo los mismos, y podría ser conveniente (según se demostró anteriormente) organizar el canal de retorno utilizando una red de distribución doméstica con una antena direccional instalada encima del techo. La utilización de antenas direccionales en las redes de distribución domésticas suprime la atenuación adicional de la señal causada por la difracción, pero también reduce considerablemente la potencia de salida necesaria para la transmisión del canal de retorno del módem del usuario. Además, también disminuye el número de fuentes de señales interferentes debidas a la distribución con múltiples haces. Este tipo de organización del canal de retorno permite utilizar una modulación de alfabeto mayor (por ejemplo, QAM-16 – DOCSIS) con miras a aumentar la velocidad de la transmisión. Cuando se transmiten datos a lo largo del canal de retorno de una red de distribución doméstica y la antena se instala en el techo, la potencia requerida en la salida de la antena es muy inferior. La zona cubierta aumenta visiblemente. Así pues, al transmitir a lo largo de un canal de retorno a 900 MHz con una banda de frecuencia del canal de retorno de 200 kHz (se transmite la señal QPSK) y con una relación señal/ruido en el STB de 7 dB y un factor de amplificación de la antena igual a 7 para garantizar 15 km de cobertura (la atenuación en el espacio libre es de 115,1 dB/mW), necesitamos una potencia de transmisión de 5,2 dB/mW en la salida de la antena. Para garantizar una cobertura de 30 km (la atenuación en el espacio libre es de 121,1 dB/mW), necesitamos una potencia de transmisión de 11,3 dB/mW en la salida de la antena. Cuando se transmite a lo largo del canal de retorno una señal QAM-16 para garantizar una cobertura de 15 km, necesitamos una potencia de transmisión de 9,2 dB/mW en la salida de la antena y para asegurar una cobertura de 30 km necesitaremos una potencia de transmisión de 15,3 dB/mW en la salida de la antena. La zona cubierta por el canal de retorno también aumentará cuando se utilice codificación con supresión de ruido para la transmisión. Pero también cabe señalar que la organización del canal de retorno en una red de distribución doméstica exige equipos complementarios, lo que evidentemente hace aumentar el costo del sistema.

Otra opción para crear grandes sistemas de información con una potencia de salida baja en el terminal del usuario y una amplia zona de cobertura es la red monofrecuencia (SFN), que puede organizarse teniendo en cuenta los intervalos de protección de la señal DVB-T introducidos para evitar la difusión en múltiples haces. Este tipo de red es eficaz debido a la diferencia en la recepción de los haces directos y reflejados, igual a la longitud del intervalo de protección. Dependiendo de los parámetros del sistema DVB-T, se pueden crear redes monofrecuencia cuando la distancia entre el punto de recepción y la fuente de la señal interferente es de 2,1 a 67,2 km. La estructura del sistema SFN podría representarse como la división de una gran zona de cobertura en pequeñas zonas (células), cada una de las cuales tiene algún dispositivo de retransmisión. La ETSI ha elaborado normas para los sistemas que difunden en formato DVB-T (ETSI TS 101 191 V1.3.1 sobre radiodifusión vídeo digital (DVB); megatrama DVB para la sincronización de redes de frecuencia

única (SFN), 2001). En estas normas se estipula la incorporación de los datos de sincronización en el tren MPEG. En el punto de transmisión la señal se demultiplexa, se sincroniza y luego se remodula. Las señales se transportan a la estación de base por medio de algún sistema de distribución (por ejemplo, fibra óptica).

Este tipo de organización del canal de retorno para la radiodifusión de TV digital reduce los requisitos de potencia de los transmisores del canal de retorno. La zona cubierta por el sistema queda determinada por la longitud de los intervalos de protección de la señal DVB-T. Para garantizar la compatibilidad entre señales en las diferentes «células» se puede recurrir a la división de frecuencias en los canales. No obstante, cabe señalar que el procesamiento adicional de la señal de baja frecuencia complica considerablemente al sistema, puesto que exige la instalación de estaciones de recepción y transmisión adicionales (análogas a las estaciones de base en las comunicaciones celulares). Así pues, la creación de redes de frecuencia única es similar a la organización de los sistemas de comunicaciones celulares. Por lo tanto, las primeras cuentan con todas las ventajas y desventajas de los últimos. En promedio, cuando se trata de elevadas velocidades de transmisión, los casos descritos bastan para prever que las redes de radiodifusión de TV digital interactivas serán sumamente competitivas.

### 2.5.3 Nuevas tecnologías incipientes

El surgimiento de mercados de comunicaciones electrónicas, en los cuales se difumina cada vez más la distinción tradicional entre la radiodifusión y las telecomunicaciones, pone en tela de juicio la lógica de mantener marcos de reglamentación separados para las telecomunicaciones y la radiodifusión, como ocurre actualmente. Sin embargo, la integración de dichos marcos no es sencilla y exige mucho más que la creación de un único organismo regulador. Exige una revisión de los marcos jurídicos y políticos de cada uno de esos sectores anteriormente separados, y la creación de un único marco de política coherente para todo el sector de las comunicaciones electrónicas. Las nuevas plataformas, en particular la de internet de banda ancha y los servicios proporcionados por dichas plataformas, comenzarán a competir con los servicios tradicionales que se ofrecen por infraestructuras de radiodifusión y telecomunicación. Esto también plantea un desafío para la reglamentación. Los nuevos adelantos no exigen la ampliación del alcance de las reglamentaciones en vigor para abarcar otras plataformas o servicios. Antes bien, éstos ofrecen una oportunidad para revisar y flexibilizar las reglamentaciones existentes.

En el curso de los últimos cinco años muchos países han modificado apreciablemente su marco de política y reglamentación en el sector de las telecomunicaciones. Aunque el sector de la radiodifusión ha experimentado cambios visibles como resultado de la digitalización, el surgimiento de la televisión digital, el impacto cada vez mayor de los servicios audiovisuales de internet y la convergencia de tecnologías y servicios, en este sector no se ha insistido tanto en la modificación de esos marcos como se ha hecho en el sector de las telecomunicaciones.

Las tecnologías digitales y la propagación de nuevas tecnologías de transmisión han aumentado el número de plataformas capaces de ofrecer transmisión vídeo. Esto ha alterado asimismo las características tradicionales de la radiodifusión, tales como la falta de interactividad y el concepto de radiodifusión como un «servicio de uno para muchos». Estos cambios tienen repercusiones en la reglamentación de la radiodifusión y, en particular, en los criterios y métodos aplicados para otorgar licencias de acceso al mercado. La reglamentación de la radiodifusión ha abarcado cierto número de ámbitos de importancia clave. Los gobiernos han decidido el número de agentes que deben participar en el mercado, han concedido licencias particulares a algunos de ellos y han determinado sus ofertas de servicio a través de una serie de condiciones de licencia y reglamentaciones. Tradicionalmente los gobiernos han determinado el número de licencias para la prestación de servicios de radiodifusión sobre la base del espectro disponible, pero esto ha pasado a ser una limitación menos estricta como resultado de la digitalización y las tecnologías de compresión, y actualmente la gama de tecnologías disponibles capaces de ofrecer «radiodifusión» o «distribución web» a los hogares disminuye la contundencia de los argumentos sobre el efecto social de la radiodifusión (y por ende de la necesidad de reglamentación).

El desarrollo de la televisión digital permite aumentar considerablemente el número de ingresos en el mercado, y por lo tanto propicia una mayor competencia en el mismo. La posibilidad de aumentar el número y la diversidad de agentes de mercado conducirá a ofrecer servicios más diversos e innovadores que en la época de la radiodifusión terrenal analógica. La intensificación de la competencia y el desarrollo de nuevos

servicios en mercados convergentes exigirá la modificación de los marcos de reglamentación de la radiodifusión en vigor. Además, la convergencia pone en tela de juicio la tradición de combinar dos series de reglamentaciones diferentes con un alcance muy distinto: las reglamentaciones relacionadas con la gestión del espectro y las reglamentaciones que apuntan a ciertos objetivos sociales tales como el desarrollo de la identidad nacional y la diversidad cultural. La fragmentación de la reglamentación de los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones no es adecuada si se quiere asegurar un marco coherente y flexible para responder a la convergencia de la radiodifusión y las telecomunicaciones.

La coordinación horizontal reviste particular importancia en el ámbito de la gestión del espectro y la reglamentación del transporte, así como para facilitar una gestión eficaz de los recursos, evitar las perturbaciones del mercado y mejorar la competencia entre infraestructuras. El despliegue de contenidos podría tener que seguir estando vinculado a la reglamentación de la infraestructura.

### 2.5.3.1 WiMAX

El foro WiMAX (Interfuncionamiento mundial para el acceso en microondas) es una organización sin fines lucrativos fundada en abril de 2002 por los principales vendedores de equipos de acceso inalámbrico y componentes de telecomunicaciones. Su misión es sentar las bases para la aceptación e implementación a escala industrial de las normas IEEE 802.16 y ETSI HiperMAN, a saber, el modo OFDM (256 FFT), que abarca las bandas 2-11 GHz. Gracias al establecimiento de definiciones rigurosas sobre el ensayo y la certificación de productos para su conformidad de interfuncionamiento, WiMAX podría favorecer a la industria de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA).

Para mayor información sobre WiMAX, tenga a bien dirigirse a [www.wimaxforum.org](http://www.wimaxforum.org).

### 2.5.3.2 Videotelefonía en la red pública fija

Un operador italiano viene ofreciendo un nuevo servicio desde junio de 2004: por medio de un nuevo aparato telefónico con una pequeña pantalla de TV asociada a una cámara, el abonado a la red fija pública puede escuchar y visualizar a su interlocutor sin utilizar un PC. El objetivo de este operador es vender estos equipos a 9 millones de abonados en el curso de tres años, es decir al 33% del total de los abonados a la red pública fija del país.

Esta nueva tecnología está basada en un algoritmo de compresión que permite transmitir un mensaje vídeo por las líneas regulares a 56 kbit/s. La pantalla de recepción es de 4 pulgadas, con 64 000 colores. El abonado puede apagar la cámara. La tecnología utilizada no requiere una conexión a la RDSI o a la ADSL de banda ancha; la transmisión se efectúa únicamente por la línea pública.

En un principio, este servicio estará disponible únicamente para los abonados del operador. Sin embargo, el operador prevé establecer videocomunicaciones con otros abonados de teléfonos móviles o abonados a un enlace de distribución web PC. Además, el operador italiano está considerando las posibilidades de interconexión con otros operadores nacionales.

NOTA – Este nuevo servicio podría comenzar a ofrecerse en Francia y Alemania en 2005.

### 2.5.3.3 Vídeo por ADSL

Lo que posibilitó la transmisión vídeo por ADSL fue la capacidad de esta red para asumir el aumento de carga generado por los datos transportados por televisión. La televisión necesita una velocidad de transferencia de 3 a 4 Mbit/s, en comparación con la ADSL cuya velocidad máxima es de 1.024 Mbit/s. La transmisión vídeo se efectúa mediante una codificación que es diferente a la codificación de datos de internet: no existe interferencia; la codificación adoptada es MPEG-2 y la información recibida se procesa con un decodificador (separado o integrado en el módem ADSL) y se envía directamente al aparato de TV. Para que este sistema funcione, los multiplexores de conmutación pública (DSLAM) deben estar equipados

con un componente especializado para el vídeo por ADSL. En la vivienda del abonado no se producen cambios ni se necesitan equipos adicionales (es decir, no se efectúan modificaciones a filtros o conexiones). La distancia máxima entre la red de conmutación pública y el abonado es idéntica a la de la ADSL por internet, es decir, del orden de los 3 km.

NOTA – La Recomendación G.993.1 del UIT-T es una nueva norma mundial que permite el suministro de líneas de abonado digital de muy alta velocidad y el acceso a red de multimegabit por conducto de vías telefónicas ordinarias, lo que posibilita ofrecer múltiples trenes de vídeo digital de alta calidad, transmisión vocal y acceso a internet a alta velocidad.

#### 2.5.3.4 Fibras ópticas

En abril de 2004, MD-T (SG) adoptó la Recomendación UIT-T G.656, en la que se consigna una norma para nuevas fibras ópticas que facilitarán a los operadores de red el despliegue de banda ancha para aprovechar al máximo la tecnología en las redes básicas.

Esta Recomendación facilitará la multiplexión por división de onda aproximada (CWDM, *coarse wave division multiplexing*) en las zonas metropolitanas y aumentará la capacidad de la fibra en los sistemas de multiplexión por división de longitud de onda densa (DWDM, *dense wave division multiplexing*). La multiplexión por división de longitud de onda (WDM) aumenta la capacidad de transporte de datos de una fibra óptica, al permitir el funcionamiento simultáneo en más de una longitud de onda.

La Recomendación UIT-T G.656 permite a los operadores que utilizan CWDM desplegar sistemas sin necesidad de compensar la dispersión cromática, un fenómeno que a bajos niveles compensa la distorsión, pero que a niveles elevados puede inutilizar una señal. Aunque es un procedimiento complicado, la gestión de la dispersión cromática es esencial a medida que aumenta el número de longitudes de onda utilizadas en los sistemas WDM.

CWDM implica:

- unas aplicaciones más rentables gracias a una combinación de láseres en modo único sin refrigeración, tolerancias menores en la longitud de onda del láser y filtros pasabandas más amplios;
- un alcance de 90 km para dos canales bidireccionales a una velocidad de 1,25 Gbits/s en una sola fibra;
- un alcance de 55 km para 8 longitudes de onda a una velocidad de 2,5 Gbits/s;
- un alcance de 42 km para 8 canales bidireccionales a una velocidad de 1,25 Gbits/s en una sola fibra (convencional);
- un alcance de 42 km para 16 longitudes de onda a 2,5 Gbits/s utilizando fibras con baja atenuación por causa del vapor de agua (*low-water peak fibre*).

*Recomendaciones pertinentes del UIT-T*

G.652 – Características de un cable de fibra óptica monomodo

G.694 – Cuadrículas espectrales para aplicaciones de multiplexación por división de longitud de onda: Cuadrícula de frecuencia con multiplexación por división densa de longitud de onda

G.695 – Interfaces ópticas para aplicaciones de multiplexación por división aproximada de longitud de onda

Dicha Recomendación también permite añadir por lo menos 40 canales adicionales a los sistemas DWDM. En tal caso, se utiliza la dispersión cromática para controlar la interferencia perjudicial en esta gama –sin precedentes– del espectro óptico.

Todas las redes ópticas permitirán a los proveedores de servicios ofrecer aplicaciones tales como vídeo a petición, juegos en línea de vídeo en secuencias y VoIP. Las redes ópticas pasivas (PON, *passive optical network*) transportan las señales por láser y las envían a su destino sin necesidad de intervención electrónica activa. Al suprimir la dependencia con respecto a elementos de red activos, que son onerosos, los operadores pueden hacer considerables ahorros. La tecnología PON se utiliza en el bucle local para conectar los locales del usuario final en una red exclusivamente de fibra.

### 2.5.3.5 Evolución de la DRM

DRM es una norma flexible y abierta que ha sido diseñada para concordar con las bandas AM (ondas larga, media, corta y nueva incidencia vertical en onda corta). Sin embargo, puesto que durante el periodo de transición las características de DRM se implementarán en receptores con capacidad digital junto con las bandas de radiocomunicaciones analógicas tradicionales en FM y AM, algunos fabricantes, empresas, entidades de radiodifusión y operadores de redes han decidido aplicar la norma DRM en las bandas de ondas métricas (bandas I y II). Esto aportará al radioescucha la ventaja de poder recibir señales digitales en todas las bandas tradicionales de radiocomunicaciones AM y FM, lo que entraña el mismo nivel de complejidad para el conjunto de microplaquetas y un precio más bajo para el equipo de consumo, en un mercado más amplio que el mercado digital AM únicamente.

### 2.5.3.6 Sistemas radioeléctricos híbridos

a) En los Estados Unidos se han puesto en servicio dos sistemas híbridos (terrenal y de satélite): XM Radio y SIRIUS. Ambos sistemas están basados en el mismo concepto. En un gran país con una elevada densidad de población en las zonas urbanas y escasos habitantes fuera de las grandes ciudades, resulta más rentable utilizar un satélite de radiodifusión a lo largo del país y sistemas de radiodifusión terrenal en las zonas más densas, en las cuales no puede penetrar la señal del satélite (edificios elevados, torres, etc.) y que permite además la recepción portátil y móvil. De este modo, la cobertura se garantiza mediante repetidores terrenales. La economía de los sistemas se basa en el abono. Para que éstos resulten atractivos al usuario, se han equipado nuevos automóviles con un receptor y el precio del primer año de abono está incluido en el del automóvil; el segundo año se paga un canon.

b) En Europa, las empresas de satélites promueven el sistema DMB para ofrecer un sistema híbrido (satélite + terrenal) que aprovecha las ventajas de ambos medios.

### 2.5.3.7 DVB-H

Ya ha comenzado la fusión de los servicios audiovisuales y de telecomunicaciones, pues la mayoría de los interesados en el sector de las telecomunicaciones prevén disponer de servicios de TV por xDSL. Pronto los usuarios necesitarán disponer del entorno de servicio adecuado mientras se desplazan, y se prevé que estos servicios gozarán de una ventana de oportunidades de 8 a 15 años (8 años es el periodo aproximado previsto para que la mayoría de los países dejen atrás el sistema de transmisión cuasisíncrona de TV analógica, y según las mismas previsiones pasarán entre 10 y 15 años antes de que se implementen los nuevos sistemas radioeléctricos, cuyos requisitos se están estudiando actualmente con la denominación «4G», suponiendo que a los servicios 3G les llevara 10 años alcanzar un punto de equilibrio). Las ventajas se derivan del hecho de que los servicios celulares asociados a DVB-T/H podrían disponer de algunas de las capacidades 4G previstas.

Como base para el suministro comercial de servicios convergentes en el ámbito de la movilidad, se recurre en particular a la norma DVB-T/DVB-H y al concepto de redes de comunicaciones inalámbricas (GPRS, UMTS), combinadas con redes de radiodifusión DVB terrenal.

En el nuevo entorno comercial y reglamentario, el ritmo de las actividades a largo plazo de diversos grupos de trabajo internacionales tales como DVB y 3GPP se ha aminorado, puesto que el sector industrial busca una rentabilidad a más breve plazo. El proyecto servirá para establecer un nexo entre esta tendencia reciente y los adelantos tecnológicos más modernos, y permitirá mantener la dominación mundial de la DVB como principal norma de radiodifusión para promover el diseño y el ensayo de la norma DVB-H; esto es necesario dado que actualmente la DVB-T compite con la RDSI-T en los aspectos relativos a la movilidad y el consumo eléctrico.

### Construcción y validación de una arquitectura de red abierta y perfeccionable

También se identificarán los puntos de interfuncionamiento entre los diferentes dominios y agentes, con el fin de definir unidades de interfuncionamiento siempre que sea necesario. Se formularán normas técnicas del sistema para contemplar los aspectos relativos a la evolución del mismo. Esto exige en particular la determinación de los parámetros clave para el perfeccionamiento del sistema. Éste aspecto es esencial para permitir la introducción progresiva y satisfactoria de sistemas abiertos con funciones de gestión especializada.

La viabilidad del sistema en general se determinará mediante pruebas en el terreno que incluyen el ensayo de una arquitectura operacional abierta compuesta de varias células de radiodifusión. La novedad consistirá en disponer de un demostrador abierto que abarcará la totalidad de la arquitectura/sus aspectos comerciales. Se someterá a prueba la itinerancia, por ejemplo entre diferentes sitios de asociados. Gracias a la información sobre los resultados que proporcionará un grupo de usuarios, se determinará si los servicios poseen suficientes interfaces gratas para el usuario y se matizará la viabilidad técnica y comercial de los servicios.

#### 2.5.3.8 Aspectos vinculados a la migración de la norma MPEG 2 a la norma MPEG 4

La norma de codificación MPEG 2 se elaboró en 1992 y ha sido utilizada por los fabricantes de equipos desde 1995. Actualmente, muchos operadores de satélite recurren a ella. Por lo tanto, cualquier mejora en esa norma implica necesariamente un proceso de modificación.

La norma MPEG 4-AVC, denominada más adelante MPEG 4, se desarrolló en el otoño de 2004, en relación con la norma DVB. Esta codificación implica hasta finales de 2006 un doble funcionamiento con respecto a la norma MPEG 2. Actualmente, los fabricantes en todo el mundo realizan programas de R & D sobre una nueva definición de los circuitos integrados especializados conformes a la codificación MPEG 4 y la decodificación pertinente, en otras palabras, conformes a una decodificación automatizada de los trenes de difusión MPEG 2 y MPEG 4. Se prevé que a finales de 2005 se podrán encontrar en el mercado estos decodificadores multinorma cuyo coeficiente de desempeño sea MPEG 4 / MPEG 2 +1,30. En 2006, la norma MPEG 4 debería permitir la transmisión de determinados programas audiovisuales que utilicen una velocidad binaria dos veces menos importante (o banda digital ocupada). Dichos resultados son independientes del soporte de radiodifusión (cable, por aire o ADSL).

Además, si se considera la norma DVB-H, la norma MPEG 4 se adapta especialmente a la radiodifusión móvil, es decir es el único sistema de codificación que se utiliza en las pruebas realizadas en Corea, Japón, Alemania y Finlandia.

Según quienes participan en su desarrollo, los datos enumerados a continuación describen la evolución de la norma MPEG 4:

Velocidad binaria requerida	Fines de 2004	Marzo 2005	Septiembre 2005	2.º semestre 2006	2.º semestre 2007
HD-MPEG 2	12-18 Mbit/s	12-18 Mbit/s	12-18 Mbit/s	12-18 Mbit/s	12-18 Mbit/s
HD-MPEG 4	8,4-12,6 Mbit/s	8,4-12,6 Mbit/s	8,4-12,6 Mbit/s	6,0-9,0 Mbit/s	5,0-7,6 Mbit/s
Mejora del desempeño de los codificadores					
SD-MPEG4/ SD-MPEG2	30 %	30 %	30 %	50 %	58 %
HD-MPEG4/ HD-MPEG2	30 %	30 %	30 %	50 %	58 %

### 2.5.3.9 Convergencia entre IMT-2000/UMTS/GSM y DVB-T

El Grupo ad hoc DVB-IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM ha elaborado una clasificación de los diferentes casos de convergencia entre la DVB-T e IMT-2000/UMTS/GSM/GPRS para distintas aplicaciones comerciales. En ella, se utilizó, en particular, el canal de radiodifusión para la descarga (unidireccional) y el canal tlc (RTPC, xDSL, GSM, GPRS, IMT-2000/UMTS, y...) para la descarga y la carga (en sentido unidireccional/bidireccional). En particular, se tuvo en cuenta la perspectiva del usuario para establecer los servicios que han de funcionar en el entorno de convergencia entre las telecomunicaciones y la radiodifusión.

Hay que tener en cuenta muchos casos con respecto a la utilización coordinada de las redes IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM y DVB, que van desde el simple intercambio de contenido hasta la compartición del espectro. La convergencia de la red móvil radica en una hipótesis básica según la cual estos terminales pueden tener acceso a ambas redes (DVB e IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM). La convergencia de ambas redes permitirá mejorar las capacidades y la variedad de servicios, reducirá los costos para el usuario y, es de esperarse, facilitará la utilización de los dispositivos. En ella se combinan los modos de servicio de ambas redes, permitiendo que se creen nuevas aplicaciones. Seguirá habiendo, por supuesto, servicios que sólo necesiten una red. Algunas aplicaciones, como por ejemplo la TV interactiva, pueden también utilizar terminales independientes, por ejemplo un adaptador multimedios (IRD) de terminal móvil IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM. Más aún, gracias a la convergencia de redes se podrán utilizar los servicios de los operadores IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM del tipo gestión de relaciones con el cliente y facturación de todos los servicios.

Las actividades del Grupo DVB-IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM se han centrado inicialmente en la prestación de servicios a través de las plataformas DVB-T e IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM. Las especificaciones se desarrollarán en diferentes etapas, de acuerdo con la disponibilidad de los equipos y del software así como de los plazos necesarios para la elaboración de nuevas soluciones, en particular en lo que se refiere a:

a) Los servicios de difusión interactiva (vídeo, datos); utilización de la red IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM como canal de retorno para la TV interactiva. La red IMT-2000/UMTS ha de poder sustituir a la red GSM como canal de retorno para estos servicios de acceso por marcación directa y, más adelante, por internet.

b) La integración a nivel de terminal.

No es absolutamente necesaria la convergencia de las redes. La especificación se refiere solamente al terminal que ha de ser capaz de pasar de una red a otra y de cambiar entre los servicios relacionados. El usuario debe poder escoger el servicio de DVB o IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM a fin de obtener la información solicitada.

c) La integración a nivel de terminal y red.

Convergencia de redes con utilización de los recursos de esas redes para las aplicaciones. Los terminales son del tipo PC portátiles, PDA, etc., combinados con un «módem» IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM para el acceso a servicios interactivos, que funcionan en una plataforma de software común, por ejemplo en el hogar o en un vehículo. El teléfono móvil y el receptor de radiodifusión pueden estar conectados (por ejemplo) al PC a través de puertos USB. Se puede utilizar la atribución de datos en el tren de transporte DVB para la reproducción y la multidifusión/unidifusión del carrusel de datos IP; en el caso de los servicios internet, la red IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM funcionará como canal de interacción.

d) El funcionamiento móvil: movilidad completa y servicios compatibles en un mismo teléfono celular (terminal). Se soportará la prestación de contenido y servicios DVB por la red IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM. Se puede transmitir el contenido a través del IP por la plataforma DVB-T, en todo el múltiplex o en una parte de él, o (adecuadamente replanificado) por la red IMT-2000/UMTS/GPRS/GSM.

En la plataforma de funcionamiento común se incluirán todas las funciones que permitan el interfuncionamiento entre los dominios tradicionales (radiodifusión, telefonía celular) o también funciones nuevas no disponibles en éstos.

### 2.5.3.10 Sistemas LMDS

Actualmente, la tecnología LMDS a 42 GHz está lista para permitir la difusión de vídeo digital terrenal y ofrecer a los usuarios servicios que exigen un gran ancho de banda. Se puede, entonces, ofrecer a través del sistema LMDS multicanal y el sistema de codificación de compresión MPEG 2 la transmisión de múltiples programas digitales desplazados en el tiempo en el canal de vídeo a 33 MHz, incluidos los servicios de vídeo casi a la carta (NVOD, *near video on demand*), sin que exista ninguna «conexión de retorno» entre el usuario y el proveedor de servicio.

Los servicios en los que sea necesaria una baja interactividad, como por ejemplo los de vídeo a la carta (VOD, *video on demand*), juegos o aplicaciones de telecompra, pueden facilitarse por medio de un sistema LMDS usando simplemente un canal de retorno telefónico: la mayoría de las unidades del adaptador multimedia (decodificadores) DVB ya incluyen un módem. Además, se puede acceder a internet a través de dicho canal de retorno, siempre y cuando se reserven ciertos canales de enlace descendente LMDS para el tránsito de este tráfico.

La tecnología LMDS evoluciona rápidamente y gracias a la introducción de niveles superiores de interactividad las aplicaciones pasarán de ser servicios de simple entretenimiento hasta convertirse en servicios de bucle local inalámbrico (WLL, *wireless local loop*). Los canales de retorno en banda tienen la ventaja de ser independientes de la RTPC para los proveedores de servicio. La necesidad cada vez mayor de un cierto grado de interactividad orienta las aplicaciones LMDS y WLL hacia una fusión, cuya evolución tecnológica continua contribuirá a que este tipo de servicios sea más rentable.

Algunos servicios WLL ofrecen perspectivas comerciales prometedoras a los abonados del sector de profesiones liberales y teletrabajadores; en particular, la navegación por internet a alta velocidad es al parecer un servicio de valor añadido para la mayoría de los usuarios.

Debido a limitaciones vinculadas a las condiciones de propagación, los usuarios deben lograr una visibilidad directa. El mercado de los sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha podría estar constituido por un edificio habitado por uno o varios ocupantes situados en la zona de cobertura de la célula en visibilidad directa de la estación de base, y ofrecer un volumen de tráfico suficiente para afrontar el costo de la infraestructura de red. Se hace necesario también la instalación de cables en el edificio a fin de permitir la distribución entre cada usuario de un canal directo y un canal de retorno indispensables para obtener un alto nivel de interactividad a partir del terminal RF situado en el techo del edificio.

### 2.5.3.11 Tecnología de sólo enlace directo (FLO)

MediaFLO, conocida como tecnología de sólo enlace directo (FLO, *forward link only*), es una solución de extremo a extremo que incorpora una nueva tecnología de radiodifusión móvil y una interfaz radioeléctrica. FLO fue concebida desde el principio para afrontar efectivamente las principales dificultades vinculadas a la transmisión simultánea de contenidos vídeo y audio y/o aplicaciones de datos a un importante número de dispositivos portátiles. Entre estas dificultades pueden mencionarse los aspectos que se refieren a la calidad de servicio, la capacidad de datos, el consumo eléctrico, la cobertura, la movilidad y la eficacia del espectro. Como numerosas tecnologías de radiodifusión digital inalámbricas móviles en curso de desarrollo, la tecnología FLO utiliza el método de modulación OFDM.

La tecnología mencionada se ha puesto a disposición de una asociación del sector industrial sin fines lucrativos conocida como Foro FLO, cuyo objetivo es presentar a los organismos internacionales de normalización una especificación, que será el punto de la cooperación para que la examinen y adopten. En el Informe UIT-R BT.2049 sobre radiodifusión de aplicaciones multimedia y de datos para recepción móvil se describe más a fondo la tecnología FLO.

En los Estados Unidos se está implantando una red MediaFLO de alcance nacional que utiliza esta tecnología. Esa red funcionará en una sola portadora de 6 MHz en la gama más baja del espectro de frecuencias de radiodifusión de 700 MHz, concretamente en 716-722 MHz. La FCC también ha definido las reglas técnicas para la banda de 700 MHz, que tienen en cuenta la implantación de transmisores de elevada potencia (con una p.r.a. de 50 kW). Con esta red se pueden transmitir hasta 100 canales de contenido, incluidos, por ejemplo, hasta 20 canales de emisión de secuencias vídeo en directo (con una resolución QVGA (*quarter video graphics array*), o cuarto de la matriz gráfica de vídeo de hasta 30 tramas por segundo/fps), 10 canales



de emisión de secuencias audio en directo, 50 a 80 canales de vídeo de formato corto con cargo al dispositivo móvil y numerosos canales de datos. En colaboración con los organismos de radiodifusión y los operadores de servicios inalámbricos, esta red dará cobertura en todo el país a los servicios multimedia de los consumidores. Su comercialización está prevista para el segundo semestre de 2006.

### **Recepción y distribución de contenido**

Tanto la programación de un canal lineal en tiempo real como el contenido que «no es en tiempo real» se reciben directamente de los organismos de radiodifusión y los proveedores de contenido, normalmente mediante un satélite de banda C en formato MPEG-2 a través de un enlace IP, utilizando un equipo de estructura de serie. El contenido se redistribuye luego por la red FLO.

El contenido transmitido puede constar de vídeo de alta calidad (según QVGA H.264) y audio (MPEG-4 HE-AAC) así como de trenes de datos IP. Se requiere una red celular IMT-2000, tal como 1XEV-DO, UMTS o HSDPA, con objeto de proporcionar importantes funciones de control para ofrecer interactividad y facilitar la autorización de usuario al servicio.

Además, la interfaz radioeléctrica FLO permite que la aplicación de multiplexación estadística obtenga ganancias importantes mediante la codificación de medios en tiempo real sujetos al control de bit de un multiplexador estadístico que atribuye anchura de banda por servicio. También admite los requisitos de calidad de servicio por programa audiovisual, lo cual permite diferentes velocidades de codificación y modulación para diferentes aplicaciones.

### **Optimización del consumo eléctrico y adquisición de canales**

La tecnología FLO optimiza simultáneamente el consumo eléctrico, la diversidad de frecuencias y la diversidad de tiempo. Excepcionalmente, esta tecnología puede acceder a una pequeña fracción de la señal total transmitida sin comprometer la diversidad de frecuencias ni de tiempo. De estas consideraciones se desprende que las pilas de los dispositivos móviles con capacidad FLO podrán gozar de una duración comparable a la de los teléfonos celulares.

La interfaz radioeléctrica FLO utiliza la multiplexación por división en el tiempo (MDT) para transmitir los trenes de contenido cada cierto intervalo dentro de la onda FLO. Los circuitos receptores del dispositivo móvil se encienden durante los periodos de tiempo en que se transmiten los trenes del contenido deseado y están apagados el resto del tiempo.

La tecnología FLO minimiza el tiempo de adquisición del canal de programas, que la mayor parte de las veces es inferior a dos segundos. Los usuarios móviles pueden navegar por los canales con la misma facilidad que lo harían con sistemas digitales por satélite o cable desde sus hogares.

### **Contenido de alcance extenso o local**

La tecnología FLO admite la coexistencia de cobertura local y de área extensa con un solo canal de radiofrecuencia (RF). Cuando se emplea una red de monofrecuencia (SFN) se elimina la necesidad de realizar complejos trasposos de zonas de cobertura. El contenido de interés común para todos los abonados en una red de área extensa transmitido de manera síncrona por todos los transmisores. El contenido de interés regional o local puede transmitirse a mercados concretos.

### **Mecanismos de transporte**

La tecnología FLO incorpora mecanismos eficaces para el transporte de paquetes en función del tipo de contenido. Se emplea IP si ello representa una ventaja cuantificable, como ocurre en la entrega de contenidos o datos «que no son en tiempo real» (texto y gráficos) para una aplicación IP.

Las secuencias de medios en tiempo real se entregan directamente a una capa de sincronización diseñada para minimizar los efectos de la pérdida de paquetes en las secuencias de medios. Uno de los objetivos principales del diseño de la tecnología FLO es eliminar los protocolos múltiples en cascada a fin de maximizar la eficacia. De este modo se logra tener mayor capacidad para los medios y reducir el consumo eléctrico, pues al recibir menos bits se ahorra potencia.



## Capítulo 3

### Modalidades de transición entre sistemas de radiodifusión terrenal analógica a sistemas de radiodifusión terrenal digital

#### 3.1 Aspectos jurídicos y reglamentarios

##### 3.1.1 Aspectos reglamentarios durante la transición

Los canales se asignan (o adjudican) a cada administración basándose en un plan de adjudicación y/o asignación regional. Según el Informe de la CRR-04 sobre la segunda reunión de la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones, adjunto en la Resolución 1, y en particular de los Capítulos 3 y 5 de dicho Informe, la transición de la radiodifusión analógica a la digital (vídeo, sonido y datos) obliga a las administraciones a considerar diversas cuestiones.

- 1) ¿Cuándo introducir la radiodifusión digital: con un periodo de transición, mediante una utilización paralela de sistemas analógicos y digitales, o desechando uno de ellos?
- 2) La interacción entre las tecnologías de radiodifusión analógicas existentes y las nuevas tecnologías de radiodifusión digital.
- 3) ¿Cómo utilizar la radiodifusión vídeo (por ejemplo, DVB-T) y la radiodifusión sonora (por ejemplo, T-DAB): como un servicio único o como un servicio doble en toda la banda III europea?
- 4) ¿Qué asignaciones existentes y planificadas habría que proteger durante el periodo de transición?
- 5) Procesos de coordinación y notificación respecto a las estaciones de radiodifusión (analógicas y digitales) y otras estaciones existentes.

La radiodifusión vídeo se recibe esencialmente en el hogar y la radiodifusión audio, en teléfonos móviles. Si la señal vídeo digital es suficientemente intensa se recibirá en interiores, así como en trenes y autobuses. La señal de radiodifusión vídeo se transporta al usuario de emisiones terrenales, de satélite, cable, celulares e incluso ADSL. La radiodifusión digital requiere receptores digitales y, por otra parte, si la señal es poco intensa, los ciudadanos requerirán nuevas instalaciones de antena.

El servicio de radiodifusión terrenal vídeo tiene muchas ventajas en relación con el correspondiente servicio de satélite, entre las cuales cabe citar las siguientes: soberanía con respecto a los transmisores, mayor inmunidad contra las interferencias, mejor interactividad y recepción más simple. Sin embargo, es posible llegar a la mayoría de los usuarios de vídeo mediante comunicaciones alámbricas, ahorrándose así frecuencias para otros servicios, por ejemplo el móvil.

Las administraciones pueden dejar a las fuerzas del mercado que resuelvan los problemas planteados por la recepción terrenal digital pero, en muchos países, los operadores se ven obligados a proporcionar cobertura aérea terrenal en todo el territorio. En estos casos, muy comunes, la administración puede subvencionar unidades de adaptación multimedios, a quienes no pueden permitírselas, para que las instalen en sus televisores y puedan así recibir señales digitales.

##### 3.1.2 Marco de reglamentación

La legislación sobre telecomunicaciones determina el régimen de reglamentación de todas las telecomunicaciones, incluida la radiodifusión digital. A modo de ejemplo, cabe citar la Ley sobre la telegrafía inalámbrica de 1998 promulgada en el Reino Unido; la Ley de telecomunicaciones de 1996, en Francia, y la Ley de comunicaciones de 1996, en Estados Unidos. Son las administraciones las que preparan la reglamentación sobre radiodifusión digital y las normas que regulan a la industria. Se recomienda reglamentar la radiodifusión digital a nivel regional y no a nivel nacional.

La introducción de la radiodifusión digital requiere la correspondiente reglamentación (preferiblemente un «ligero toque» reglamentario) lo cual incluye, como resultado de la convergencia, lo siguiente:

- 1) Radiodifusión y telecomunicaciones. La migración de los sistemas analógicos a los digitales afecta a los principales proveedores de servicios multimedia. La radiodifusión digital proporciona interactividad y un servicio triple (vídeo, audio, datos). Asimismo, compite con los servicios de radiodifusión de televisión por cable y satélite. Dicha competencia puede reducir los precios y mejorar la calidad del servicio.
- 2) Transporte y contenido, lo que equivale a preguntarse si internet es un servicio de telecomunicación o información.

Estos asuntos requieren introducir cambios de organización en las administraciones para responder a los problemas precitados.

### 3.1.3 Una o diferentes normas mundiales

Uno de los aspectos que habrá de reglamentarse es la tecnología de radiodifusión digital que habrá que escoger. El país interesado puede pronunciarse por aplicar una sola norma en su territorio. Convendría utilizar la misma norma que los países vecinos, para mejorar la compatibilidad y la coexistencia.

Tratándose de la televisión, Estados Unidos (y Canadá) adoptaron la norma ATSC<sup>1</sup>, Europa (y Rusia) DVB-T<sup>2</sup> y Japón ISDB-T<sup>3</sup>; y China y la India no se han pronunciado aún. Estas normas no son compatibles, lo que recuerda lo ocurrido con la televisión analógica, cuando competían entre sí el sistema estadounidense NTSC y los SECAM y PAL europeos. Hay que señalar que si no hay una norma mundial no puede garantizarse la compatibilidad.

La principal ventaja de las diferentes normas es que promueven la competencia entre las tecnologías y la innovación. Las ventajas que brinda una sola norma son interoperabilidad, itinerancia, economías de escala y una menor compartición de frecuencias radioeléctricas. Una norma armonizada de arriba abajo permite la interoperabilidad mundial y se presta a cierta dosis de monopolio; la norma GSM brinda ventajas de centralización, por ejemplo, la de itinerancia. Las normas de abajo arriba brindan pluralismo y competencia, así como una distribución de los riesgos, si una de ellas fracasa.

Por lo que hace a la radiodifusión digital, hay que indicar que la competencia entre las normas no reducirá los precios, ya que una norma única se traduce en economías de escala.

En el siguiente cuadro se describen las ventajas de contar con una o varias normas.

**Cuadro 5 – Ventajas de contar con una o varias normas mundiales**

	<b>Política</b>	<b>Reglamentación</b>	<b>Servicios de red</b>
Norma mundial	Armonización	Interoperabilidad e itinerancia; compatibilidad	Economías de escala
Varias normas	Competencia; innovación; pluralismo	No intervención; la norma más adecuada gana	Mercado libre; distribución de riesgos

<sup>1</sup> Comité de sistemas avanzados de televisión.

<sup>2</sup> Radiodifusión vídeo digital terrenal.

<sup>3</sup> Radiodifusión digital de servicios integrados.

## 3.2 Aspectos técnicos

### 3.2.1 Métodos de implementación del servicio de radiodifusión terrenal digital

La radiodifusión sonora es una esfera en que se desarrollará la digitalización, así como las correspondientes tecnologías, que utiliza algoritmos de codificación de sonidos e incluso de imágenes. La radiodifusión digital reemplazará en última instancia a la actual red terrenal analógica, por lo cual optimizará la utilización de los recursos de espectro y de banda ancha. La utilización de las tecnologías digitales se traducirá en cambios drásticos en la radiodifusión sonora terrenal, lo que permitirá a la mayoría de los oyentes acceder a una gama más amplia de programas y nuevos servicios, así como a una radio de mejor calidad. Asimismo, aparte de mejorarse la calidad audio, se desarrollarán nuevos servicios, tales como información de tráfico avanzada, canales personales de información y aprendizaje a distancia.

Para recibir la señal sonora digital el usuario debe disponer de nuevos receptores. Estos receptores pueden especializarse con arreglo a una norma específica y estar sujetos a dos o más normas de radiodifusión sonora digital, según la región o zona de que se trate (por ejemplo, en varios países europeos podría darse una combinación de DRM y T-DAB). Durante un cierto número de años, hasta que se dejen de utilizar los servicios de radiodifusión sonora analógicos, es probable que los receptores reciban tanto señales analógicas como digitales.

La radiodifusión sonora digital terrenal seguirá siendo probablemente durante años un servicio inalámbrico gratuito. Por ejemplo, en un gran número de zonas del mundo los oyentes escucharon gratuitamente durante 80 años las estaciones de radio de su preferencia. Hay que agregar que sólo una serie de servicios muy específicos serán de abono y/o pago.

En el paisaje audiovisual en que se están introduciendo numerosas normas de radiodifusión sonora digital, las leyes, los reguladores, los organismos de radiodifusión, los operadores de red y los fabricantes de productos se ven obligados a escoger las normas adecuadas y complementarias que se ajustan a las atribuciones de frecuencias, a la estructura de las redes (servicios internacionales, nacionales, regionales y locales) y a los proveedores de contenido.

#### **Radiodifusión**

Para lanzar la radiodifusión sonora digital, habrá que trabajar en lo que respecta a los sitios de transmisión. El despliegue de la radiodifusión sonora digital a nivel nacional hace que sea necesario mejorar los sitios de transmisión, introduciendo nuevos transmisores y/o actualizando los ya existentes (por ejemplo, mejorar los transmisores PSM y PDM analógicos para que pasen a ser transmisores DRM). Habrá que mejorar igualmente la red contribuyente para incorporar a los transmisores la mejor calidad de audio comprimido posible, así como los datos afines.

Los organismos de radiodifusión deberán definir sus estrategias con miras a introducir la nueva radio digital. Habrá que escoger una norma digital, por ejemplo, SFN (red de frecuencia única) para los servicios nacionales o MFN (red multifrecuencia) para introducir servicios regionales y/o locales.

Tratándose de los sistemas digitales AM y en acuerdo con los gobiernos y los reguladores deberán introducir sus sistemas basándose en la radiodifusión simultánea con numerosos canales en la radiodifusión simultánea con un solo canal durante el periodo de transición. Asimismo, los organismos de radiodifusión deben recordar que una vez implantada la radiodifusión digital no hay fronteras entre las frecuencias AM, ya que darán a escoger las frecuencias que más se adecuen al servicio que deseen proporcionar:

Ejemplo: Continental, nacional: ondas decamétricas  
Nacional, regional, local: ondas kilométricas y hectométricas  
Cobertura local: ondas decamétricas en bandas de 26 MHz

## Calidad de servicio

La introducción de técnicas digitales en las redes de radiodifusión sonora hace posible adoptar nuevos métodos para medir la calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo en la zona de cobertura, distribuyendo en ella unos cuantos receptores. Si se cuenta con el acuerdo de un proveedor para probar su red, éste podría verificar que el servicio proporcionado por la misma se ajuste al nivel de calidad definido en el correspondiente acuerdo comercial. En dicho país, el operador de red puede verificar que el flujo de transporte entregado por el organismo de radiodifusión sea conforme con la norma seleccionada.

En la radiodifusión digital en bandas de ondas decamétricas es posible contar con un instrumento de análisis automático que mida la calidad del servicio en la zona seleccionada e, incluso, gestionar un bucle de realimentación automático (excitador, transmisor, antena, propagación, canal y condiciones de recepción). El proyecto QSAM europeo que se ejecuta dentro del sexto marco, ha permitido que varios asociados validen el bucle dinámico de retorno utilizando cinco receptores de referencia mancomunados mediante un dispositivo para controlar a distancia diferentes transmisores. El transmisor situado a mayor distancia se instaló en Bonaire (Antillas) y apuntaba a Europa occidental, distante en más de 6.000 km.

## Contenido

La digitalización de la radiodifusión sonora hace posible introducir un nuevo contenido atractivo que se beneficia de las capacidades «multimedios» de dicha radiodifusión (sonido, datos e incluso imágenes). Un ejemplo de cómo se explota el acceso T-DAB en el Reino Unido es la introducción de un interesante contenido totalmente nuevo. En efecto, no basta repetir el contenido existente y limitarse únicamente a la validez de la señal audio. Otro ejemplo, es la digitalización de la radiodifusión en onda corta, gracias a la cual se puede transmitir música, lo cual no era posible en el pasado con la radiodifusión en onda corta analógica, ya que en el ejemplo mencionado la señal audio era demasiado débil la mayor parte del tiempo, y sólo resultaba aceptable en condiciones perfectas de propagación.

La adopción de normas flexibles permite proporcionar un contenido plurilingüe y entregar el servicio principal junto con un canal personal de información audio (noticias, cotizaciones bursátiles, etc.) o información de tráfico.

### 3.2.1.1 Radiodifusión sonora digital (por ejemplo, DRM)

#### a) Introducción

La radiodifusión digital con modulación de amplitud en la banda AM, conocida como DRM (*Digital Radio Mondiale*), es todo un hecho. El sistema DRM se describe en la Recomendación UIT-R BS.1514.

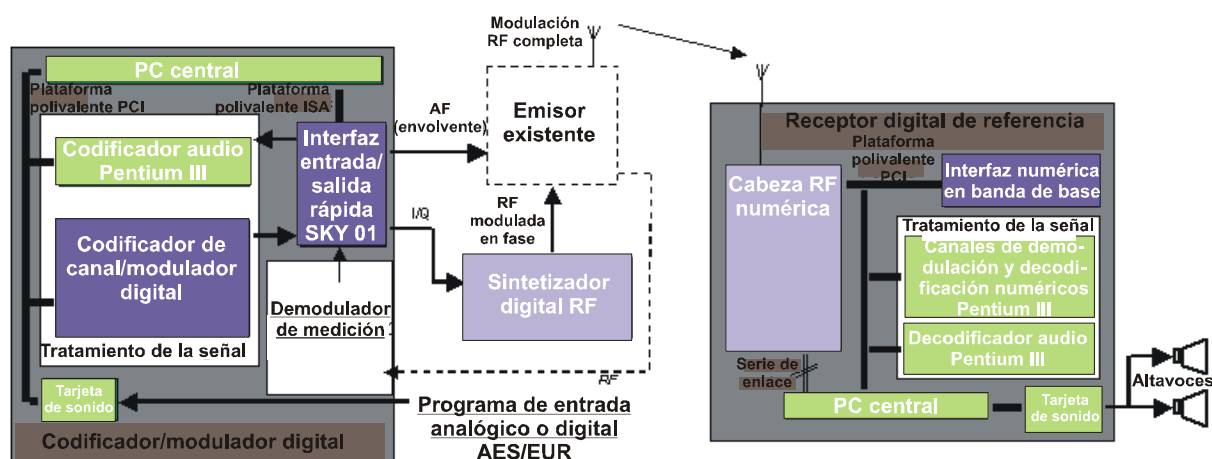
Habida cuenta de esta incipiente tecnología, los organismos de radiodifusión sonora deben tomar en consideración el potencial del mercado, o dicho de otro modo, la capacidad de su auditorio para contribuir a la exitosa introducción de transmisores DRM. Para ello, es necesario que, antes de adquirir transmisores digitales DRM, se doten de los correspondientes medios técnicos con el fin de verificar las características técnicas de los equipos que pueden poner a su disposición los fabricantes.

A dicho efecto, el equipo de prueba DRM permite a los operadores probar la tecnología DRM en condiciones de funcionamiento en el terreno utilizando la red analógica existente. Gracias a este nuevo enfoque, es posible identificar soluciones fiables, que pueden adoptarse con miras a la introducción de transmisores DRM. El equipo de prueba precitado atiende a las necesidades del operador no sólo durante el periodo de la migración del servicio analógico al digital (la fase experimental), sino también durante la fase de explotación. Aún más, utilizando el equipo de prueba DRM con los transmisores analógicos ya existentes, los organismos de radiodifusión podrán contar con una solución provisional eficaz, hasta que implanten transmisores con moduladores digitales integrados.

## b) Descripción del equipo de prueba DRM

La figura 18 constituye un cuadro sinóptico funcional del equipo de prueba DRM.

**Figura 18 – Diagrama sinóptico funcional del equipo de prueba DRM**



### b.1) Descripción general

El equipo de prueba DRM está integrado por:

- a) Un excitador digital para un transmisor de radiodifusión sonora, integrado en dos computadoras de venta en el comercio (PC), como sigue:
  - un PC para el codificador/modulador digital que integra una interfaz radioeléctrica, soporte lógico para la codificación audio, soporte lógico para la codificación de canal en tiempo real, un modulador y un sistema específico modular de entrada-salida;
  - un PC para un sintetizador RF digital, que proporciona la señal RF mejorada y espectralmente pura modulada a la entrada con una señal compleja I/Q (donde I es la fase de la señal y Q la cuadratura en fase). Puede entregar una señal RF modulada en fase o una señal con una modulación mixta de fase y amplitud.

El sistema permite que un transmisor existente entregue una señal de radiodifusión DRM.

- b) Un receptor digital de referencia implementado en una computadora de bolsillo a prueba de averías, que incluye un LNB, una interfaz digital de banda de base, un demodulador/decodificador de canal, un decodificador de fuente digital y un protocolo de control del estado del receptor (protocolo DRM para pruebas TC/SE127).

El receptor digital incorpora funciones de análisis en tiempo real en lo que concierne a la recuperación automática de los parámetros relacionados con la calidad de la señal recibida y con el canal de propagación.

### b.2) Excitador digital

La función del excitador digital en el caso de los transmisores de radiodifusión consiste en procesar señales digitales en tiempo real con arreglo al modo de transmisión seleccionado y entregar señales compatibles a la entrada de audio y a la entrada RF del transmisor asociado.

El excitador digital cuenta con dos subsistemas básicos: el sintetizador digital RF y el sistema de conversión de la señal compleja de banda de base I y Q en una señal modulada en fase o modulada en fase y amplitud. El sistema se controla utilizando un codificador/modulador digital mediante una serie de conexiones RS232.

### **b.2.1) Codificador/modulador digital**

El codificador/modulador digital se utiliza esencialmente para procesar la señal y calcular la amplitud.

Parámetros asociados tales como el nivel del modulador a la salida (nivel de señal de prueba: 0-3V), el nivel de portadora residual, en caso necesario (portadora residual: 0-3V), y la frecuencia de la señal de prueba (ajustable de -600 Hz a +6 000 Hz) pueden ajustarse directamente en la interfaz hombre/máquina del codificador/modulador digitales.

- Codificador audio

Mediante una fuente audio externa, analógica o digital, AES/EUR (CEI958 de la Sociedad de Ingeniería de Audio/Recomendación Técnica UIT R68 de la Unión Europea de Radiodifusión) se realiza la codificación audio, recurriendo al soporte lógico para procesar en tiempo real y digitalmente la señal implementada en el microprocesador. Asimismo, cabe generar internamente la fuente de audio utilizando el lector de CD de la computadora central.

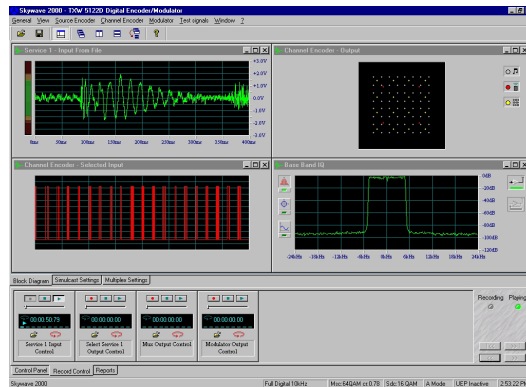
La velocidad de datos a la salida del codificador audio MPEG-4 AAC (codificación audio avanzada) y los codificadores de voz MPEG-4 y MPEG-4 HVXC (codificación por excitación de vector armónico) se optimiza y ajusta automáticamente a cada tipo de transmisión, en función de la banda de frecuencias que se haya elegido (4,5, 5, 9, 10, 18 ó 20 kHz), del modo de modulación (QAM-16, QAM-64) del MSC (canal de tren principal), del modo de modulación (QPSK, QAM-16) del SDC (canal de descripción del servicio) y del modo de propagación (Modo A, Modo B, Modo C, Modo D; por ejemplo, ETSI TS 101980). Asimismo, cabe ajustar la velocidad de datos a la salida para que pase a una velocidad menos rápida. Dependiendo de la velocidad, la codificación audio MPEG-4 AAC puede ser mono, estéreo poco compleja o estéreo.

- Codificación de canal y modulación digital compleja

Con un procesador digital potente puede aplicarse modulación digital compleja en tiempo real y codificación de canal en tiempo real a la señal implementada en el microprocesador de la computadora central y en una tarjeta especial equipada con cuatro procesadores.

El modulador digital permite varios modos de transmisión, que van del normal constituido por la transmisión analógica con modulación de amplitud DSB (banda lateral doble) a una modulación plenamente digital, e incluye posibilidades de difusión simultánea y secuencias de prueba específicas para medir la tasa de errores en los bits. Asimismo, se dispone de señales de prueba específicas, lo que facilita el ajuste y la verificación técnica del transmisor asociado durante la fase de implementación.



**Figura 19 – Parámetros de transmisión en tiempo real**

- Módulo de interfaz específico

Este módulo se implementa en una tarjeta ISA de gran dimensión y proporciona la interfaz entre el codificador/modulador digital y el equipo asociado, por una parte, y el sintetizador digital que alimenta el canal RF del transmisor, la entrada de audio y la señal envolvente, por la otra.

### b.2.2) Sintetizador RF digital

Se utiliza el sintetizador RF digital para procesar los transmisores AM que funcionan en la gama de 50 kHz a 30 MHz en los siguientes modos de modulación: DSB, SSB y modulaciones digitales complejas. Adquiere la forma de un bastidor de 3 unidades de 19 pulgadas y puede funcionar con modulaciones analógicas o digitales. Puede estar conectado a cualquier transmisor equipado con una interfaz RS 232 o RS 422 de control remoto. También pueden incorporarse otras interfaces como RS 485, IEEE 488 y BCD de 7 dígitos.

Cuando el modo remoto está desactivado, el sintetizador puede funcionar localmente si se utiliza una pantalla de cristal líquido y un tablero para la selección manual rápida de los parámetros. Las operaciones locales se efectúan por medio de menús desplegables que incluyen una función Ayuda (Help). La arquitectura modular del sintetizador y el equipo de prueba incorporado (BITE) facilitan el funcionamiento y mantenimiento del mismo.

El sintetizador está integrado por señales de entrada/salida de referencia de 10 MHz (señal de entrada de 50 Ohms y 0 dBm y señal de salida de 50 Ohms y 3 dBm) para la sincronización de sistemas de numerosos transmisores.

El sintetizador acepta señales de entrada digitales o analógicas para la modulación DSB y SSB en AM. También acepta señales de entrada digitales o analógicas I/Q para modulación digital.

El aislamiento galvánico de las señales de entrada, de salida y de control de la interfaz protegen los circuitos internos del sintetizador y le permiten un elevado nivel de inmunidad contra los ruidos.

### b.3) Receptor digital de referencia

El receptor digital de referencia (bastidor de 19 pulgadas) se utiliza para demodular y decodificar la señal según el tipo de señal recibida. Si se selecciona un modo digital, el receptor digital de referencia recibe instrucciones remotas en línea utilizando los símbolos de reconfiguración automáticos del receptor

transmitidos al núcleo. El usuario puede seleccionar una visión detallada en tiempo real de la señal recibida en cada etapa del procesamiento digital.

Durante ciertas etapas del procesamiento digital, el usuario puede registrar la señal recibida o reproducir una señal prerregistrada en lugar de la señal recibida. Asimismo, cabe utilizar el receptor digital de referencia para analizar en tiempo real, sea directamente la señal recibida, o un archivo que contenga una señal prerregistrada I/Q.

Entre las funciones que desempeña un receptor digital de referencia, hay que destacar las siguientes:

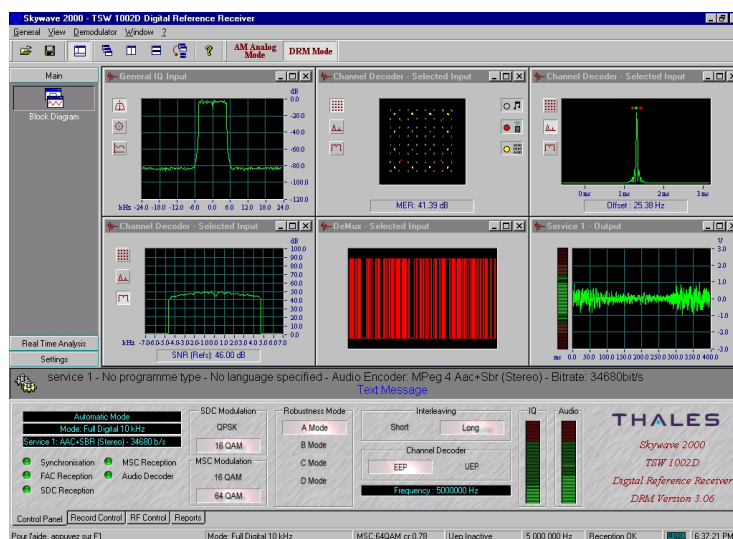
- La demodulación RF de la señal recibida se realiza mediante conversión digital directa (DDC), sirviéndose del LNB, que cubre todas las bandas de frecuencia AM (onda larga 153-279 kHz, onda media 520-1.705 kHz, y onda corta 3.200-26.100 kHz).

La señal demodulada a la salida del LNB se entrega en banda de base y con un formato complejo I/Q, así como a una frecuencia de muestreo de 48 kHz, al demodulador digital y a los decodificadores de canal y digital audio a través de una interfaz de banda de base digital.

- La interfaz de banda de base digital se implementa en una tarjeta audio para profesionales y proporciona sea una señal de entrada/salida analógica, sea una señal de entrada/salida digital normalizada AES/EUR (CEI958 de la Sociedad de Ingeniería de Audio/Recomendación Técnica UIT R68 de la Unión Europea de Radiodifusión). Acto seguido, la señal de banda de base I/Q recibida desde el modulador RF es procesada por la interfaz digital de banda de base y entregada al demodulador digital a través de la plataforma polivalente PCI de la computadora central.
- La demodulación digital, la decodificación de canal y la decodificación audio son realizadas a partir de la señal compleja I/Q de banda de base, utilizando el soporte lógico implementado en el microprocesador para procesar en tiempo real la señal.

Los principales parámetros de transmisión, por ejemplo, el espectro recibido, la respuesta de impulso de canal, la respuesta de frecuencia de canal y la constelación de señales ya demoduladas se despliegan para su visualización en tiempo real y pueden almacenarse en el disco duro de la computadora central para su análisis en el futuro.

Figura 20 – Visualización en tiempo real de los parámetros de transmisión



El protocolo de control normalizado DRM TC/SE 127 relativo al estado del receptor se implementa en el receptor digital de referencia. Este protocolo se aplica en un enlace de red (protocolo IP) y puede utilizarse para dar instrucciones al receptor digital de referencia a partir de otra computadora, así como para recuperar toda la información proporcionada por dicho receptor.

### 3.2.2 Radiodifusión de vídeo digital

#### 3.2.2.1 Métodos de implementación de la televisión terrenal digital (DTT)

La radiodifusión de televisión terrenal es una esfera en que está llamada a desarrollarse la tecnología de digitalización, gracias a la codificación informática de imágenes y sonidos. Con el tiempo la televisión terrenal digital (DTT) terminará reemplazando a las actuales redes terrenales analógicas y liberará de este modo nuevos recursos espectrales.

La utilización de la tecnología digital transformará radicalmente la televisión terrenal y proporcionará a la mayoría de los televidentes acceso a una gama más amplia de programas y servicios, así como a imágenes y sonidos de mejor calidad. Aparte de mejorar la calidad de la imagen, este tipo de televisión permitirá desarrollar en cierta medida nuevos servicios interactivos, tales como la telecompra, los juegos y las guías de programas. Para recibir la DTT, los televidentes necesitan un decodificador, que se conectará a los aparatos que reciben señales analógicas, o bien se integrará a los nuevos aparatos digitales.

La DTT podrá ofrecer canales tanto gratuitos como de pago, probablemente en proporciones prácticamente iguales. En una industria que ya ofrece televisión gratuita no codificada y televisión de pago, la DTT, pese a ser una tecnología nueva, no constituirá realmente una revolución. Lo que sí supondrá es un cambio radical, ya que el acceso a los canales gratuitos y de pago se realizará inevitablemente a través de un codificador. Importa señalar que el interés de la DTT dependerá de la medida en que los televidentes adopten los canales digitales no codificados y de que el acceso a los canales encriptados no se vincule al acceso a los canales de pago.

En un entorno audiovisual en el que se han registrado transformaciones radicales en los últimos 15 años, el desarrollo de la DTT es un ambicioso proyecto. En consecuencia, las autoridades públicas deberían plantearse el objetivo de propiciar un público mucho mayor que el de los navegadores en la web y los abonados a la televisión de pago y hacer que estas personas se familiaricen con los nuevos medios de comunicación. El desarrollo y la diversificación de los programas de televisión ofrecidos se encuentran, por otra parte, en espera de que interesen al público en general. El advenimiento de la DTT constituye una nueva oportunidad para que el servicio público de radiodifusión declare sus valores cuando se abra a nuevos operadores de contenido y dé un nuevo impulso a la industria de producción de programas.

Las opiniones expresadas por los actores y futuros usuarios revelan en general que el lanzamiento de la DTT es un tema controvertido, ya que este nuevo modo de televisión plantea varios problemas técnicos y económicos. Algunos estiman que resulta prematuro y probablemente muy poco viable, mientras que otros piensan que puede llegar a ser un éxito, siempre que se reúnan ciertos requisitos. El propósito de este estudio es describir las condiciones que permitirán atender a las expectativas de los televidentes y sentar las bases de una sólida financiación.

A continuación, se esbozan los principales aspectos de los preparativos técnicos del lanzamiento de la DTT.

- **Radiodifusión**

Para lanzar la DTT habrá que trabajar en los sitios desde los cuales se transmitirán los programas. La implantación gradual de la DTT en el plano nacional hace necesario mejorar los sitios que se utilizan actualmente para transmitir programas de televisión terrenal analógica o construir otros nuevos. Los sitios existentes están integrados por los siguientes componentes: el terreno en el que están situados, los edificios en que la señal de televisión se recibe y se instalan los transmisores, y un sistema de alimentación y antena. Se está trabajando continuamente en lo que concierne a la alimentación, la explotación y el mantenimiento.

Cuando se transmite desde un sitio, una señal de televisión es captada a partir del alimentador situado en el extremo de cabecera y se modula/amplifica mediante un transmisor, tras lo cual se transmite a través de una antena localizada en un mástil o en la torre de un relevador. Cuando la antena de transmisión es compartida por varios servicios (analógicos y/o digitales), los diferentes elementos que habrán de transmitirse son montados mediante un multiplexador de radiofrecuencias y, acto seguido, transmitidos a la antena utilizando un alimentador.

Para adaptar un sitio a la radiodifusión DTT habrá que tomar las siguientes medidas, entre las cuales las dos primeras son las más importantes:

- Instalar multiplexadores de radiofrecuencias.
- Renovar o adaptar las antenas de mástil para aceptar una mayor potencia y de este modo ampliar la anchura de banda, con el fin de garantizar que tales antenas sean conformes con las normas digitales DVB-T, ASTC y otras vigentes. Huelga decir que habría que equipar los sitios con nuevas antenas.
- Reemplazar o reforzar los mástiles que no puedan aceptar una carga adicional.
- Adaptar o ampliar los sitios y edificios existentes para instalar los nuevos transmisores y extremos de cabecera o, en su caso, construir nuevos sitios.
- Redimensionar la energía que hace necesaria la nueva tecnología (distribución, alimentación auxiliar, etc.).
- **Multiplexación**

Los operadores de múltiplex desempeñan un papel esencial en la DTT ya que, al estar encargados de la combinación física básica que exige la DTT o los extremos de cabecera, organizarán la forma en que los programas puedan «coexistir» en una determinada red (5-6 canales). Asimismo, garantizarán la gestión técnica óptima de la red a través de la cual se transmitirán los programas de la DTT, con arreglo a la naturaleza de tales programas. Hay que señalar que, cuantos más movimientos se registren en una imagen, mayor espacio requerirá dicha imagen en la anchura de banda disponible.

En consecuencia, el multiplexador deberá efectuar en tiempo real las adaptaciones y los ajustes técnicos necesarios para garantizar que los televidentes disfruten en permanencia de una calidad de imagen excelente. Por otra parte, podrá optar entre la multiplexación estática (gestión estática de la anchura de banda) o la multiplexación estadística (gestión dinámica de la anchura de banda con arreglo a las necesidades de la programación). Contar con una gestión óptima de la banda en el multiplexador reviste particular importancia para la DTT, ya que los servicios interactivos son ávidos consumidores de anchura de banda.

El multiplexador se encuentra situado entre la fuente de la radiodifusión y el principal transmisor a partir del cual se transmite la señal a las antenas de los televidentes, posiblemente a través de sitios secundarios. Desde un punto de vista físico, es posible en teoría instalar los multiplexadores en un extremo de cabecera, lo que hace necesario desarrollar zonas especiales en los sitios o a proximidad de éstos. Es probable que la configuración consista en un extremo de cabecera nacional cuyas señales serán, a su vez, retransmitidas por extremos de cabeceras regionales para su integración en programas de televisión locales.

La operación de multiplexación en cuyo marco se garantiza la calidad de la señal y se realiza la codificación, así como la multiplexación, el transporte y la difusión del flujo, es un importante eslabón de la cadena de radiodifusión y tiene que ver con la elección de los tipos de canal que corresponderán al multiplexador, canales que, a su vez, dependerán del consumo de anchura de banda. Los operadores deberán firmar contratos con los originadores en lo que concierne a todas las funciones técnicas de la multiplexación, el transporte y la difusión, puesto que son los garantes de todas las funciones inherentes a la radiodifusión y, en colaboración con los distribuidores comerciales de la DTT, tendrán que garantizar un desarrollo homogéneo de la cobertura de los múltiplex que representan.

Algunos operadores han expresado su interés en adoptar la multiplexación y se encuentran técnicamente preparados para desempeñar las tareas del caso. En cuanto a las disposiciones jurídicas, hay que indicar que en general la ley exigirá que los operadores sean independientes de los originadores desde el punto de vista de su identidad jurídica. Tratándose sobre todo de la multiplexación estática, estos operadores deberán aceptar el principio consistente en conceder un trato equitativo a todos los originadores en el marco del mismo múltiplex y acatar la distribución de anchura de banda decidida por el regulador. La velocidad binaria, la distribución de los costos técnicos, que debe basarse en el consumo de banda de paso, y las disposiciones para distribuir los costos en caso de quiebra de un originador que figure en el correspondiente múltiplex, son asuntos que deberán ser resueltos en los contratos firmados con los originadores y de conformidad con la legislación nacional. Otro asunto que habrá que considerar es el hecho de si sería deseable que los operadores de múltiplex sean también independientes de los distribuidores de la DTT.

- **Armonización y normalización de los decodificadores y los programas informáticos de control del acceso e interactividad**

Para comercializar los decodificadores habrá que garantizar su armonización a los siguientes niveles:

- La armonización de la recepción de programas no codificados, lo que ya se ha hecho, adoptándose, por ejemplo, normas del UIT-R para el caso de la televisión terrenal. Los operadores de cable han señalado a las autoridades públicas que sus terminales no se han armonizado basándose en tales normas y que cualquier normativa que haga obligatorias dichas terminales armonizadas les obligará a mejorar todos sus decodificadores.
- La armonización del control de acceso interactivo. Se ha establecido ya el **principio de interoperabilidad** y los reguladores deberán definir los correspondientes requisitos técnicos.

### 3.2.2.2 Un ejemplo: implementación de una red DVB-T

Enfrentados a una tecnología de televisión digital, los organismos de radiodifusión deberían prepararse para el futuro y para pasar lo más paulatinamente posible de los servicios de televisión analógica a los servicios de televisión digital. Para ciertos países europeos esto reviste gran importancia y las autoridades públicas han decidido ya suprimir la televisión analógica en una fecha determinada.

Los organismos de radiodifusión deberían evaluar el mercado (posible número de televidentes), las posibilidades existentes para poner en servicio la televisión digital y, obviamente, la incorporación de técnicas digitales en la actual red analógica. Como primer paso, dichos organismos deberían contar con las herramientas técnicas necesarias para probar la implementación de la televisión digital y comprobar el comportamiento técnico y la calidad de servicio, tal como ésta es percibida por los televidentes.

A la vista de lo que antecede, un radiodifusor requerirá un paquete de equipos mínimo para pasar de la televisión analógica a la televisión digital. Este paquete llamado «paquete de televisión digital» no sólo servirá para prestar servicios de vídeo y audio, sino que también permitirá a los organismos de radiodifusión ajustar sus estaciones de tal modo que obtengan los mejores resultados posibles de sus sistemas. Como tal, el **PAQUETE DE TELEVISIÓN DIGITAL** es el sistema que habrá que utilizar para validar las tecnologías digitales de extremo a extremo, entre otras cosas, para:

- evaluar el comportamiento de la codificación MPEG-2;
- sopesar las opciones entre anchura de banda y calidad;
- medir la capacidad de cobertura de una zona con un transmisor;
- demostrar la eficiencia de la modulación de DVB-T a los televidentes en sus hogares y los usuarios móviles.

Los radiodifusores podrán utilizar también el PAQUETE DE TELEVISIÓN DIGITAL para verificar el comportamiento de las diferentes cajas de adaptación multimedios disponibles en el mercado.

En una segunda etapa y gracias a los PAQUETES DE TELEVISIÓN DIGITAL MEJORADOS, los organismos de radiodifusión podrán ofrecer nuevos servicios de valor añadido:

- guía electrónica de programas,
- pago por visión (NVOD – Vídeo a la carta),
- radiodifusión de datos,
- internet, correo electrónico, etc.,
- juegos, previsiones meteorológicas, telecompra, telebanca, etc.,

y determinar cuál es el producto adecuado para combinar canales adyacentes y lograr canales mixtos analógicos y digitales.

### a) Descripción del equipo de televisión digital

A fin de que sirva para verificar la cadena de televisión digital completa desde el extremo de cabecera (producción de la señal digital) a través, finalmente, de la red de transporte hasta el usuario final (el televidente), el equipo de televisión digital está compuesto por:

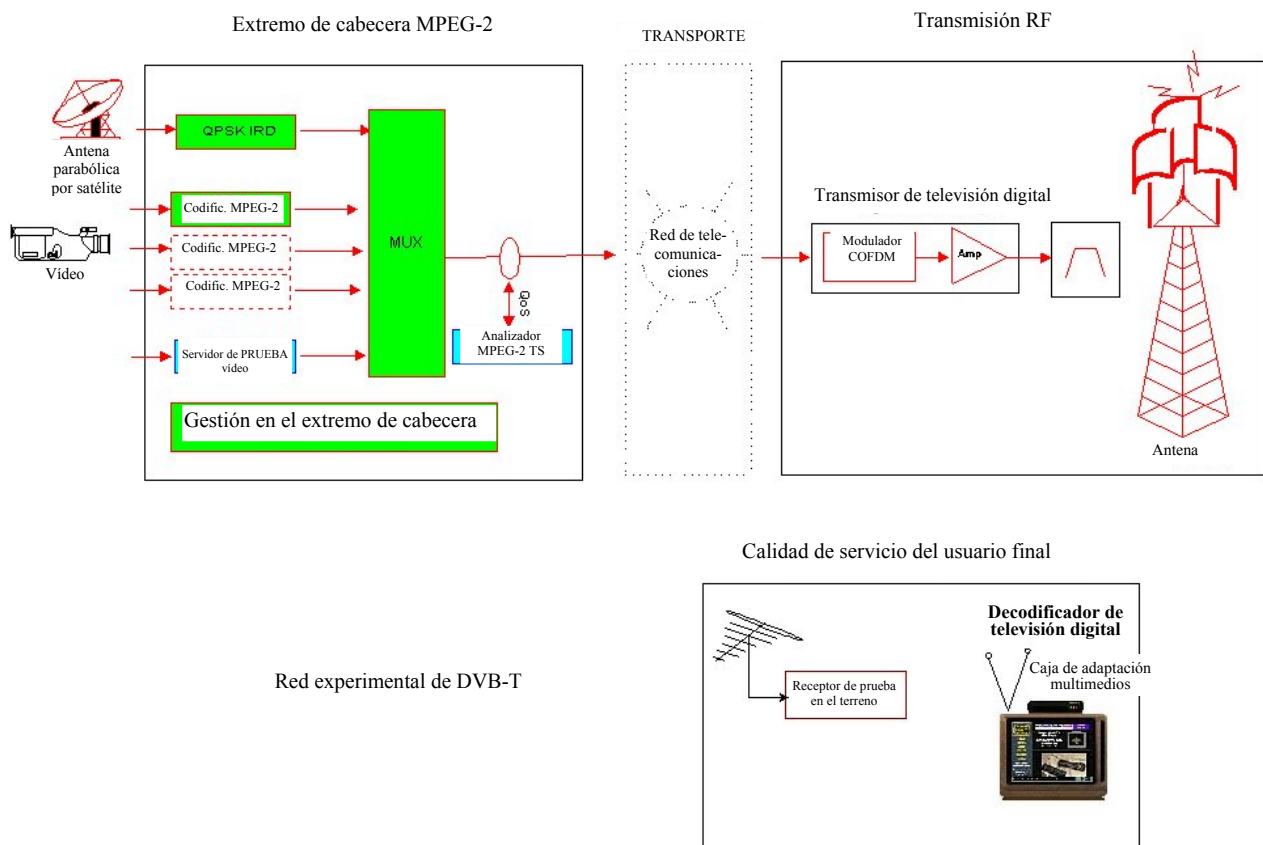
- el extremo de cabecera que se encarga de la codificación MPEG-2, así como de la multiplexación y la supervisión;
- la transmisión RF a cargo del radiodifusor;
- un conjunto de dispositivos para evaluar la transmisión RF y la calidad de los programas vídeo digitales que percibe el usuario final.

La red terrenal digital que ejemplificamos a continuación puede transmitir una selección de tres servicios audio/vídeo:

- 1 servicio proporcionado por el organismo de radiodifusión y codificado en sus instalaciones;
- 1 servicio que es nacional, recuperado de un transpondedor de satélite;
- 1 servicio proporcionado por un servidor local de prueba de vídeo.

El múltiplex digital se transmite a partir de un transmisor digital y la señal que alimenta el transmisor puede ser transmitida a través de una red de telecomunicaciones.

**Figura 21 – Red experimental de DVB-T**



El extremo de cabecera MPEG-2 puede dividirse en dos partes:

- Una **plataforma de prueba** que abarca un ejecutor de trenes de transporte MPEG-2, un transmisor, un analizador de transporte MPEG-2 y un decodificador.

- Una *plataforma de codificación y multiplexación*, gracias a la cual el organismo de radiodifusión da un paso más hacia la estación íntegramente digital.

Ambos elementos pueden combinarse para obtener una estación terrenal óptima de partida.

### **Plataforma de prueba**

La *plataforma de prueba* que se diseña de tal modo que el organismo de radiodifusión pueda realizar una serie completa de pruebas en una plataforma mínima, eficiente y de costo mínimo, consta de los siguientes elementos:

#### *Servidor de pruebas de vídeo digital*

Se trata de un reproductor MPEG-2/DVB que transmite televisión digital en banda de base y puede utilizarse para probar el transmisor DTV.

El usuario puede seleccionar material grabado previamente o proceder a adquirir directamente y en tiempo real la señal de un dispositivo MPEG-2-SPTS o MPTS. Acto seguido, el usuario reproducirá el material grabado. Este servidor da al organismo de radiodifusión la posibilidad de probar una señal para validar la cadena de radiodifusión o utilizarla como señal de sustitución en caso de fallo de la fuente primaria.

El equipo se basa en una arquitectura cliente-servidor en cuyo marco el servidor activo en la plataforma gestiona las transferencias de datos de discos duros situados en la plataforma y hacia tales discos.

Los programas informáticos de los clientes se pueden ejecutar desde la plataforma o en cualquier parte de la red de área local. Cada programa cliente toma al mismo tiempo el control de un par I/O.

#### *Analizador de trenes de transporte*

Se trata de un equipo extraordinario para supervisar los trenes de transporte MPEG-2 y cuya capacidad para visualizar contenidos de trenes y detectar errores en tiempo real hace del mismo el instrumento ideal para utilizar durante la instalación y la prueba del sistema.

#### *Supervisión de la calidad*

Este tipo de medición se realiza a través de una salida de analizador de trenes de transporte ASI mediante el soporte lógico implantado en la pantalla de televisión.

### **Plataforma de codificación/multiplexación**

Cabe la posibilidad de que el organismo de radiodifusión desee establecer una plataforma mínima para transmitir el equivalente digital de sus servicios analógicos. La cabecera de red puede captar señales de los servicios de televisión procedentes de diferentes fuentes: analógica, digital o RF. Thales propone equipos que cubren los tres casos mencionados.

Una vez adquiridos, los servicios se procesan con arreglo a una norma DVB (codificación MPEG-2, desaleatorización de programas, etc.) y se multiplexan con un flujo único de salida denominado tren de transporte multiprogramas (MPTS) para formar un paquete de servicios. El flujo a la salida del multiplexador es conforme con la velocidad binaria DVB-T y luego es radiodifundido por un transmisor digital.

La plataforma de codificación y multiplexación está integrada por los siguientes bloques funcionales:

#### *Decodificación DVB-S*

El decodificador del receptor QPSK tiene por objetivo proporcionar al multiplexador MPEG-2 un tren de transporte conforme a la DVB.

El receptor del satélite demodula la señal RF retransmitida en banda L proveniente de la antena del satélite y proporciona un servicio de televisión desaleatorizado al multiplexador MPEG-2.

### *Codificación DVB*

Los codificadores MPEG-2 están alimentados con señales de vídeo y audio analógicas o digitales y crean un tren de transporte de programa único (SPTS) que alimenta al multiplexador MPEG-2.

### *Multiplexación DVB*

El multiplexador proporciona un paquete de servicios de televisión personalizados que proceden de diversas fuentes (codificadores MPEG-2 locales, servidor de vídeo, decodificador de satélite, etc.).

Todos los servicios pueden aleatorizarse con un sistema específico de acceso condicional, pero se recomienda no utilizar esta función cuando se trate de una estación de radiodifusión de prueba. De hecho, no es posible realizar una serie de análisis importantes cuando los servicios están encriptados. Así, por ejemplo, ante un servicio encriptado resulta imposible verificar la coherencia de los indicadores de fecha y hora PTS/DTS. En consecuencia, **el paquete de salida no estará encriptado**. En una segunda etapa, y si el organismo de radiodifusión desea utilizar el paquete de televisión digital mejorado, podría efectuarse dicha encriptación.

### **Gestor de elementos de cabecera de red**

El gestor de sistema (SM) es un sistema completo que permite efectuar la gestión de un equipo de radiodifusión DVB MPEG-2 en un emplazamiento de enlace ascendente del satélite o de cabecera de red de cable y terrenales. El SM integra equipos MPEG-2 como centrales, codificadores, multiplexadores, moduladores, generadores ECM y EMM, decodificadores de supervisión e insertadores PSI/SI propuestos por diferentes vendedores de material para obtener un sistema de radiodifusión digital de televisión gestionable. El servidor del sistema SM y la aplicación del cliente han sido diseñados para funcionar en un servidor NT o en una estación de trabajo NT.

La aplicación del servidor del gestor de sistema está situada en las instalaciones y ejecuta instrucciones y peticiones enviadas por un solo cliente o por varios clientes. Un cliente del SM se conecta al servidor SM localmente o a través de una LAN, una WAN o un servicio de teleacceso NT. Aparte de atender a las peticiones del cliente, **el servidor configura y supervisa todos los equipos físicos del sistema**.

La aplicación de cliente del SM implementa la **interfaz de usuario gráfica** (GUI) en el sistema, en cuyo marco se visualizan múltiples imágenes del sistema, en base a los cuales el operador puede supervisar y explotarlo.

Asimismo, la aplicación de cliente puede utilizarse como una aplicación «autónoma» con el fin de definir nuevos sistemas o reconfigurar un sistema existente. El operador puede conectarse al servidor en una fecha ulterior y telecargar estas configuraciones en el servidor.

#### **b) Transporte de la cabecera de red al transmisor**

Para transportar el tren de transporte MPEG-2 por una red de telecomunicaciones física hasta un transmisor digital se utiliza un adaptador de red.

En ese sentido, se dispone de varias interfaces de salida: ópticas, eléctricas y SDH, PDH o ATM.

#### **c) Transmisión RF**

En esta etapa se instala un transmisor de televisión digital cuya potencia de transmisión dependerá del tamaño de la zona que se intente cubrir. Este transmisor se conecta a la red de antenas existente y, por regla general, utiliza una potencia baja (200 W de valor eficaz) o media (1,25 kW de valor eficaz), así como un modulador COFDM.

Si se requiere más de un canal RF, cabe la posibilidad de instalar un combinador analógico/digital. Los combinadores se utilizan para multiplexar dos o más canales RF con el fin de alimentar un sistema común de antenas.



#### **d) Equipo de usuario final**

El receptor DVB-T, receptor decodificador COFDM, está compuesto de un multiplexador de entrada COFDM de 8 MHz instalado en un bastidor compacto. El receptor también está equipado con una interfaz de salida ASI.

#### **Equipo de medición en el terreno**

Las evaluaciones técnicas se centran básicamente en la calidad de servicio que puede lograrse en la recepción fija y móvil. El rápido despliegue de estos nuevos servicios hace necesarios equipos de medición que no sólo permitan la clásica puesta en servicio sino también la cobertura, el análisis de trenes de transporte entrante y la recepción móvil.

Este equipo deberá estar en condiciones de medir las diferentes capas presentes en la red DVB-T:

- gama de frecuencia ampliada: 5 MHz a 1.000 MHz y entrada selectiva a RF;
- medición del nivel de entrada;
- análisis de la modulación: MER, EVM, visualización de constelación;
- medición automática de parámetros DVB-T: BER, modulaciones (QPSK, 16-QAM, modo 2 K y 8 K, FEC, etc.);
- análisis de la respuesta a los impulsos;
- salidas SPI y ASI MPEG-2.

#### **Unidad de adaptación multimedios**

Tras la evaluación técnica realizada con mediciones objetivas, reviste también gran importancia obtener una evaluación subjetiva de la calidad efectuada por un grupo de televidentes. La visión humana es el instrumento más poderoso para evaluar la degradación de la imagen digital comprimida.

Para presentar imágenes digitales comprimidas decodificadas a un grupo de televidentes repartidos en la zona de recepción, se utiliza un conjunto de unidades de adaptación multimedios vendidas a los consumidores en el comercio (decodificadores TV digitales) dotadas de equipo con las siguientes características:

- conformidad total con MPEG-2/DVB-T con entrada en ondas decimétricas;
- modos 2 k y 8 k soportados;
- difusión gratuita;
- soporte de DVB-MHP;
- conformidad total con EPG;
- normas de vídeo PAL/SECAM/NTSC.

### **3.3 Aspectos económicos**

#### **3.3.1 Radiodifusión de televisión terrenal**

En lo que a los canales encriptados respecta, por razones comerciales y como medida de precaución contra la piratería, no todos los operadores utilizan el mismo sistema de acceso. No obstante, para garantizar la interoperabilidad, sería una buena idea que un simple decodificador pudiese recibir varios sistemas de acceso. Existen dos soluciones para garantizar esta interoperabilidad: encriptación simultánea (la interoperabilidad es gestionada por los operadores en las cabeceras de red) y multiencriptación (la interoperabilidad es gestionada en los terminales). Hay también una solución intermedia consistente en equipar el decodificador con una interfaz normalizada a la que se conectan el módulo y la tarjeta de control de acceso.

La interactividad es un asunto más complejo y aún no existe ninguna norma establecida, aparte de una norma basada en internet; los demás sistemas están patentados.

### **Seguridad financiera para los operadores**

**Los operadores sólo podrán realizar sus actividades sobre sólidas bases financieras, si se dispone de un sistema de distribución eficaz que los proteja contra las violaciones de la libre competencia.**

Las siguientes secciones se refieren a una serie de objetivos principales, a saber: permitir a los televidentes un fácil acceso a la DTT y a un costo razonable; garantizar la viabilidad de las actividades de los originadores mediante un beneficio satisfactorio y costos controlados; incorporar una perspectiva de rentabilidad para las inversiones de los distribuidores y preservar la de los actuales operadores de cable y satélite. Por otra parte, estas secciones se han inspirado también en la idea de no deteriorar las condiciones de la competencia en los mercados de la televisión –especialmente, en el de televisión de pago– y, en lo posible, mejorarlas.

### **El atractivo de la DTT para los telespectadores**

Esto significa proporcionar un acceso fácil y a bajo costo y ofrecer distintos grupos de canales en paquetes incrementales.

### **Los decodificadores**

La posibilidad de que el telespectador disponga fácilmente de decodificadores para recibir la televisión terrenal digital es un aspecto fundamental si se pretende el éxito de su lanzamiento. Asimismo, es muy importante que el consumidor pueda comprar o alquilar un decodificador sin que este acto esté vinculado a un abono de oferta de pago de este tipo de televisión. En otras palabras, es indispensable concebir y encarar la televisión terrenal digital, en primer lugar, a partir del acceso a los canales gratuitos, que deberán por su parte realizar un esfuerzo promocional. Es necesario determinar un umbral máximo psicológico para el precio de compra de un decodificador básico; un precio excesivo de los decodificadores puede desalentar a los telespectadores.

Para que los decodificadores sean fácilmente accesibles, su venta deberá correr a cargo de la gran distribución, ya sea general o especializada. Reservar el alquiler o la comercialización de los decodificadores sólo a los distribuidores de los canales de pago de la televisión terrenal digital sería un error. Sólo los distribuidores en gran escala están en condiciones de exponer de manera suficientemente amplia y visible esos productos a fin de provocar en el telespectador, aunque no sea una compra impulsiva, por lo menos una reflexión sobre la compra de ese tipo de producto, sobre todo si se acompaña con una campaña de información sobre la televisión terrenal digital destinada al público general. Reducir los puntos de venta o de alquiler de los decodificadores constituiría un freno para el desarrollo de esta televisión gratuita y, sobre todo, de la oferta de pago. Además, reservar la comercialización de los decodificadores a los distribuidores de la televisión terrenal digital de pago, tendría el inconveniente de crear o reforzar una situación de dependencia de los fabricantes de decodificadores respecto de los distribuidores y, a plazo medio, podría tener como efecto la reducción de la oferta, o incluso la desaparición del mercado de ciertos operadores.

Por otra parte, ese tipo de aparato no debe exigir el desplazamiento de un instalador al domicilio del telespectador. Como para cualquier aparato de alta fidelidad o periférico de televisión o de computador (aparato de vídeo, lector de DVD, impresora, etc.), el propio consumidor tiene que poder conectarlo a su televisor.

Los decodificadores para el público deberán llevar en el embalaje una información clara sobre sus características esenciales, además de ir acompañados de un folleto explicativo sobre sus funciones. Es conveniente prever un servicio posventa, ya sea del fabricante, del vendedor o de la cooperación entre ambos, para que en caso de problema, el consumidor pueda devolver el aparato y ser reembolsado (por ejemplo, si compra un decodificador para instalarlo en un lugar sin saber que no está situado en la zona de cobertura de la televisión terrenal digital) o llamar a una línea directa para resolver los problemas técnicos que se le pudiesen plantear. Los puntos de venta o de alquiler de los aparatos deberán brindar una información precisa de las zonas de cobertura de la televisión terrenal digital. En caso de alquiler de los decodificadores, incluso independientemente de la suscripción de un abono a los canales de pago, los contratos de alquiler se deberán poder rescindir fácilmente y sin un preaviso excesivo.

### **La oferta comercial**

Los distribuidores de canales de pago deberán tener en cuenta, dentro de los límites de las opciones del regulador, las expectativas de los telespectadores y basarse en las experiencias del cable y del satélite para la comercialización de su producto. La reglamentación habrá de contribuir a estructurar la oferta comercial, en particular, separando la comercialización de los canales de cine de los demás canales.

En cuanto a la composición de la oferta comercial, las opiniones en general divergen; según se considere la cuestión desde el punto de vista del editor y del distribuidor o del telespectador. Desde el punto de vista del telespectador, ciertos operadores consideran que es necesario darle la mayor libertad y flexibilidad posibles, permitiéndole escoger los canales a los que desea abonarse, incluso, a un solo canal; la modularidad de la oferta, una gran facilidad de acceso al material de recepción y una simplicidad de los abonos, constituirían la clave del éxito ante los consumidores. Otros, por el contrario, consideran que la fragmentación de la oferta comercial puede atentar contra los canales nuevos, de menor notoriedad o de poca audiencia.

En el mismo orden de ideas, en la hipótesis de que los diferentes distribuidores no comercializasen el mismo paquete de canales de pago de la televisión terrenal digital, la imposibilidad para el telespectador de acceder a la totalidad de la oferta a través de un mismo distribuidor podría significar una fuente de complicaciones que lo disuadiría de abonarse. Si deseara acceder a la totalidad de la oferta de pago, en esas condiciones debería multiplicar los abonos, por lo que sin duda estaría pagando un precio más elevado que el que hubiese pagado si existiese un sólo abono para su paquete, independientemente quizás del caso de los canales con recargo. Esta hipótesis podría frenar el desarrollo de la televisión terrenal digital de pago, lo que podría repercutir en el conjunto de este tipo de televisión.

### **Seguridad financiera para los editores**

El costo de la radiodifusión, los costos de los programas, los recursos publicitarios y la remuneración de los canales de pago son los componentes principales de la seguridad financiera del editor. Su importancia es diferente para los canales denominados históricos que para los recién llegados. Además, lo que se entiende por sólida base financiera variará según se trate de canales gratuitos y canales de pago, debido a su diferente situación respecto, en particular, a la financiación.

### **Costo de la radiodifusión**

La importancia de esta cuestión es la preocupación principal de los operadores, que hacen hincapié en el elevado costo de la radiodifusión, el cual parece ser del orden de 5 a 6 veces superior al de una radiodifusión por cable o satélite.

Si bien los grandes canales generales están en condiciones de absorber el costo de la radiodifusión que, aunque es sensiblemente inferior al de la televisión analógica terrenal, se añadiría al de ésta, los demás, y en particular los nuevos canales, ya sean gratuitos o de pago, particularmente los canales temáticos, tendrán sin duda mayores dificultades. Este problema es particularmente crucial para los canales de importancia media en una etapa inicial, cuando los ingresos (ya sea por publicidad o abonos) son difíciles de evaluar. Los operadores mencionan varias soluciones para que el inicio de los canales, particularmente el de los menos poderosos, sea más sencillo y menos arriesgado a fin de reducir los costos, como por ejemplo, la de que dos canales compartan una frecuencia y aumenten progresivamente la importancia de la cobertura territorial. No obstante, si ese aumento de cobertura es demasiado lento podría tener consecuencias negativas en la audiencia de los canales considerados y, por lo tanto, en el nivel de los recursos publicitarios. En el momento de su inicio, la televisión terrenal digital británica cubría entre el 50 y el 70% de la población según los múltiplex. Actualmente, casi todos los sistemas múltiplex tienen una cobertura del 90% de la población, pero la baja calidad de la transmisión de las señales contribuye a que la clientela de este tipo de televisión pase a la televisión por satélite. En Suecia, el objetivo de Teracom, el operador público de teledifusión, es lograr que la cobertura de la población en 2002 pase al 98%.

### **Ingresos publicitarios**

El mercado de la publicidad es difícilmente previsible y su evolución está íntimamente vinculada a la coyuntura económica. En cuanto a la publicidad por televisión, existe actualmente una importante concentración de las inversiones publicitarias en los canales y una inflación de las tarifas que es desfavorable para los pequeños anunciantes.

En ese contexto, la aparición de la televisión terrenal digital podría, según ciertos analistas, traer aparejada una ampliación de la oferta de canales susceptible de permitir a nuevos anunciantes acceder a ese soporte publicitario, en particular gracias a una disminución del precio de entrada, principalmente en los horarios de mayor audiencia. Ello permitiría también a los anunciantes establecer estrategias de anuncios orientadas a los canales temáticos.

En los nuevos canales de la televisión terrenal digital, esos nuevos recursos publicitarios sólo se concretarían si la audiencia fuese significativa para los anunciantes. Ello implica que la televisión terrenal digital comience efectivamente en el mayor número posible de hogares.

### **Ingresos por concepto de pago de los distribuidores**

Los editores de canales de pago reciben una remuneración de los distribuidores en base principalmente al número de abonados. El temor de los editores, en el caso de una radiodifusión paralela de sus programas por los tres modos, se refiere a la disminución de su remuneración, que ya se ha producido en el cable y el satélite y que resultaría de un desequilibrio de la relación de fuerzas entre los editores y los distribuidores comerciales. Los editores estiman que los nuevos abonados a la televisión terrenal digital no compensarían suficientemente la disminución de sus ingresos.

Al tratarse de los criterios de la remuneración, cabe observar que la audiencia no debe ser el único criterio para establecer la remuneración, sino que también se pueden tener en cuenta criterios cualitativos, tales como el de satisfacción de los abonados y las labores de promoción y de inversión.

### **Seguridad financiera para los distribuidores**

Los distribuidores desean obtener una rentabilidad de su inversión inicial dentro de un contexto de competencia. Por lo tanto, se trata de captar el punto de vista de los diferentes operadores sobre la oferta de pago de la televisión terrenal digital y apreciar las limitaciones económicas que afectan a los distribuidores.

### **Limitaciones del distribuidor**

Los posibles distribuidores comerciales participantes en la televisión terrenal digital deberán hacer frente a diversos tipos de costos, a saber:

- Los costos de inversión que suponen la oferta al público en venta o en alquiler, de un parque de decodificadores interoperables. Ese costo dependerá del grado de complejidad del aparato.
- Los costos de logística, es decir los de gestión de los abonados y los terminales, el costo de las tarjetas que se han de insertar en los terminales, etc.
- Los costos comerciales, en particular los de promoción de los paquetes de canales de pago, sobre todo en el comienzo de la televisión terrenal digital.
- La remuneración de los editores de canales.

Los ingresos de los distribuidores comerciales de la televisión terrenal digital dependerán de lo atractivos que sean los canales que se han de comercializar. Su importe global dependerá también de que la tasa de cobertura de la población sea suficiente, de que el nivel de las tarifas de los paquetes de pago sean competitivos respecto al cable y al satélite, y de que la política de promoción sea capaz de favorecer un inicio rápido de este tipo de televisión.

Corresponderá al organismo regulador poner en concordancia la oferta comercial con la composición de los múltiplex, a fin de garantizar una perfecta homogeneidad de la oferta en todas las zonas cubiertas por la televisión terrenal digital.

### **El esquema de distribución deberá ser compatible con el derecho de la competencia a la vez que garantiza la viabilidad de los distribuidores**

El esquema de distribución ideal de la televisión terrenal digital es aquél en que varios distribuidores, que no están vinculados ni a los editores ni a los productores de programas, compiten entre sí en beneficio de los consumidores-telespectadores y los ingresos se reparten equitativamente entre los diferentes actores de la cadena de valor, a fin de garantizar su viabilidad económica. Sólo se puede lograr un desarrollo económico de la televisión terrenal digital equilibrado para todos sus operadores, si las modalidades de la distribución respetan plenamente el derecho de la competencia. Por esta razón, es conveniente evitar todo esquema de distribución en el que un solo distribuidor ya activo, e incluso dominante, del sector de la televisión de pago reciba dichos ingresos.

Se pueden prever varias posibilidades.

**a) Un distribuidor único**

El modelo de un solo distribuidor plantea, no obstante, interrogantes desde el punto de vista económico y respecto a las reglas de la competencia.

Económicamente, no es seguro que la solución del distribuidor único sea la mejor para garantizar el éxito de la televisión terrenal digital, en particular si ese distribuidor ya está presente en el mercado de la televisión de pago. En efecto, al modular el dinamismo de la comercialización del paquete de televisión terrenal digital, es decir, al limitar el esfuerzo promocional que le dedicaría o concentrándolo en sus propios canales, un distribuidor único puede frenar el desarrollo de la televisión digital terrenal. También podría tener la tentación de conservar su liderazgo en el mercado de la televisión de pago, en uno o varios sectores (distribución por cable, satélite, decodificadores, etc.) si ya ocupa una posición de dominio.

Jurídicamente, la situación de un distribuidor único no es la mejor para el mercado si refuerza una posición dominante, con todos los riesgos de abuso que ello puede acarrear. Si el mercado de la distribución de la televisión terrenal digital tuviese que considerarse en el futuro como un mercado pertinente específico, lo que no es actualmente el caso ya que el mercado pertinente es el de la televisión de pago en su conjunto, el distribuidor único estaría, con mayor razón, en situación de monopolio.

**b) Un distribuidor común**

Ciertos operadores consideran la posibilidad de crear una estructura común con los editores presentes en la televisión terrenal digital, a fin de comercializar el paquete de canales de pago según dos modalidades: ya sea, convertir en accionista al operador que esté en mejores condiciones de distribuir la televisión terrenal digital, a fin de controlar la actividad en el ámbito de la distribución, o crear una estructura *ad hoc*, una empresa conjunta, controlada por los canales, o un grupo de interés general (GIE).

El grado de autonomía de una empresa conjunta condiciona su análisis desde el punto de vista del derecho de las fusiones, nacionales o comunitarias, o desde el punto de vista del derecho de los acuerdos.

En la hipótesis de una empresa conjunta de concentración, sería necesario contar *a priori* con el aval de las autoridades de la competencia.

En la hipótesis de que esta empresa fuese de naturaleza cooperativa, la creación de un distribuidor común, en el que participarían los principales agentes del mercado de la televisión de pago, requeriría una autorización del organismo regulador.

Con respecto al grupo de interés económico (GIE), las autoridades de la competencia en general examinan de manera circunspecta esta forma de cooperación, en particular respecto a sus objetivos y a las posibles prácticas contrarias a la competencia en que podrían incurrir.

Al igual que en el caso de la solución de un distribuidor único, se plantea la cuestión de saber si es necesario prever que el distribuidor dé garantías a los demás operadores, en la hipótesis de que los miembros de la empresa conjunta o del grupo de interés económico estuviesen vinculados a un editor de canal.

En ese caso, correspondería a las autoridades de la competencia definir esas garantías, que sin duda comprenderían parcial o totalmente reglas sintetizadas materializándolas en un código de conducta.

**c) Varios distribuidores**

Si bien el número de canales de pago está limitado, ciertos operadores consideran que podrían coexistir varios distribuidores comerciales de la televisión terrenal digital los cuales propusiesen la totalidad de la oferta de pago de esta televisión y ofreciesen a los clientes fórmulas diferentes en función de sus preferencias específicas, u ofertas combinadas con los canales del cable y del satélite (esto sucede en Finlandia, donde cohabitan ocho distribuidores comerciales de la televisión terrenal digital, uno específico de la HTV y varios operadores de cable).

## Conclusión

Del análisis efectuado se desprende que el éxito de la instalación de la televisión terrenal digital en un plazo razonable supone el cumplimiento simultáneo de las siguientes condiciones, que no son forzosamente exhaustivas:

- Una oferta equilibrada de los programas gratuitos y de pago, los cuales deberán ser atractivos y variados respecto a los de la televisión analógica gratuita, por un lado, y a los del cable y del satélite, por otro, a fin de compensar el número reducido de canales propuestos frente a la oferta de la competencia (cable y satélite).
- Un acceso fácil y a un precio razonable para el telespectador a los equipos (codificadores, televisores con decodificadores incorporados, adaptación de las antenas), para poder ver los canales gratuitos como los canales de pago (en los cuales habrá que añadir, a los gastos de decodificadores y de antenas, el precio de un abono).
- Una cobertura del territorio progresiva (a fin de permitir a los nuevos canales gratuitos y a los canales de pago alcanzar en un plazo razonable un equilibrio económico), pero suficiente, para aportar ingresos (por concepto de publicidad y de abonos) a todos los operadores, y homogénea dentro de las zonas correspondientes.
- Una política de normalización (y de fabricación) del equipo en plazos compatibles con el lanzamiento y el aumento de importancia de la televisión terrenal digital, y de garantías de seguridad de los equipos para limitar la piratería.
- Una distribución dinámica y una política de promoción de los canales de pago que logre suscitar en el telespectador un interés suficientemente distinto del de otras redes de radiodifusión (cable y satélite), y que no perjudique a estas últimas y muestre claramente que se trata de una oferta complementaria y de una evolución tecnológica de la televisión.

En cuanto a la distribución, la aplicación de un código de conducta parece, en todos los casos, indispensable. En la hipótesis de un distribuidor único, o de un distribuidor en una situación de posición dominante, este código debe –más allá de la separación completa jurídica, financiera, contable y comercial entre las funciones de editor y de distribuidor– incluir las siguientes garantías:

- El distribuidor deberá, de manera general, velar por que los canales reciban una remuneración sobre la base de criterios transparentes, equitativos, objetivos y no discriminatorios. Esos criterios no deben basarse sólo en la audiencia, a fin de no sancionar a los posibles recién llegados.
- Si el distribuidor está vinculado a un editor de canal por pertenecer a un mismo grupo, deberá además aplicar una política comercial (composición y presentación de la oferta, precios, venta de espacios publicitarios) y promocional totalmente neutra respecto a los canales con los que esté vinculado, incluso indirectamente.
- Además, el distribuidor deberá, durante la ejecución del contrato, respetar las siguientes reglas:
  - 1) Prever un orden de visualización o de presentación de los canales al consumidor que no favorezca a los canales con los que pudiese estar vinculado (directa o indirectamente, o que distribuyese de alguna otra manera) y que el telespectador pueda cambiar fácilmente según sus preferencias específicas. Debería asimismo garantizar la neutralidad de la guía de programas.
  - 2) Promover los canales de la televisión terrenal digital de manera equitativa y no discriminatoria.
  - 3) Garantizar la igualdad de tratamiento en la comercialización de las ofertas de pago.
  - 4) No obligar a los editores a que su remuneración sea similar a la que obtienen del cable y del satélite (cláusula de la «nación más favorecida»).
  - 5) No asociar la venta de la oferta de pago de televisión terrenal digital con un paquete de pago de otro modo de radiodifusión que él también distribuya, a un precio que sea inferior a la suma de ambos abonos, y no utilizar bajo ningún concepto los ficheros de los abonados de la televisión terrenal digital para esos otros modos de radiodifusión.
  - 6) No incluir en los contratos firmados con los editores cláusulas de exclusividad que impidan a éstos ser distribuidos por otros modos de radiodifusión o por futuros distribuidores de la televisión terrenal digital, más allá de un plazo inicial de, por ejemplo, cinco años.

- 7) Autorizar a los editores a que envíen, contra reembolso de los gastos correspondientes, correspondencia publicitaria o de promoción a los abonados, sin que tengan el derecho de acceder al fichero o de reconstituirlo.
- 8) No rescindir abusivamente los contratos de distribución antes de que finalice el plazo de la autorización de emitir.
- 9) Facilitar al telespectador decodificadores interoperables y garantizarle una inicialización real a partir del momento en que el telespectador se sitúe en una zona cubierta.
- 10) Fijar precios de venta al consumidor no disuasivos del abono, y a un nivel que no favorezcan a ese distribuidor si lo es también en otros sectores de la televisión de pago.

Se podría estudiar la inclusión de las reglas de ese código en los acuerdos contractuales firmados entre editores y distribuidores, y luego, el regulador se encargaría de hacerlas respetar.

Por último, como en la mayoría de los países en que se ha lanzado la televisión terrenal digital, sería conveniente que los poderes públicos anunciaran una fecha de finalización de la radiodifusión analógica. Un anuncio semejante podría reafirmar el carácter irreversible de la decisión de desarrollar la televisión terrenal digital.

En la segunda fase de la CRR-06 se resolverá una parte de estas condiciones para esos 117 Estados Miembros de la UIT.

### **3.3.2 Radiodifusión terrenal sonora**

Con respecto a la transición hacia la radiodifusión sonora, es necesario considerar las siguientes repercusiones relativas a los aspectos económicos de la digitalización de las bandas AM.

#### **3.3.2.1 Repercusiones en la red de contribución**

Debido al elevado grado de compresión previsto en los codificadores audio MPEG-4 es posible utilizar velocidades binarias inferiores a 63 kbit/s para transferir las señales audio del estudio a los sitios de transmisión. De este modo, se puede reducir el costo generado por la transmisión de señales sonoras en la red de telecomunicaciones (RDSI, líneas especiales, ADSL, ATM e incluso redes de satélite).

#### **3.3.2.2 Consecuencias en el sitio de transmisión y costo de la operación**

Se hace necesario ya sea modernizar el transmisor AM para que pueda difundir una señal DRM con arreglo a las Recomendaciones de la UIT (máscara espectral, ...), lo cual podrá lograrse si se trata de un transmisor moderno (transmisores PSM con conmutadores IGBT, o PDM), o bien instalar un nuevo transmisor totalmente compatible con el sistema DRM y que esté aún en condiciones de difundir una señal AM analógica.

Tratándose de un transmisor perfeccionado, el excitador DRM representa la inversión mínima.

El nuevo transmisor incluye un excitador DRM.

El sistema de antenas puede transmitir una señal DRM en ondas decamétricas y hectométricas. Con respecto a la ondas kilométricas, es necesario mejorar la calidad de funcionamiento del sistema de antenas para que pueda disponer de la necesaria anchura de banda de las frecuencias radioeléctricas.

Con respecto al costo de la operación, dado que, para la misma zona de cobertura la gama de potencia media DRM es de aproximadamente el 25% del valor de la potencia AM analógica, es posible que represente el 75% del costo derivado del suministro de potencia del transmisor para una transmisión DRM.

Un fabricante del ramo ha elaborado una nueva gama de transmisores DRM con una potencia cuyo valor puede llegar hasta el 75% del valor de la potencia del transmisor AM analógico. Esto significa que el organismo de radiodifusión que desee transmitir una señal DRM completa podría adquirir un transmisor más pequeño para la misma zona de cobertura o bien adquirir la misma potencia TX y utilizar el bucle de realimentación QoSAM que mide la calidad de servicio recibida en la zona en cuestión, calculando la tendencia seguida por el canal de propagación y, a continuación, controlar a distancia los diversos parámetros del excitador DRM, e incluso modular la potencia del transmisor a fin de garantizar a los oyentes, en forma permanente, la calidad sonora más elevada posible.

### 3.3.2.3 Radiodifusión terrenal sonora

Con respecto a la transición hacia la radiodifusión sonora, es necesario considerar las siguientes repercusiones relativas a los aspectos económicos de la digitalización de las bandas AM.

### 3.3.2.4 Repercusiones en la red de contribución

Debido al elevado grado de compresión previsto en los codificadores audio MPEG-4 es posible utilizar velocidades binarias inferiores a 63 kbit/s para transferir las señales audio del estudio a los sitios de transmisión. De este modo, se puede reducir el costo generado por la transmisión de señales sonoras en la red de telecomunicaciones (RDSI, líneas especiales, ADSL, ATM e incluso redes de satélite).

### 3.3.2.5 Consecuencias en el sitio de transmisión y costo de la operación

Se hace necesario ya sea modernizar el transmisor AM para que pueda difundir una señal DRM con arreglo a las Recomendaciones de la UIT (máscara espectral, ...), lo cual podrá lograrse si se trata de un transmisor moderno (transmisores PSM con conmutadores IGBT, o PDM), o bien instalar un nuevo transmisor totalmente compatible con el sistema DRM y que esté aún en condiciones de difundir una señal AM analógica.

Tratándose de un transmisor perfeccionado, el excitador DRM representa la inversión mínima.

El nuevo transmisor incluye un excitador DRM.

El sistema de antenas puede transmitir una señal DRM en ondas decamétricas y hectométricas. Con respecto a la ondas kilométricas, es necesario mejorar la calidad de funcionamiento del sistema de antenas para que pueda disponer de la necesaria anchura de banda de las frecuencias radioeléctricas.

Con respecto al costo de la operación, dado que, para la misma zona de cobertura la gama de potencia media DRM es de aproximadamente el 25% del valor de la potencia AM analógica, es posible que represente el 75% del costo derivado del suministro de potencia del transmisor para una transmisión DRM.

Un fabricante del ramo ha elaborado una nueva gama de transmisores DRM con una potencia cuyo valor puede llegar hasta el 75% del valor de la potencia del transmisor AM analógico. Esto significa que el organismo de radiodifusión que desee transmitir una señal DRM completa podría adquirir un transmisor más pequeño para la misma zona de cobertura o bien adquirir la misma potencia TX y utilizar el bucle de realimentación QoSAM que mide la calidad de servicio recibida en la zona en cuestión, calculando la tendencia seguida por el canal de propagación y, a continuación, controlar a distancia los diversos parámetros del excitador DRM, e incluso modular la potencia del transmisor a fin de garantizar a los oyentes, en forma permanente, la calidad sonora más elevada posible.

### 3.3.2.6 Repercusiones en el costo de los receptores

En primer lugar, se hace necesario adquirir un receptor DRM.

Inicialmente, el precio de los receptores de primera generación será elevado pero disminuirá a medida que aumente el volumen de equipos incorporados en el mercado.

La diferencia entre un receptor DRM y un receptor RDS AM y FM analógico consiste principalmente en que el primero dispone de un panel de recepción de las frecuencias radioeléctricas más idóneo y de un conjunto de circuitos integrados especializados, que sustituirán a los actuales. El mueble, los altavoces, la antena, la pantalla y el tablero seguirán siendo idénticos a los de un buen receptor. Por lo tanto, la diferencia de precio reside en el costo de los circuitos integrados.

A la larga, los precios de los circuitos integrados DRM se nivelarán aunque es probable que cuesten el doble del precio que hoy se paga por los circuitos integrados FM+RDS.

El precio de los componentes electrónicos debería disminuir dado que el panel de recepción de las frecuencias radioeléctricas pasará a ser en muy poco tiempo digital (muestreo directo de la señal RF) y, por consiguiente, se incorporará en el conjunto de circuitos integrados DRM.



A raíz de que importantes países han decidido adoptar la norma DRM para sus sistemas de radiodifusión internacional y también para sus mercados nacionales, el número de receptores aumentará en forma sorprendente. Debido a la curva de la experiencia y a la relación que guarda el costo de los equipos con el número de ellos que circula en el mercado, si la cantidad de equipos aumenta, disminuirán los precios. Pueden citarse algunos ejemplos interesantes: el precio de los primeros lectores CD era de casi 1.000 EUR pero hoy es posible adquirir equipos a precios inferiores a 60 EUR. El lector DVD ha seguido el mismo camino: en un primer momento los precios superaban los 1.500 EUR y ahora son inferiores a 100 EUR.

El precio del receptor DRM dependerá de la gama del producto:

- los receptores con grandes prestaciones, en poco tiempo, costarán igual que los receptores con grandes prestaciones que se utilizan actualmente en todo el mundo;
- los receptores con bajas prestaciones, según las cantidades disponibles y la reducción del precio de los circuitos integrados, se nivelarán a un precio similar al que hoy tienen receptores similares.

Puede haber otros tipos de receptores:

- receptores para PC;
- receptores para automóviles;
- receptores incorporados en dispositivos y teléfonos móviles portátiles.



## Capítulo 4

### Resumen de los resultados de la CRR-04

#### 4.1 Introducción

La primera reunión de la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones para la planificación del servicio de radiodifusión digital terrenal en partes de las Regiones 1 y 3, en las bandas de frecuencias 174-230 MHz y 470-862 MHz, se celebró en Ginebra del 10 al 28 de mayo de 2004.

#### 4.2 Principales resultados

- Se acordaron las definiciones que deberán utilizarse en los futuros tres acuerdos (el nuevo Acuerdo y las partes restantes del Acuerdo de Estocolmo (1961) y del Acuerdo de Ginebra (1989)).
- Se acordaron los métodos de predicción de la propagación respecto a toda la zona de planificación, que cubre Europa, incluida la C.E.I. con exclusión de Mongolia, África, los Estados Árabes y la República Islámica del Irán, habida cuenta de las especiales condiciones de propagación de ciertas zonas.
- Se acordó el conjunto de bases y características técnicas que abarcan todos los elementos detallados necesarios (por ejemplo, bandas de frecuencias, modo de recepción, ganancias de antena, polarización, criterios de planificación y valores de  $C/N$ ) que habrán de utilizarse en la planificación.
- Se acordó la forma de proteger otros servicios primarios (distintos de los de radiodifusión) existentes en la zona de planificación, lo que incluye los criterios de protección.
- Se acordaron los principios y métodos de planificación que deberán aplicarse en las bandas de frecuencias 174-230 MHz y 470-862 MHz, para preparar ejercicios entre las dos reuniones de la Conferencia y durante la segunda y última reuniones, en caso de que esto se acepte en esta última reunión.
- Se acordaron los formatos y contenidos en que las administraciones presentarán sus necesidades en el caso de la radiodifusión digital, así como en lo que concierne a los datos aplicables a las estaciones de televisión analógica y a otros servicios primarios, datos que deberían utilizarse entre las dos reuniones y durante la última reunión de la Conferencia.
- Se acordaron los aspectos reglamentarios y de procedimiento de la planificación considerada en su conjunto y la adopción del nuevo plan.
  - Se acordaron la definición de la zona de planificación y la planificación prevista.
  - Se aprobaron los planes asociados con los nuevos tres Acuerdos, esto es el nuevo plan y los dos planes restantes, correspondientes a los Acuerdos de Estocolmo (1961) y de Ginebra (1989).
  - Se formuló una propuesta respecto a la fecha de entrada en vigor del Acuerdo: no antes de 12 meses tras la celebración de la segunda reuniones, en el curso de la cual se tomará la correspondiente decisión.
  - No habrá un solo acuerdo en el periodo de transición y se retuvieron en este sentido dos opciones:

Durante el periodo de transición las asignaciones analógicas existentes y planificadas seguirán utilizándose y protegiéndose en el marco del nuevo plan digital. Una vez terminado dicho periodo, será posible seguir utilizando las asignaciones analógicas, siempre que:

- se otorgue protección en el nuevo plan digital, así como en sus modificaciones;
- no se pida protección basándose en el nuevo plan digital y sus modificaciones.

El periodo mencionado empezará a contar a partir de la fecha de entrada en vigor del nuevo Acuerdo y concluirá en una fecha que deberá ser objeto de acuerdo en la segunda reunión de la Conferencia.

Hasta el momento se han identificado dos opciones en lo que concierne a esta segunda fecha:

– Opción 1:

Lo antes posible y preferentemente no después de 2015; sin embargo, cabría la posibilidad de convenir multilateralmente periodos de transición más largos o más cortos, siempre y cuando no afecten a las demás administraciones concernidas.

– Opción 2:

Ni antes de 2028 ni después de 2038; no obstante, podrían acordarse multilateralmente periodos de transición más breves.

Incumbirá a cada administración decidir la fecha a partir de la cual se suprimirán las transmisiones analógicas.

Todos los países en desarrollo sin excepción optaron por la Opción 2, aduciendo las siguientes razones:

- a) No hay necesidad urgente de que la radiodifusión terrenal se convierta en digital.
- b) Habría que proteger a los usuarios que utilizan receptores de televisión analógicos.
- c) Se disponen de muchos satélites de radiodifusión que transmiten señales digitales, pero para captarlas se utilizan los receptores de televisión analógicos con ayuda de un convertidor (digital/analógico).
- d) No todos ellos utilizan los canales analógicos existentes y disponibles en los planes analógicos de Estocolmo 61 y Ginebra 89.
  - Se plantea la necesidad de concertar, entre las dos reuniones de la Conferencia, un acuerdo sobre los procedimientos necesarios.
  - Se adoptó un gran número de resoluciones que facilitarán los estudios técnicos de las Comisiones de Estudio y los ejercicios de planificación entre ambas reuniones dirigidos por el Grupo de Planificación entre Reuniones (GPR) para los ejercicios de planificación y el Grupo sobre Reglamentación y Procedimiento (RPG) para el examen de los asuntos de reglamentación y procedimiento. Ambos Grupos informarán a la siguiente reunión de la Conferencia.

## Capítulo 5

### Conclusiones

La radiodifusión y las telecomunicaciones se han tratado normalmente como mercados verticales y separados. La convergencia digital, es decir, el hecho de que el mismo contenido digital pueda ser transportado a través de cualesquiera redes de radiodifusión y telecomunicaciones, puede crear mercados horizontales en cada uno de los eslabones de la cadena de valor, esto es, contenido, provisión de servicios, explotación de redes y terminales, etc., lo cual brinda un elevadísimo número de nuevas oportunidades comerciales. Por primera vez, la población mundial está en condiciones de acceder a los servicios multimedia a partir de todo tipo de plataformas de entrega, tanto fijas y portátiles como móviles, y a un costo razonable.

El cambio o transición de la radiodifusión analógica a la digital es un proceso complejo cuyas implicaciones socioeconómicas van mucho más allá de una simple migración de tecnologías. Al mejorar tanto el alcance como la calidad de los servicios, en particular gracias a la compresión digital, el desarrollo de la radiodifusión digital es positivo, ya que se incrementan la utilización eficaz del espectro y la capacidad de la red.

Conviene que la transición hacia el sonido y la TV digital sea un proceso integrador que abarque diversas redes, así como diversos modelos comerciales y servicios, incluidos la radiodifusión gratuita de televisión, la mejor calidad de imagen o los servicios de datos e interactivos. Convendría dejar de utilizar los servicios analógicos solamente cuando la radiodifusión digital haya alcanzado una penetración casi universal, teniendo en cuenta todas las posibilidades antes mencionadas, a fin de minimizar su costo social. Si bien al tomar en consideración las diferencias en materia de mercado y política existentes entre los Estados Miembros en la esfera de la radiodifusión, los gobiernos han de intervenir en primer lugar y la UIT también debe cumplir un papel, en particular en lo que se refiere a los aspectos relativos al mercado interno. Las contribuciones de la UIT podrían ser, en especial, las siguientes: aportar procedimientos de evaluación comparativa, elaborar normas para equipos, facilitar información al consumidor, así como procurar y promover el acceso a los servicios de valor añadido.

La industria está desarrollando tecnologías que harán de la convergencia digital una realidad. La convergencia digital permite que los proveedores de contenido y servicio suministren lo que tienen que ofrecer a través de una paleta de mecanismos de entrega. Por otra parte, los consumidores pueden acceder a los servicios a través de distintos terminales capaces de captar contenido multimedia y más servicios por conducto de un solo terminal. Este fenómeno difumina la frontera entre la radiodifusión tradicional y las comunicaciones electrónicas, razón por la cual afectará en gran medida la distribución de los medios de comunicación. En consecuencia, el regulador debe estar atento y formular una normativa que refleje dichas transformaciones.

#### 5.1 Consideraciones en materia de reglamentación

La reglamentación debería permitir que se suministren servicios multimedia a través de todo tipo de redes de entrega y que entren en liza todos los actores de los nuevos mercados horizontales, así como corregir las imperfecciones en todos sus segmentos. Para facilitar este proceso, habrá que ajustar los regímenes de política y reglamentación vigentes.

Resulta también importante que la política seguida en relación con el espectro, en la que deberán tomarse en consideración las cuestiones de atribución, asignación y liberalización, garantice a todos los concurrentes acceso a condiciones armonizadas, abiertas, transparentes y no discriminatorias, así como los medios para dotarse de una capacidad de entrega suficiente e idónea. Para facilitar el desarrollo de un servicio mundial y su entrega, así como el interfuncionamiento y las economías de escala en la producción de equipos, habrá que alentar una utilización del espectro mundialmente normalizada, sin olvidar al mismo tiempo la

flexibilidad que requiere el establecimiento de un contexto liberalizado y avanzado desde el punto de vista tecnológico, gracias a la gestión del espectro y la concesión de licencias. Asimismo, en la utilización de los recursos del espectro habrá que contemplar las diferencias regionales, en cuanto a la cantidad de espectro que exige el suministro de contenidos y los servicios interactivos, ya que la demanda y los intereses de los consumidores pueden variar de una región a otra.

Hasta el momento las redes de telecomunicaciones y radiodifusión han evolucionado en el marco de normas y reglamentaciones separadas y orientadas verticalmente. La radiodifusión se ha empleado para radio y televisión, y las telecomunicaciones para servicios vocales. Recientemente, las comunicaciones de datos han evolucionado en un contexto propio denominado IT. Con la digitalización están desapareciendo las fronteras entre las telecomunicaciones, los servicios de televisión y radio y la comunicación de datos, lo que explica que sea cada vez más difícil definir u organizar por categorías las futuras estructuras de entrega por el tipo de servicio que se entrega a través de las mismas. Así pues, se hace sentir la necesidad de formular nuevas definiciones en relación con los aspectos reglamentarios de estos temas.

El nuevo entorno de reglamentación debería permitir también la prestación de servicios multimedia a través de todo tipo de redes de entrega (de radiodifusión y móviles). De hecho, la utilización de la red aumenta y se hace más flexible cuando no se limita a la transmisión de ciertos tipos de contenido. La expansión del uso acrecentará el deseo de invertir para construir redes y mejorarlas tecnológicamente.

## 5.2 Uso eficaz del espectro de radiodifusión

En ciertos países ya ha comenzado la migración de la radiodifusión analógica a la digital y se espera que en un futuro cercano este fenómeno prosiga en todo el mundo. El plazo para que se sigan transmitiendo simultáneamente programas de radiodifusión analógica y digital, esto es, la fecha en que se suprimirán las transmisiones analógicas, será distinta de un país a otro. En lo que concierne a la televisión digital, los países europeos se han fijado por objetivo el año 2010. Sin embargo, el resto de los países de la Región 1, todos los países en desarrollo, más Irán han decidido abandonar la transmisión analógica para el año 2028 ó 2038.

Convendría tomar en consideración una serie de elementos en esta transición:

- El «paso» a la televisión digital
- La «supresión» de la televisión analógica
- Cómo afrontar el reaprovechamiento del espectro destinado a la televisión analógica.

La transición aludida hará posible la constitución de grandes capacidades para suministrar nuevos servicios, ya que el contenido digital puede difundirse en una pequeña parte de la anchura de banda que se requeriría para realizar una transmisión equivalente en modo analógico. En consecuencia, desde el punto de vista técnico resulta viable transmitir un número mucho mayor de programas de televisión digital utilizando al mismo tiempo una menor parte del espectro radioeléctrico disponible. Cabe la posibilidad, igualmente, de ofrecer nuevos tipos de servicios y contenido digitales en este espectro de radiodifusión digital, tanto durante el periodo de introducción de la tecnología digital como una vez que haya cesado la radiodifusión analógica, y ello incluso aunque se asista a un crecimiento considerable del número de programas de radiodifusión de televisión (vídeo). Esto brinda, pues, grandes oportunidades para transmitir una mayor cantidad de programas de radiodifusión de televisión y radio, así como para ofrecer otros servicios interactivos en los entornos fijo, portátil y móvil, por ejemplo, radiodifusión de datos IP y servicios interactivos.

El futuro íntegramente digital y todos sus beneficios sólo serán posibles una vez que se haya concluido la supresión de las transmisiones analógicas. Aquí, el asunto clave será garantizar la disponibilidad de muchos y muy distintos servicios suministrados por parte de un gran número de diferentes proveedores de servicios, así como la apertura y neutralidad, ya que esto abrirá el camino a la prestación de servicios innovadores, a los descubrimientos tecnológicos y a una competencia más vigorosa en beneficio de los consumidores y de la economía considerada en su conjunto.

### 5.3 Requisitos de los servicios de radiodifusión

#### 5.3.1 Aspectos vinculados a la red

La ventaja de la radiodifusión digital terrenal de televisión (DVB-T) en lo que respecta a la portabilidad, movilidad e integración de los receptores, así como a la recepción mediante dispositivos de adaptación multimedios, justifica sobradamente la maximización de la cobertura terrenal. En muchos países un gran número de hogares reciben radiodifusión analógica a través de medios terrenales. Tratándose de los hogares que sólo desean contar con servicios digitales inalámbricos, hay que señalar que tienen grandes expectativas en lo que respecta a la recepción de estos servicios por medios terrenales. Para ello, cabe utilizar plenamente la red analógica terrenal existente.

Las redes de frecuencia única (SFN) han demostrado su eficacia para economizar el espectro requerido con el fin de ofrecer servicios dentro de una zona geográfica limitada. Si se dispone de los modos 2 k y 8 k, así como de varios intervalos de banda de guarda, el sistema DVB-T puede ofrecer instrumentos eficientes para planificar las SFN con diferentes propósitos, incluido el de la recepción móvil. Es muy conocido el hecho de que, utilizando también repetidores para llenar huecos, los transmisores de radiodifusión pueden mejorar sin problema alguno la recepción y con plena compatibilidad con respecto a las mejoras que puedan introducirse en el futuro, razón por la cual mejorarán las posibilidades de recepción portátil y móvil. Esto significa que es posible ampliar y modificar la red para la recepción móvil o portátil a un costo razonable.

Los usuarios están adquiriendo rápidamente un estilo de vida móvil, ya que las tecnologías 2G, 3G y las que están previstas nos han enseñado a utilizar los dispositivos móviles celulares para nuestras comunicaciones diarias. Para recibir servicios de radiodifusión móvil de datos gracias al sistema DVB-T/H y a la aplicación de tecnologías 2G/3G para el canal de retorno, los usuarios han visto acrecentada su interactividad y podrán consumir nuevos tipos de servicios de contenido. La utilización conjunta de las tecnologías DVB-T/H y de red celular proporcionará a los consumidores servicios independientes de su ubicación y ajustados a sus características personales.

#### 5.3.2 Aspectos vinculados a la recepción

Es probable que en el futuro se utilicen cuatro tipos de receptores básicos:

- 1) Un aparato de televisión digital fijo y dispositivos de unidades de adaptación multimedios para la recepción fija, sirviéndose de antenas instaladas en los tejados o de antenas fijas en interiores.
- 2) Aparatos de televisión o radio portátiles.
- 3) Terminales instalados en los automóviles y terminales manuales móviles, que integrarán posiblemente funciones celulares 2G/3G.
- 4) Sistemas inalámbricos de banda ancha móviles/portátiles.

Los dispositivos enumerados en los incisos 3 y 4 anteriores, esto es los terminales manuales y portátiles, funcionarán con baterías y será necesario que consuman poca energía. Por consiguiente, habrá que estar muy atento a hacer del entorno de radiocomunicaciones un contexto en que sea posible utilizar estos dispositivos y que permita una fácil y conveniente utilización desde el punto de vista de los terminales y las radiofrecuencias. Concretamente y en lo que respecta a la TV, uno de los principales problemas que plantea el actual entorno es la disposición de canales digitales en todas las bandas de ondas decimétricas, de modo tal que los canales analógicos de alta potencia sean adyacentes a los digitales. Esto supone una serie de requisitos muy estrictos de linealidad a que han de atender los componentes de los terminales radioeléctricos y por lo cual consumen demasiada energía. Reservar una parte unificada del espectro para la radiodifusión digital de datos portátil/móvil y los servicios inalámbricos de banda ancha contribuiría a mejorar considerablemente la situación.

## 5.4 Aspectos relativos a la interoperabilidad de los sistemas

En las subcláusulas siguientes se describe la situación en los países de la Unión Europea. Se invita a otras administraciones a proveer más información acerca de su propia experiencia al respecto.

### 5.4.1 Recepción digital

El desafío principal que presenta el paso de los sistemas analógicos a los digitales, y la condición previa antes de abandonar las tecnologías analógicas, es procurar que la mayoría de los usuarios dispongan de receptores digitales. Ahora bien, esto se complica si se debe encontrar una solución para todos los receptores en el hogar y no simplemente para el receptor principal. Hay dos opciones básicas, los convertidores digitales o adaptadores multimedios conectados a los receptores analógicos y los receptores digitales integrados. Suele ocurrir también que se necesite instalar otros dispositivos de recepción como, por ejemplo, cables, antenas, antenas parabólicas, etc.

Debe existir una amplia gama de posibles soluciones en materia de recepción digital que se adapte a los diversos tipos de usuarios. En otras palabras, se ha de poder escoger la funcionalidad, el precio y la fórmula comercial. En el caso de los servicios de televisión de pago, el costo de los equipos no representa un problema puesto que algunos operadores los subsidian, hasta el punto de haber entregado ya millones de adaptadores multimedios. No obstante, la televisión de pago no logrará por sí sola la gran difusión de la televisión digital. Actualmente, el principal desafío es la creación de mercados «horizontales» para receptores no subvencionados que admitan servicios gratuitos de televisión digital integralmente a cargo de los consumidores desde el primer día. Para que la televisión digital logre una amplia difusión en el mercado es importante la coexistencia de ambos modelos comerciales.

Es fundamental tener receptores a precios asequibles para facilitar el acceso de los consumidores al mercado. La mayoría de éstos han de tener los equipos adecuados antes de abandonar la transmisión analógica. No conviene que el costo de los equipos sea mucho más elevado que el correspondiente a los equipos analógicos, y los servicios obtenidos deben ser por lo menos comparables. Además, se deberá ofrecer un acceso abordable a la televisión digital. Si bien ésta parece ser la tendencia actual del mercado, los consumidores pueden, por supuesto, comprar equipos más caros que soporten servicios perfeccionados. Asimismo, gracias a la diversidad de servicios y equipos se contribuye a la amplia difusión del mercado de la televisión digital.

### 5.4.2 Fomento de la utilización de receptores digitales

Para la libre circulación de bienes en el mercado interno es necesario que las autoridades de cada país no impongan restricciones administrativas a la comercialización de equipos de radiodifusión digital ni requisitos técnicos obligatorios.

Algunos Estados Miembros de la UIT prevén conceder subsidios públicos a los equipos digitales mediante programas dirigidos a toda la población o a grupos específicos. En el primer caso, el riesgo es frenar la compra de equipos más perfeccionados que los equipos subvencionados. En el segundo, en cambio, es efectuar transacciones de equipos entre los grupos beneficiarios o no de subvenciones.

Algunos Estados Miembros han pensado en otro tipo de incentivos, por ejemplo la reducción temporal y progresiva de la tasa aplicada a los hogares con equipo digital, a fin de promover una migración más rápida hacia esa plataforma, etc. Otros han fijado una TVA menor para los servicios de pago por visión y de radiodifusión por abono. Las consecuencias financieras y las partes afectadas difieren en cada caso, por lo que conviene analizar cuidadosamente cada opción antes de ponerla en marcha.



### 5.4.3 Información a los usuarios sobre equipos digitales y sobre el paso a la tecnología digital

Es fundamental informar a los consumidores, a fin de promover las ventas de equipos digitales en un entorno de mercado orientado a la tecnología digital. Los consumidores deben disponer de los medios necesarios para planificar su propia migración al mundo digital, sin estar obligados a hacerlo o verse desfavorecidos por esta situación. Conviene que estén bien informados sobre las fechas límite y las consecuencias del cambio, de tal manera que puedan tomar sus propias decisiones acerca de los servicios y equipos, a partir de una amplia gama de posibilidades. Asimismo, los consumidores deben conocer las características de cada equipo, en qué medida los equipos analógicos pueden hacerse obsoletos y las posibilidades de mejorarlos. Es necesario también que la información y el etiquetado estén al alcance de los consumidores discapacitados.

Los fabricantes de equipos, los vendedores y los proveedores de servicio son responsables de informar a los consumidores, manteniendo una acción coordinada y enviando mensajes claros a éstos al tiempo que se respetan las leyes de la competencia. Sería de mucha utilidad contar con sistemas de etiquetado de los equipos analógicos y digitales, que contengan explicaciones y/o logotipos, sobre la base de un compromiso voluntario de la industria, con el fin de facilitar a los consumidores indicaciones positivas y negativas acerca de, respectivamente, los equipos receptores conformes a las normas de la transmisión digital y adaptados exclusivamente a la transmisión analógica. Esta información debe coincidir con las políticas de cada país relativas al paso a la tecnología digital, incluidas las fechas previstas para el abandono de la transmisión analógica a escala nacional o regional. A medida que esos plazos se aproximen, los Estados Miembros tendrán que prevenir cada vez más a los consumidores acerca del riesgo de quedarse con equipos obsoletos.

Aunque en algunos países, en especial los de la Unión Europea, se han propuesto políticas al respecto, los Estados Miembros no pueden imponer sistemas de etiquetado obligatorio *de jure* o *de facto*, sin haberlo notificado previamente. Ahora bien, gracias a la notificación se puede lograr una evaluación de compatibilidad de esas medidas con la reglamentación en vigor del mercado interno. Cabe esperar un cierto grado de armonización, cuando fuera necesario, de tal manera que el sistema de etiquetado sea común aunque se adapte al contexto local, como por ejemplo las fechas previstas para el abandono de la transmisión analógica en cada país. Los organismos de protección del consumidor y de normalización podrían aprobar las especificaciones de etiquetado.

### 5.4.4 Receptores integrados de televisión digital

La prohibición de la venta de receptores de televisión exclusivamente analógicos, de conformidad con un calendario por etapa, ha sido aprobada recientemente en Estados Unidos y examinada en algunos Estados Miembros de la Unión Europea. Todos los países deberían aplicar más o menos simultáneamente la obligación de preservar la homogeneidad de sus mercados internos. Esta medida tendría consecuencias más importantes en los países cuya tasa de penetración digital es baja y pondría a prueba el principio de subsidiariedad que se ha venido aplicando en las políticas de radiodifusión.

La obligación de disponer de receptores digitales integrados podría plantear otro problema, es decir el aumento del costo para los usuarios; no obstante, según los requisitos técnicos precisos, este costo suplementario podría ser compensado en parte por las economías de escala. El efecto será, desde luego, mayor en los países en que la televisión digital esté menos desarrollada. Cabe también preguntarse cuál es la neutralidad de dicha medida desde el punto de vista de la tecnología, pues la prescripción de un solo tipo de sintonizador digital, probablemente favorecería la red de televisión analógica dominante, que suele ser terrenal.

### 5.4.5 Conectividad digital

Actualmente, las señales de televisión digital se reciben en equipos de televisión analógicos que contienen un adaptador multimedios digital, que las decodifica y transmite a través de un conector analógico (SCART). Es decir, las señales digitales se convierten en señales analógicas antes de reproducirlas en pantalla, algo que es aceptable en los actuales receptores de televisión, equipados con tubos de rayos catódicos y con pantallas de

pequeña dimensión. En las pantallas más grandes utilizadas por las nuevas tecnologías digitales, la diferencia de calidad es más perceptible. Más aún, la falta de conectores digitales impide la transferencia de información digital entre los receptores de televisión digitales y otros dispositivos del mismo tipo instalados en el hogar. Ahora bien, la conectividad digital plantea problemas relativos a la protección de los derechos de autor, en particular a la posibilidad de copiar o distribuir en forma ilícita contenido digital insuficientemente protegido. Hay que seguir trabajando en la posibilidad de instalar conectores digitales a fin de incentivar a los usuarios a cambiar de equipos. Si bien existen varias posibilidades para interconectar equipos de televisión digital, conforme a distintos requisitos, no está aún muy clara la futura orientación del mercado.

#### **5.4.6 Interoperabilidad de servicios**

En lo que se refiere a funcionalidades más complejas, como las *interfaces de programas de aplicación* (API), conviene promover la puesta en marcha de soluciones interoperables y abiertas para los servicios de televisión interactiva. Los Estados Miembros tomarán una decisión sobre la pertinencia de imponer ciertas normas para mejorar la interoperabilidad y la libertad de elección de los usuarios. De hecho, es probable que estos dos criterios contribuyan a que los consumidores se decidan por la radiodifusión digital en un entorno de cambio en ese sentido dictado por el mercado, lo cual reducirá la necesidad de una intervención estatal.

#### **5.4.7 Acceso para los usuarios con necesidades especiales**

Hay que permitir el acceso a la radiodifusión digital a los usuarios con necesidades especiales, en particular a los discapacitados y a las personas mayores. No obstante, aunque gracias a la radiodifusión digital se abren mayores posibilidades para estas personas en comparación con la radiodifusión analógica, los equipos digitales existentes en el mercado aún no están adaptados a este tipo de usuario. Con la adopción de un enfoque armonizado, será posible reducir los costos gracias a las economías de escala, facilitando así la comercialización de funcionalidades pertinentes.

#### **5.4.8 Supresión de obstáculos a la recepción de la radiodifusión digital**

La competencia en materia de infraestructura estimula el crecimiento del mercado, aumenta así el abanico de posibilidades para el consumidor, mejora la calidad de servicio e impulsa la competencia en materia de precios. En algunas zonas puede ocurrir que haya algunas restricciones de tipo jurídico, administrativo o contractual para la instalación de infraestructuras o de equipos de recepción. Las autoridades deberán arbitrar entre la promoción de la radiodifusión digital y el derecho fundamental a la libertad de recibir información y servicios, que favorece la competencia entre las redes, y otros objetivos de política relativos, por ejemplo, a la planificación urbana o a la protección del medio ambiente. Con esta condición, las autoridades nacionales deben promover la libre competencia en materia de redes. Así pues, algunos Estados Miembros ya han adoptado medidas en esta dirección, exigiendo por ejemplo que se instalen equipos de recepción multirredes en los nuevos edificios de apartamentos, se facilite su instalación en los edificios ya existentes (disminuyendo, por ejemplo, el porcentaje necesario de votos de los ocupantes), o se supriman cláusulas restrictivas en los contratos de propiedad o alquiler. Es fundamental la coordinación entre las autoridades nacionales y locales, puesto que estas últimas suelen ser responsables de la aplicación práctica de estas medidas.

### **5.5 Repercusiones en los ciudadanos**

Si bien en todos los periodos de transición participan varios actores, la experiencia demuestra que estos casos conciernen más a los usuarios. La decisión que adopten depende siempre de las fuerzas del mercado que, con el impulso político de las administraciones y los fabricantes, y con el apoyo de los organismos de radiodifusión, pueden mantener una opinión a favor de la sustitución de los antiguos sistemas analógicos y de la compra de nuevos equipos digitales. Es verdaderamente urgente e indispensable que haya una coordinación entre las diferentes partes involucradas, pues aunque los usuarios estén dispuestos a comprar

nuevos equipos y los fabricantes a producirlos, es importante disponer de un programa de «planificación de frecuencias» establecido por las administraciones y al mismo tiempo de una suficiente cantidad de programas, cuyos contenidos sean lo suficientemente interesantes para atraer la atención de los usuarios e impulsar el cambio a la tecnología digital.

Como ya se ha dicho, los usuarios están adquiriendo rápidamente un estilo de vida móvil ya que las tecnologías 2G/3G y las que están previstas nos han enseñado a utilizar los dispositivos móviles en nuestras comunicaciones de todos los días. Al recibir servicios de radiodifusión móvil y disponer de sistemas 2G/3G para el canal de retorno, los consumidores han visto acrecentar su interactividad y podrán beneficiarse de nuevos servicios de contenido. La utilización conjunta de la radiodifusión digital y las tecnologías de red celular y de tipo celular nuevas y existentes proporcionarán a los usuarios servicios independientes de su ubicación y adaptados a sus características. Por otra parte, la entrega de contenidos de comunicación digitales a través de varios canales de distribución harán aumentar la disponibilidad de servicios diferentes en la sociedad de la información, ya que éstos pueden prestarse de distintas formas y recurriendo a diferentes métodos de transmisión en la red. La utilización de redes de comunicación más extensas y diversas promueve la disponibilidad de más servicios y el desarrollo de contenido y receptores a precios asequibles. Esto permite hacer más asequibles y baratos para todos los ciudadanos los servicios que caracterizan a la sociedad de la información, incluidos los públicos, combinando la utilización de diferentes tipos de redes de distribución u ofreciéndolos a través de una red de comunicaciones.

Por lo que hace a la televisión y la radio digitales, para garantizar su éxito es indispensable informar al público sobre las facilidades y los beneficios dimanantes de los nuevos servicios digitales, lo que incluye mejoras técnicas así como programas y servicios adicionales. El público debe ser consciente de la mayor cantidad de servicios que ofrecerán la radiodifusión digital y los bienes electrónicos de consumo. En ese sentido, se han emprendido iniciativas de sensibilización en ciertos países europeos. Por otra parte, hay que maximizar el acceso geográfico a los servicios digitales y garantizar la accesibilidad a los nuevos servicios lo antes posible.

Habrá que alentar un acceso abierto a los servicios públicos de la sociedad de la información y, siempre que ello sea posible desarrollar estos servicios públicos, ya que apoyarán y acelerarán la implantación exitosa de la radiodifusión digital y demás servicios de transmisión inalámbrica de datos. En general, se espera que la vida útil de los productos de consumo sea normalmente de 5 a 10 años, y en ciertos casos incluso más. Esto requiere sistemas estables, acceso abierto y un posible mejoramiento, lo cual sólo puede garantizarse si existen normas comunes y aceptadas por muchos actores en el mercado.

NOTA – CRR-04/06

Por lo que hace a las conclusiones de la CRR-04, hay que señalar los aspectos esenciales de la replanificación del espectro destinado a la radiodifusión analógica, como sigue:

- La planificación regional facilitaría un despliegue de la radiodifusión digital armonizada regionalmente, flexible y eficiente en cuanto a la utilización de espectro.
- Con el tiempo habría que garantizar la disponibilidad de la radiodifusión digital de televisión en las bandas 174-230 MHz y 470-862 MHz, de manera flexible y eficiente desde el punto de vista de la utilización de espectro y dando posibilidades también a otros servicios digitales convergentes (tales como la transmisión inalámbrica de datos IP).
- La planificación deberá partir del supuesto de que la televisión digital tradicional consumirá la mayor parte del actual espectro analógico, pero podría tener en cuenta también otros servicios distintos a los de la televisión.
- En el plano nacional, las asignaciones de frecuencias y la política y procesos de concesión de licencias deberían facilitar el rápido e íntegro desarrollo de redes digitales de radiodifusión a escala posiblemente nacional para las aplicaciones fijas, portátiles, itinerantes y móviles.
- Los resultados de la CRR-06 incidirán en muchos de los supuestos anteriores.



## Capítulo 6

### Estudios de caso<sup>4</sup>

#### 6.1 OCDE y radiodifusión

El documento de la OCDE publicado en junio de 2003 con el título «La incidencia de la convergencia en la reglamentación de las comunicaciones electrónicas» fue elaborado por la Comisión de política en materia de información, informática y comunicaciones; gran parte de su contenido gira en torno a la importancia que reviste la radiodifusión en las comunicaciones electrónicas (Doc. DSTI/ICCP/TISP (2003)5).

Después de la introducción:

1) La convergencia en las comunicaciones electrónicas está homogeneizando las industrias de las comunicaciones que anteriormente se consideraban diferentes desde el punto de vista comercial y tecnológico, y que utilizaban mecanismos de reglamentación y se regían por acuerdos muy diferentes. Como consecuencia de esta situación muchos gobiernos de los países de la OCDE están reconsiderando sus políticas en el sector de las comunicaciones.

2) La convergencia se refiere al proceso de transformación que han experimentado las redes y los servicios de comunicaciones que anteriormente se consideraban diferentes, a tenor de los cuales:

- se ofrece una gama similar de servicios de voz, audiovisuales y de transmisión de datos a través de diferentes plataformas de red;
- se recibe una gama similar de servicios por dispositivos de usuario diferentes; y
- se crean nuevos servicios.

En la Parte A se describe la estructura de la radiodifusión, la política de reglamentación y las fuerzas motrices del cambio.

Durante las dos últimas décadas, la industria de la radiodifusión ha experimentado cambios estructurales de gran envergadura. Hasta principios del decenio de los 80, la industria era relativamente homogénea. Los organismos de radiodifusión transmitían sus programas a través de las ondas radioeléctricas (transmisión terrenal) y el número de canales estaba restringido debido a la escasez del espectro y la tecnología analógica. La industria se caracterizaba a menudo por su formato «punto a multipunto»; un organismo de radiodifusión emitía programas que podían captar simultáneamente todas las personas que poseían un aparato de radio o televisión. Se podía acceder libremente a los servicios; los espectadores y escuchas no tenían que pagar por recibir determinados canales o programas. No obstante, en muchos países se recaudaban derechos de licencia para financiar, total o parcialmente a los organismos públicos de radiodifusión.

En la mayoría de los países europeos, las licencias se otorgaban exclusivamente a los organismos públicos de radiodifusión; en Estados Unidos, lo común era que los organismos de radiodifusión comercial se financiaran con las ganancias obtenidas de los anuncios publicitarios. En otros países, como Australia y Nueva Zelanda, se combinaban los dos modelos. En cualquier caso, los organismos de radiodifusión no mantenían ninguna relación económica directa con sus espectadores u oyentes. Conforme al modelo europeo, los consejos de administración de los organismos públicos de radiodifusión interpretaban las «necesidades» de los espectadores y se encargaban de escoger los programas que debían ofrecerse. En el marco del modelo comercial, los organismos de radiodifusión escogían los programas en función de su capacidad para generar ingresos con la publicidad con un costo mínimo. En los dos modelos, los programas que elaboraba la industria no tenían en cuenta específicamente los gustos de los espectadores.

Gran parte de los países de la OCDE cuentan con una mezcla de organismos públicos y privados de radiodifusión terrenal que emiten a través de uno a nueve canales o un solo canal con cobertura nacional. Diecisiete países poseen de tres a seis canales nacionales. Luxemburgo y México carecen de una red pública

---

<sup>4</sup> La mayoría de estos estudios de caso corresponden a países desarrollados.

de radiodifusión, mientras que Austria, Dinamarca, Corea, los Países Bajos y Suiza no tienen organismos comerciales de radiodifusión terrenal con cobertura para todo el territorio nacional. Sin embargo, Dinamarca, Corea y Suiza otorgan licencias a los organismos de radiodifusión comercial para que transmitan sus programas a nivel local.

Para financiar y explotar la red de transmisión terrenal se recurre a diversos modelos. En muchos países europeos, la red pertenece a un organismo público de radiodifusión o al operador de telecomunicaciones tradicional o a un organismo especializado del Estado que se encarga de explotarla. En Estados Unidos y Japón (y en Bélgica, Grecia e Italia) cada organismo de radiodifusión es dueño de su red de transmisión. Lo mismo ocurre en Australia con los organismos privados de radiodifusión. En los últimos años, en Australia y el Reino Unido se han vendido las redes públicas terrenales y hace poco el Gobierno de Irlanda ha anunciado que adoptará una política similar.

Gracias a la transmisión por satélite y por cable ha habido un incremento considerable en el número de canales y la variedad de servicios que se ofrecen a los espectadores. Además de los lotes de servicios incluidos en el abono, los organismos públicos de radiodifusión de la mayoría de los países miembros ofrecen otros canales accesibles únicamente por cable o por satélite. Ése es el caso de los canales nacionales privados, financiados con anuncios publicitarios, a los cuales también se puede acceder únicamente por cable o por satélite, donde las restricciones del espectro son menos severas. Cabe señalar que la transmisión por satélite permite captar y retransmitir señales de programas procedentes de un país para poder visualizarlos en otro. Por ejemplo, el canal TV3 en Dinamarca se produce en el Reino Unido y se transmite desde el mismo país.

La reglamentación en materia de radiodifusión en la región de la OCDE se caracteriza por las siguientes particularidades:

- El nivel y el tipo de reglamentación varía según el modo de transmisión. Los organismos de radiodifusión de libre acceso o terrenales están regidos por normas más severas, como resultado de la gran influencia que ejercen en la opinión pública.
- A menudo, es indispensable ser titular de una licencia para utilizar el espectro y prestar determinado servicio de radiodifusión.
- Las licencias se utilizan para controlar la entrada en el mercado y en éstas se impone una gran variedad de condiciones técnicas y de contenido.
- Los organismos públicos de radiodifusión se financian para contribuir a la pluralidad, a la diversidad de programas y la identidad nacional.
- Aunque la mayoría de los países han elaborado políticas encaminadas a alcanzar objetivos culturales, por ejemplo brindar apoyo a la programación nacional, algunos países están obligados a cumplir con mayores obligaciones en cuanto al contenido. Éstas se refieren a la diversidad y calidad de la programación, la protección de los niños y el respeto de las tradiciones de la comunidad en lo relativo a las preferencias y patrones morales, por lo cual se imponen restricciones al contenido de la publicidad para que esté en consonancia con los objetivos nacionales de protección y bienestar del consumidor.
- Con frecuencia, la gran variedad de objetivos y las políticas fragmentarias dan lugar a incoherencias en la reglamentación (por ejemplo, restringir el número de organismos de radiodifusión va en detrimento de la pluralidad).

En la Parte B se ofrece un análisis sobre la reforma de la reglamentación, en el cual se examina el tipo de reglamentación que se necesitaría para superar los obstáculos que surgen con la convergencia y de ese modo aprovechar al máximo las oportunidades que ésta ofrece.

La propuesta entraña:

- La elaboración de un marco de reglamentación estructurado en función de la actividad, en contraposición con el marco vertical actual estructurado en torno a las industrias.
  - Esto suele denominarse estructura horizontal, en la que el medio de transporte y el contenido se rigen por marcos de reglamentación distintos. Sin embargo, sería insensato considerar que los dos marcos no tienen ningún tipo de relación. Las medidas que se adopten sobre algunos asuntos relacionados con el medio de transporte pueden incidir en los objetivos sociales y culturales que se persiguen y viceversa.

- La creación de un marco de reglamentación común para la prestación de todos los servicios de comunicaciones electrónicos.
- La separación de los procedimientos que se aplican para entrar en el mercado con objeto de prestar un servicio de comunicación o un servicio de radiodifusión (contenido).
  - Los requisitos que hay que reunir para entrar en el mercado podrían ser distintos.
  - Los procedimientos que se aplican para entrar en el mercado (en este caso la concesión de una licencia), los requisitos relacionados con el contenido y las restricciones que se imponen al régimen de propiedad del organismo de radiodifusión deben aplicarse únicamente para la obtención de una licencia destinada a prestar un servicio de radiodifusión.
- La creación de incentivos para sacar mayor provecho del espectro, entre los que pueden mencionarse:
  - derechos de licencia para la transmisión de radiodifusión terrenal según la importancia del espectro utilizado;
  - podría permitirse a los organismos de radiodifusión a que devuelvan el espectro no utilizado o creen un segundo mercado para explotar dicho espectro;
  - en caso de que se restrinja la utilización del espectro debe hacerse mediante la imposición de un nivel de calidad mínimo por los servicios de radiodifusión;
  - la prestación de un servicio básico de radiodifusión en áreas poco rentables debe considerarse como una Obligación de Servicio Universal (USO), y ofrecerse de la manera más eficaz posible.
- La aplicación de principios y normas de reglamentación propios del sector que rijan la competencia y eviten los comportamientos contrarios a la competencia, y que a la vez garanticen el acceso adecuado a redes de infraestructuras, a sistemas de acceso condicionado y contenido.
  - Definir de manera más amplia los conceptos de mercado y de «dominante» como el umbral a partir del cual es necesario imponer una reglamentación más estricta.
  - Control estricto de comportamientos antimonopolio en empresas integradas en una estructura vertical, con miras a controlar a la vez las redes de suministro y los contenidos con recargo.
  - La suposición *ex ante* de que el controlador de acceso no puede denegar o retardar sin razón aparente el acceso a redes de suministro, sistemas operativos, tales como interfaces de programas de aplicación (API) y contenidos con recargo.
- La salvaguardia de la pluralidad de intereses utilizando la capacidad adicional que ofrece la tecnología digital para aumentar el número de organismos de radiodifusión, y basándose en las políticas de competencia y en el interés manifiesto del público.
  - La promulgación de leyes para reconocer plenamente las tensiones que puede provocar la utilización de políticas relativas a la competencia con el fin de alcanzar los objetivos económicos y sociales y establecer pautas claras sobre la importancia de salvaguardar la pluralidad de intereses.
  - Antes de aprobar una fusión en el sector de los medios de comunicación debe efectuarse la evaluación económica habitual y el público debe manifestar su interés;
  - De igual modo, en las decisiones que se adopten sobre la conveniencia de aplicar regímenes de acceso se han de tener en cuenta ambos criterios.
- Sustitución de las cuotas de transmisión de contenidos nacionales por subvenciones equivalentes para la creación de programas nacionales y servicios audiovisuales como medio para alcanzar los objetivos de diversidad cultural.
- Apoyo financiero ininterrumpido a los organismos públicos de radiodifusión como una manera de contribuir con los objetivos de pluralidad y diversidad.
- Acuerdos institucionales estructurados de modo que un mismo organismo de reglamentación se encargue de las condiciones de acceso y la utilización de las redes de comunicaciones electrónicas.

## 6.2 Aspectos relacionados con el espectro de radiodifusión para la radiodifusión de vídeo digital en Europa

En este capítulo se dan a conocer las opiniones generales de los fabricantes europeos y se abordan temas relacionados con las atribuciones y la utilización del espectro para aplicaciones de radiodifusión, además de los aspectos de reglamentación y técnicos directamente relacionados con este tema en Europa, haciendo hincapié en el espectro de radiodifusión en las bandas 48-68 MHz y 470-862 MHz.

La convergencia digital permite a los proveedores de contenidos y servicios ofrecer sus servicios a través de una multiplicidad de canales de difusión. De manera similar, los consumidores pueden acceder a los servicios a través de diversos canales capaces de decodificar contenidos multimedia. Esto difumina la frontera entre la industria de radiodifusión convencional y la industria de comunicaciones y, por consiguiente, incide en la manera en que se distribuirán los medios en el futuro. Un ejemplo que ilustra lo antes dicho es la difusión de datos, es decir, la difusión de programas y servicios multimedia a través de redes de radiodifusión digitales. La industria ha creado tecnologías que pueden convertir la convergencia en realidad.

Tradicionalmente, la radiodifusión, las telecomunicaciones e internet se han considerado como mercados verticales distintos. La convergencia digital, en cambio, tiene el potencial de crear nuevos mercados horizontales en cada nivel de la cadena de valores, tales como contenidos, prestación de servicios, explotación de redes y terminales, además de multiplicar las oportunidades comerciales. Por primera vez, las personas podrán acceder a todos los servicios multimedia desde cualquier plataforma de transmisión, ya sea fija, portátil o móvil.

### a) Marco de reglamentación

La reglamentación debería autorizar la prestación de servicios multimedia a través de todo tipo de redes de suministro y crear un entorno en el que todos los actores participen en igualdad de condiciones en los nuevos mercados horizontales. Este proceso se vería facilitado si se adaptaran las estructuras políticas y de reglamentación actuales. También es importante que en las decisiones sobre atribuciones del espectro se ofrezca capacidad de difusión suficiente y adecuada. Se debería promover una utilización del espectro armonizada a escala mundial mediante la gestión de dicho espectro y del régimen de licencias, con el fin de facilitar la creación de servicios y medios de difusión globales, así como su interfuncionamiento.

La entrada en vigor del programa de reglamentación de las Comunicaciones Electrónicas (2002) de la Unión Europea ofrece la oportunidad de suprimir los obstáculos existentes. En lo que respecta a los fabricantes, la aplicación de tales normas apunta a los siguientes objetivos:

- revisar las reglamentaciones que prohíban la difusión de contenidos multimedia a través de cualquier canal de difusión;
- crear un entorno en el que todas las partes en los mercados horizontales participen en igualdad de condiciones;
- atribuir suficiente espectro para que haya una difusión adecuada de contenidos, al tiempo que se fomenta la utilización armonizada del espectro a nivel mundial.

La difusión de contenidos de medios digital a través de diferentes canales de distribución amplía la disponibilidad de servicios en la sociedad de la información utilizando diferentes métodos de transmisión de red. La utilización de redes de comunicaciones más amplias y polivalentes promueve la prestación de nuevos servicios, la creación de contenidos y la fabricación de receptores a precios asequibles. Los ciudadanos podrían acceder con mucha más facilidad a los servicios públicos utilizando diferentes redes de comunicaciones. La televisión de datos digital desempeñará un papel esencial, ya que permitirá a los espectadores la recepción portátil y móvil con servicios interactivos y locales.

La utilización de la red es cada vez más generalizada y flexible cuando no está sujeta a la transmisión de cierto tipo de contenidos. Esta expansión promueve la voluntad de invertir en la construcción de redes.



A largo plazo se registrará también una disminución en los costos de transmisión gracias a la digitalización de las redes de televisión. En lugar de una sola secuencia de programas, el mismo transmisor podrá difundir por el mismo canal entre cuatro y seis secuencias de programas. Se podría utilizar incluso de manera más flexible una parte de la capacidad de los canales de radiodifusión sonora y de televisión para ofrecer otros servicios. Así, podrían utilizarse las frecuencias radioeléctricas con mayor eficacia, aprovechando de la mejor manera posible los recursos naturales escasos.

#### **b) Utilización eficaz del espectro para la radiodifusión**

En algunos países de Europa el espectro disponible es suficientemente vasto para ofrecer servicios tradicionales de radiodifusión digital y nuevos servicios como la transferencia de ficheros de datos, como catálogos de productos, aplicaciones informáticas, juegos y noticias. Sólo podrán aprovecharse cabalmente los beneficios de un futuro totalmente digital una vez se haya dejado de utilizar por completo la tecnología analógica. Los servicios que se transmiten por determinado múltiplex deben asignarse en función de la capacidad total de la red. Sería conveniente, pues, otorgar una porción de la capacidad de un múltiplex a otros servicios distintos de los servicios de televisión tradicionales. Lo fundamental es que muchos proveedores de servicios de distintos sectores ofrezcan una gran variedad de servicios con el fin de garantizar la creación de servicios innovadores y una competencia intensa en beneficio del consumidor y de la economía en general.

#### **c) Implementación de la infraestructura**

Hasta la fecha, las redes de telecomunicaciones y las de radiodifusión han evolucionado de manera diferente conforme a normas y reglamentaciones orientadas a la verticalidad. La radiodifusión se ha empleado para las transmisiones de radio y televisión y las telecomunicaciones para las transmisiones de voz. Últimamente también la comunicación de datos ha evolucionado siguiendo su propio marco normativo de tecnologías de la información. Con la llegada de la era digital están desapareciendo las fronteras que separaban a los servicios de telecomunicaciones y la transmisión de radio y televisión. Como resultado de ello será cada vez más difícil definir o clasificar las futuras estructuras de difusión por el tipo de servicios que se prestan. Por consiguiente, es necesario redefinir esas estructuras teniendo en cuenta los aspectos de reglamentación.

Será necesario también fijar plazos comunes en todos los países europeos para dejar de utilizar la transmisión de televisión analógica. En lo que respecta a la televisión digital y demás servicios digitales que se ofrecen al público a través de las tecnologías de radiodifusión, es esencial formular una declaración clara de la política de transición.

En lo que respecta a la radio y la televisión, para garantizar el éxito de esta transición es sumamente importante contar con un público que sea consciente de las prestaciones y ventajas que ofrecen los servicios digitales, incluidos los perfeccionamientos técnicos y la transmisión de nuevos programas y servicios. El público debe ser consciente de las oportunidades adicionales de servicio que ofrecerán la radiodifusión digital y la electrónica de consumo. Además, en algunas zonas geográficas se debería ampliar al máximo el acceso a los servicios digitales y a los nuevos servicios en el plazo más breve posible.

Se debería ampliar y normalizar el libre acceso a todos los servicios de la sociedad de la información. Esto favorecerá y agilizará la utilización de la televisión digital y los servicios adicionales de difusión de datos. Se prevé que la vida útil de los productos destinados al consumo oscila entre 5 y 10 años o más. Para ello es indispensable contar con sistemas fiables, poder acceder libremente a ellos y tener la posibilidad de actualizarlos. Esto sólo puede lograrse cuando se elaboren y adopten normas comunes, y los actores del mercado decidan conjuntamente adoptar el sistema.

### 6.3 Comunicación de la Comisión Europea acerca de la transición de la radiodifusión analógica a la digital

La Comisión Europea emitió una Comunicación, con fecha 17 de septiembre de 2003, al Consejo, al Parlamento Europeo, a la Comisión Económica y Social Europea y a la Comisión de las Regiones acerca de la transición de la radiodifusión analógica a la digital (de la «conexión digital» a la «desconexión analógica») – COM (2003) 992.

#### **A continuación se reproduce el resumen ejecutivo de dicha Comunicación:**

El «cambio» o transición de la radiodifusión analógica a la digital, es un proceso complejo cuyas implicaciones socioeconómicas van mucho más allá de una simple migración de tecnologías. Al mejorar tanto el alcance como la calidad de los servicios, en particular gracias a la compresión digital, el desarrollo de la radiodifusión digital es positivo ya que incrementa la utilización eficaz del espectro y la capacidad de la red.

En esta Comunicación se trata el proceso de transición, con énfasis especial en las políticas de los Estados Miembros para la migración hacia la televisión digital. En el Plan de Acción *eEurope 2005* se insta a los Estados Miembros a publicar a más tardar en diciembre de 2003 (véase 6.4) sus intenciones acerca de dicha transición. En esta Comunicación se sugiere el tipo de información que podría incluirse en dicho Informe.

Las fuerzas del mercado y la demanda de los consumidores deben impulsar la transición hacia la radiodifusión digital, un desafío industrial importante, para lo que es necesario contar con la libertad de comercio y ciertos incentivos. De igual manera, es fundamental informar a los consumidores para que sepan cuándo efectuar esa transición y cuáles son sus opciones. Este proceso debe seguir la evolución del mercado, y no ser un simple cambio de infraestructura sin valor añadido para los ciudadanos. Una transición con éxito dependerá también de la acción coordinada de las diferentes partes involucradas, a saber los organismos de radiodifusión, los fabricantes de equipos, los vendedores, los gobiernos y otras.

Las intervenciones en materia de política de los Estados Miembros han de ser transparentes, justificadas, proporcionadas y pertinentes, a fin de disminuir el riesgo de una distorsión de mercado. Deben también ser formuladas conforme a objetivos políticos definidos y específicos y teniendo en cuenta las dificultades del mercado, para lo que es necesario efectuar una evaluación cuidadosa de sus efectos así como una supervisión de su puesta en marcha y de la evolución del mercado. Una transición forzada que no corresponda a los intereses de la industria y los usuarios puede llevar a resultados insostenibles.

Conviene también evitar la discriminación en las intervenciones en materia de política de los Estados Miembros, que han de ser independientes de la tecnología. Debe justificarse el trato diferenciado que se otorga a los actores del mercado. El proceso de transición hacia la televisión digital debe ser integrador y abarcar varias redes así como diversos modelos comerciales y servicios, incluidos la radiodifusión gratuita de televisión, la mejor calidad de imagen o los servicios de datos e interactivos. Sólo se podrán dejar de utilizar los servicios analógicos cuando la radiodifusión digital haya alcanzado una penetración casi universal teniendo en cuenta todas las posibilidades antes mencionadas, a fin de minimizar su costo social.

Si bien al tomar en consideración las diferencias en materia de mercado y política existente entre los Estados Miembros en la esfera de la difusión, los gobiernos han de intervenir en primer lugar, la Unión Europea también debe cumplir un papel, en particular en lo que se refiere a los aspectos relativos al mercado interno. Las contribuciones de la Unión Europea podrían ser, en especial, las siguientes: aportar procedimientos de evaluación comparativa, elaborar normas para equipos, facilitar información al consumidor, así como procurar y promover el acceso a los servicios de valor añadido. Asimismo, en la Comunicación se propone iniciar una discusión sobre aspectos relativos a la transición en lo que se refiere al espectro, en el marco de la nueva política de gestión del espectro de la Comunidad. Esto permitirá tratar diferentes métodos adecuados para alcanzar una mayor transparencia acerca del valor económico del espectro atribuido a los servicios de radiodifusión terrenal. El objetivo fundamental es promover una utilización eficaz y flexible del espectro y, al mismo tiempo, proteger la misión de servicio de la radiodifusión.

No se prevé proponer una fecha común para el abandono de la transmisión analógica ni prohibir la venta de receptores analógicos en la Unión Europea. Sin embargo, se seguirán supervisando las políticas y los mercados de radiodifusión digital en cada país.

Al final de esta Comunicación, los autores llegan a las siguientes conclusiones:

La transición de la radiodifusión analógica a la digital es un proceso complejo de consecuencias trascendentales. Dependiendo del contexto de cada país, la experiencia puede variar ampliamente, en particular debido a la situación diferente en que se encuentra cada Estado Miembro. La Unión Europea supervisará las políticas de cada país relativas a la transición y garantizará, al mismo tiempo su compatibilidad con las normas comunitarias y el continuo apoyo al desarrollo de la radiodifusión digital.

Es posible que una intervención en materia de política facilite el proceso de transición, bajo ciertas condiciones, contribuyendo a lograr objetivos de interés general. En este sentido, las autoridades nacionales han de desempeñar una función primordial, y la presente Comunicación les ofrece algunas orientaciones al respecto, que consisten en recomendaciones generales basadas en las leyes y políticas comunitarias, así como en estudios externos efectuados para la Comisión. Se recomienda, entre otras cosas, que haya una metodología orientada al mercado y que tenga en cuenta a los consumidores, la transparencia en las políticas y la no discriminación entre operadores. Conviene que las medidas en materia de política que se tomen en cada país sean proporcionadas e independientes de la tecnología.

La transición también tiene una dimensión que depende del mercado interno y que la Unión puede facilitar. Al nivel de la Unión Europea se han identificado varias acciones pertinentes, a saber:

**Transparencia y supervisión:** Los Estados Miembros proporcionarán información de interés con respecto a la transición en el marco del Plan de Acción *eEurope* y el Informe anual sobre la puesta en marcha del paquete reglamentario de las comunicaciones electrónicas. La Comisión estudiará esta información y elaborará un informe que será enviado a las instituciones a las que está dirigida la presente Comunicación.

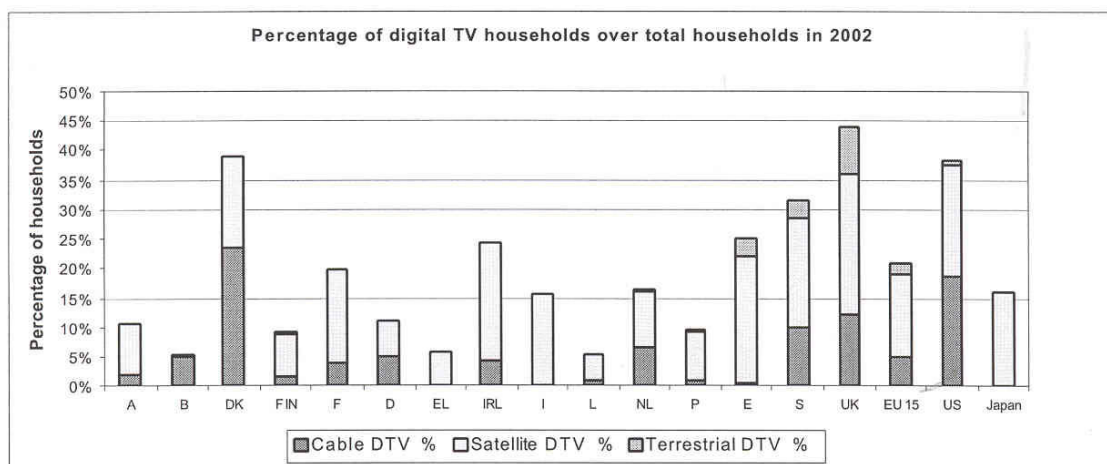
**Información a los consumidores acerca de los equipos digitales y la transición:** La Comisión estudiará junto con las correspondientes partes interesadas la posibilidad de efectuar una acción coordinada a este respecto.

**Espectro:** La Comisión propondrá a los Estados Miembros discutir los aspectos de la transición relativos al espectro en el marco de la nueva política de gestión del espectro de la Comunidad.

Esta Comunicación constituye el primer intento de evaluación exhaustiva de los aspectos relacionados con la transición a la transmisión digital. La Comisión seguirá supervisando la evolución de los mercados de la radiodifusión digital y de las políticas correspondientes en cada país. Por otra parte, examinará, en caso necesario, los diversos aspectos pertinentes a dicho proceso, con el fin de facilitar los esfuerzos desplegados por los Estados Miembros y los actores del mercado, así como de garantizar la compatibilidad de las medidas nacionales con las leyes y políticas comunitarias.

### DIGITAL TV MARKET IN THE EU (estimates for 2002)

(in millions and in percentage of national households)									
	Total HH	Total Digital TV HH		Cable DTV		Satellite DTV		Terrestrial DTV	
		TV HH	%	TV HH	%	TV HH	%	TV HH	%
Austria	3.3	0.36	10.7%	0.07	2.1%	0.29	8.7%	0.00	0.0%
Belgium	4.3	0.23	5.2%	0.22	5.0%	0.01	0.2%	0.00	0.0%
Denmark	2.4	0.92	38.9%	0.55	23.6%	0.36	15.3%	0.00	0.0%
Finland	2.3	0.22	9.4%	0.04	1.6%	0.17	7.3%	0.01	0.5%
France	25.1	4.97	19.8%	0.95	3.8%	4.02	16.0%	0.01	0.0%
Germany	37.9	4.14	10.9%	1.94	5.1%	2.21	5.8%	0.00	0.0%
Greece	3.6	0.22	6.0%	0.00	0.0%	0.22	6.0%	0.00	0.0%
Ireland	1.3	0.32	24.4%	0.06	4.4%	0.26	20.0%	0.00	0.0%
Italy	20.1	3.13	15.6%	0.02	0.1%	3.11	15.4%	0.00	0.0%
Luxembourg	0.2	0.01	5.3%	0.00	1.0%	0.01	4.2%	0.00	0.0%
Netherlands	7.1	1.16	16.5%	0.45	6.4%	0.69	9.8%	0.02	0.3%
Portugal	3.6	0.34	9.6%	0.04	1.1%	0.29	8.0%	0.02	0.5%
Spain	12.8	3.21	25.1%	0.05	0.4%	2.78	21.8%	0.38	3.0%
Sweden	4.6	1.44	31.6%	0.46	10.0%	0.84	18.4%	0.15	3.2%
UK	26.3	11.51	43.8%	3.23	12.3%	6.22	23.7%	2.06	7.8%
<b>TOTAL EU</b>	<b>154.73</b>	<b>32.2</b>	<b>20.8%</b>	<b>8.1</b>	<b>5.2%</b>	<b>21.5</b>	<b>13.9%</b>	<b>2.6</b>	<b>1.7%</b>
US	118	44.95	38.1%	21.8	18.5%	22.55	19.1%	0.6	0.5%
Japan	41.9	6.7	16.0%	0	0.0%	6.7	16.0%	0	0.0%



Source: *Eighth Report on the Implementation of the Telecommunications Regulatory Package* [COM(2002) 695 final], annex 2 ('regulatory data'), section 11 ('digital television') available at [http://europa.eu.int/information\\_society/topics/telecoms/implementation/annual\\_report/8threport/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/information_society/topics/telecoms/implementation/annual_report/8threport/index_en.htm) and *Strategy Analytics*, "Interactive Digital TV market forecast data", October 2002.

## 6.4 Plan de Acción eEurope 2005

A fines de 1999 la DG INFSO (*Direction Generale Information Society*) propuso por primera vez la iniciativa eEurope, que fue aprobada por el Consejo Europeo en Feira en junio de 2000. El objetivo principal de esta iniciativa es ambicioso: lograr que cada ciudadano, escuela y negocio tenga acceso en línea para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la nueva economía en favor del desarrollo, el empleo y la integración. El primer Plan de Acción eEurope, 2000-2002, se había fijado tres objetivos: lograr una red internet más asequible, rápida y segura, invertir en capacidades y recursos humanos, y propiciar una mayor utilización de internet. Este Plan de Acción se había fijado 64 objetivos en total, de los cuales casi todos se alcanzaron a finales de 2002.

La segunda etapa de esta iniciativa es el **Plan de Acción eEurope 2005**, que el Consejo Europeo aprobó en Sevilla en 2002. El objetivo de eEurope 2005 es que Europa deberá contar con servicios públicos en línea modernos (por ejemplo, administración en línea, aprendizaje en línea, salud en línea, etc.) y un marco dinámico que favorezca los negocios electrónicos. Para lograr este objetivo será necesario incrementar el acceso a la banda ancha a precios competitivos y establecer una infraestructura de información segura.

### *Objetivos de eEurope 2005*

El objetivo del nuevo plan de acción es crear un entorno favorable a la inversión privada y a la creación de nuevos puestos de trabajo, impulsar la productividad, modernizar los servicios públicos y ofrecer a todos la oportunidad de participar activamente en la sociedad de la información; eEurope apunta a fomentar la creación de servicios, aplicaciones y contenidos seguros, basados en una infraestructura de banda ancha ampliamente disponible.

### **Los retos de eEurope 2005**

Existe en la sociedad de la información un vasto potencial que puede utilizarse para mejorar la productividad y la calidad de vida y que aún no ha sido aprovechado. Este potencial no deja de crecer gracias a los desarrollos tecnológicos del acceso multiplataforma y de banda ancha, es decir, la posibilidad de conectarse a internet no sólo a través de ordenadores, sino también por medio de la televisión digital y los teléfonos móviles de tercera generación. Estos adelantos ofrecen significativas oportunidades sociales y económicas. Los nuevos servicios, aplicaciones y contenidos crearán nuevos mercados y mecanismos para aumentar la productividad y, por ende, para fomentar el desarrollo y la creación de nuevos puestos de trabajo en toda la economía. Gracias a las nuevas tecnologías los ciudadanos podrán acceder con mayor facilidad a las herramientas de la información y las comunicaciones.

### **Los objetivos de eEurope 2005**

La iniciativa eEurope 2005 aplica una variedad de medidas que contemplan simultáneamente las dos fuerzas del mercado. Por el lado de la demanda, actividades sobre administración en línea, salud en línea, aprendizaje en línea y comercio electrónico para fomentar la creación de nuevos servicios. Además de ofrecer a los ciudadanos servicios más asequibles y de mejor calidad, las autoridades públicas pueden utilizar su poder adquisitivo para ampliar la demanda y crear las condiciones idóneas para el desarrollo de nuevas redes. En lo que respecta a la oferta, las actividades en materia de banda ancha y seguridad deberían favorecer el establecimiento de infraestructuras.

### **Medidas adoptadas en el marco del Plan de Acción eEurope 2005**

El Plan de Acción eEurope 2005 gira en torno a dos grupos de medidas que se refuerzan mutuamente. Por una parte, este plan se ha propuesto fomentar la creación de servicios, aplicaciones y contenidos que abarcan tanto a los servicios públicos en línea como a los negocios electrónicos. Por otra parte, aborda cuestiones subyacentes relativas a la infraestructura de banda ancha y la seguridad. (Véase [www.europa.eu.int/information\\_society/eeurope/index\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/information_society/eeurope/index_en.htm).)

## 6.5 Utilización de los sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal (DVB-T) en Europa

En este apartado se recogen las experiencias de seis países europeos que han comenzado a utilizar la televisión digital terrenal (DTT) con diferentes resultados. Dichos países son, por orden cronológico, los siguientes:

- **Reino Unido**

El Reino Unido fue el primero en introducir la DTT en noviembre de 1998 a través del operador ONdigital, que en 1999 cambió su nombre por ITV, y al cual se abonaron 1,3 millones de personas en 3 años gracias a la política de comercialización que incluía un decodificador gratuito. No obstante, a raíz de la competencia de otros operadores que proponían lotes de servicios digitales por satélite y a causa de sus propias deudas, la tasa de abonados a ITV disminuyó en un 23% por lo cual tuvo que suspender sus actividades. En julio de 2002, un consorcio conformado por el operador de televisión por satélite, el operador de radio y televisión estatal BBC y un fabricante de componentes adquirió la empresa, la cual es actualmente el único proveedor de servicios DTT en el Reino Unido, con 30 canales de televisión y 20 radiofrecuencias. Este lote de servicio se ofrece a tres de cada cuatro hogares británicos, de los cuales el 12,2% se ha abonado.

En el marco de la enérgica competencia en el mercado de la televisión, un grupo dedicado a la televisión por satélite ha anunciado su intención de ofrecer un lote de servicios digitales gratuito a fines de 2004 que dará acceso a 116 canales de televisión y 81 estaciones de radio. Pese a que este lote podrá obtenerse sin costo alguno (no hay tarifas mensuales de consumo), sus usuarios tendrán que invertir en el equipo que se necesita para la recepción. Se prevé que el mercado para este tipo de servicios lo integrarán aquellas personas que no estén abonadas a ningún servicio de DTT (aproximadamente un 27%).

- **Suecia**

En 1999, Suecia introdujo la DTT con tres múltiplex, cuyo interés residía en que era gratuita. Sin embargo, el servicio no contaba con la presencia en el mercado de las empresas de televisión por cable, cuya tasa de penetración superaba el 60%. Cuatro años después de haber iniciado las actividades, sólo el 2% de los hogares en Suecia (aproximadamente 200.000 personas) había adquirido un decodificador. Tras un examen de la situación financiera del canal estatal, el gobierno sueco decidió otorgar subvenciones para reducir el precio de venta de los mismos.

- **España**

España fue el tercer país europeo en ofrecer servicios de DTT. En mayo de 2000 se introdujo un lote de servicios comerciales pero el operador se declaró en bancarrota en abril de 2002. A causa de ello el gobierno ha decidido redistribuir las frecuencias disponibles. Menos de 20.000 aparatos de televisión de los 26 millones existentes están en condiciones de captar las transmisiones digitales.

- **Finlandia**

En agosto de 2001 se introdujo la DTT; aproximadamente 321.000 de un total de 2,4 millones de hogares adquirieron un decodificador digital.

- **Alemania**

El 1 de noviembre de 2002 se introdujo oficialmente la DTT. A finales de 2003, casi seis millones de personas en la provincia (Estado Federal) de Berlín-Brandeburgo recibían 26 canales digitales. Este éxito se debe en parte a la política del gobierno, el cual decretó que el servicio era totalmente gratuito y ofreció decodificadores a los hogares más pobres sin costo alguno.

Véase la Sección 6.8.

- **Italia**

Un operador privado introdujo oficialmente la DTT en el país en 2003, y en mayo del mismo año contaba con aproximadamente 300.000 abonados y cubría entre el 50 y el 60% del territorio nacional. El Gobierno italiano prevé terminar la transición de la radiodifusión analógica a la digital en 2006.

## Nota relativa a Francia

En junio de 2004, el *Conseil supérieur de l'Audiovisuel* (CSA), el organismo de reglamentación de Francia para las frecuencias de radiodifusión sonora y de televisión, decidió introducir la DTT de la siguiente manera:

- el 1 de marzo de 2005 para los canales gratuitos:
  - siete canales analógicos actuales han de migrar al sistema digital
  - cuatro nuevos canales
  - tres canales por cable existentes.

Dicho de otra manera, un total de 14 canales.

- El 1 de septiembre de 2005 para canales privados, es decir, 15 canales que ya se encuentran disponibles por cable, por satélite o ADSL.

Desde principios de 2005, los canales gratuitos cubrirán casi un 35% de la población francesa. El CSA estima que en septiembre de 2005 la cobertura será del 50% de la población, cuando entren en funcionamiento los canales privados de DTT.

## 6.6 Estudio de caso: Brasil

Planificación de los canales para la radiodifusión de televisión digital terrenal.

### 6.6.1 Introducción

En este capítulo se presenta el trabajo realizado por la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Anatel, *Agência Nacional de Telecomunicações*), en lo referente a la planificación de los canales para la introducción de la radiodifusión de televisión digital terrenal (DTTB, *digital terrestrial television broadcasting*) en Brasil. En este texto (2/093, 2/095, 2/185, 2/233 y 2/293) que presentó la Administración brasileña al Grupo de Relator sobre la Cuestión 11-1/2 en sus reuniones del 8 de septiembre de 2003, 31 de mayo y 12 de septiembre de 2004 y 13 de septiembre de 2005, todas celebradas en Ginebra se fusionan cinco contribuciones. En la primera de ellas se «propuso que se incluyera la contribución de Brasil en el sitio web de la UIT como estudio de caso relativo a la introducción de la radiodifusión de televisión digital terrenal» (2/REP/012). La Sesión Plenaria de la Comisión de Estudio 2 aprobó el 11 de septiembre de 2003 dicha propuesta. Como resultado de esas decisiones, a continuación se presenta la metodología utilizada por Anatel, sus resultados y el trabajo efectuado para completar la planificación de canales DTTB. Cabe observar que el trabajo de Brasil no depende de una norma DTTB en particular puesto que tiene en cuenta cada una de las ya existentes.

### 6.6.2 Metodología aplicada y resultados obtenidos

Esta sección se ocupa de la metodología utilizada por Brasil para preparar su planificación de canales para la implementación de la DTTB en dicho país, y los resultados así obtenidos. La metodología es independiente de la norma DTTB finalmente adoptada. Desde 1999, un Grupo de Trabajo coordinado por Anatel se encarga de la planificación de canales para la televisión terrenal digital. La Fundación para la Investigación y Desarrollo de las Telecomunicaciones (CPqD, *Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações*) y representantes de las redes de televisión en el país han prestado apoyo técnico a ese Grupo.

#### 6.6.2.1 Hipótesis de la planificación de canales de televisión digital

Cabe observar la gran variedad de redes de televisión que existen actualmente en Brasil, ya sean regionales, nacionales, conglomerados de redes regionales y de radiodifusión locales independientes. En la figura 1 se indica la distribución de las estaciones emisoras (estrellas) y de las estaciones de retransmisión (círculos) de una red brasileña que dispone de generación distribuida y penetración nacional.

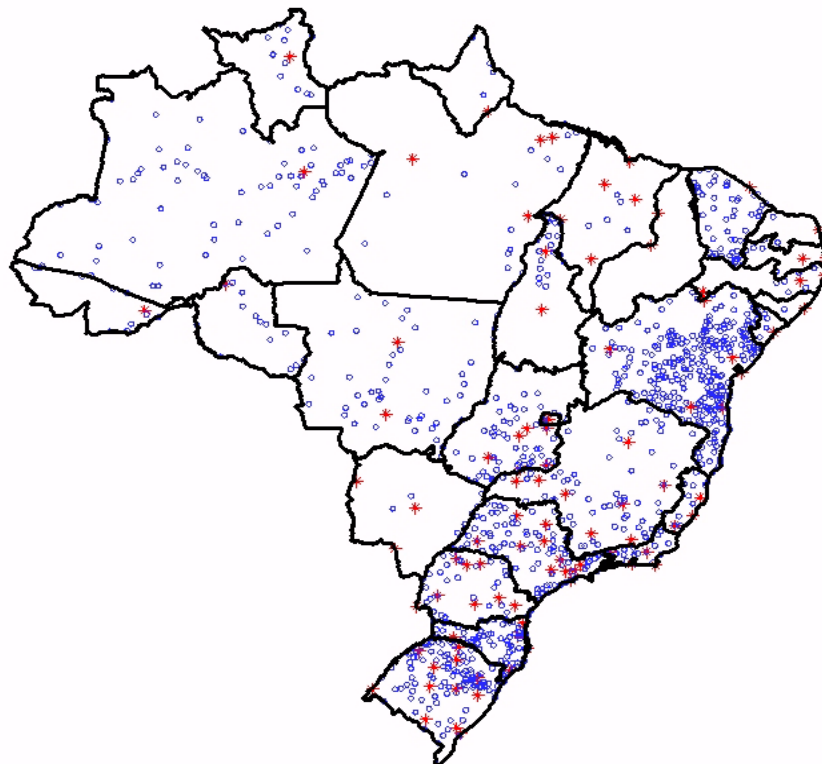
El trabajo de preparación del plan básico para la DTTB empezó en septiembre de 1999 y ha tenido como resultado la promulgación de disposiciones detalladas, a saber:

- la televisión analógica existente será sustituida por la digital utilizando las bandas VHF (7 a 13) y UHF (14 a 59);
- el objetivo principal de la planificación es garantizar que las nuevas estaciones de televisión digital tengan zonas de servicio similares a las correspondientes a las estaciones análogas existentes;
- durante su etapa inicial, denominada «fase de transición», los canales analógicos y digitales tendrán una difusión simultánea (*simulcasting*);
- la planificación de la televisión digital se efectuará en dos etapas, a saber la «Fase 1» que se limitará a las ciudades en donde funcionan estaciones emisoras de plena potencia en actividad, y la «Fase 2» que se extenderá a aquellas ciudades que sólo estén cubiertas por estaciones de retransmisión y a las zonas no cubiertas.

Debido a que se está preparando el plan básico para la distribución de canal digital de televisión (PBTVD, *basic plan for digital television channel distribution*), que seguirá utilizando las bandas de frecuencias atribuidas actualmente a la transmisión analógica, Anatel suspendió, desde octubre de 1999, la atribución de nuevos canales analógicos y otros cambios a las características técnicas de los canales existentes en las regiones de Brasil cuyo espectro está ampliamente congestionado. En febrero de 2002, se amplió esta política a las demás regiones.

---

**Figura 1 (Estudio de caso Brazil) – Red con generación distribuida y penetración nacional**



---

#### 6.6.2.2 Etapas de la planificación de canales de televisión digital

Este estudio se dividió en dos fases. En la primera se trató la disponibilidad del mismo número de canales digitales, comparados con los canales analógicos en servicio, para las estaciones de televisión y retransmisión en funcionamiento en todos los municipios con, por lo menos, un servicio de red de televisión activo.

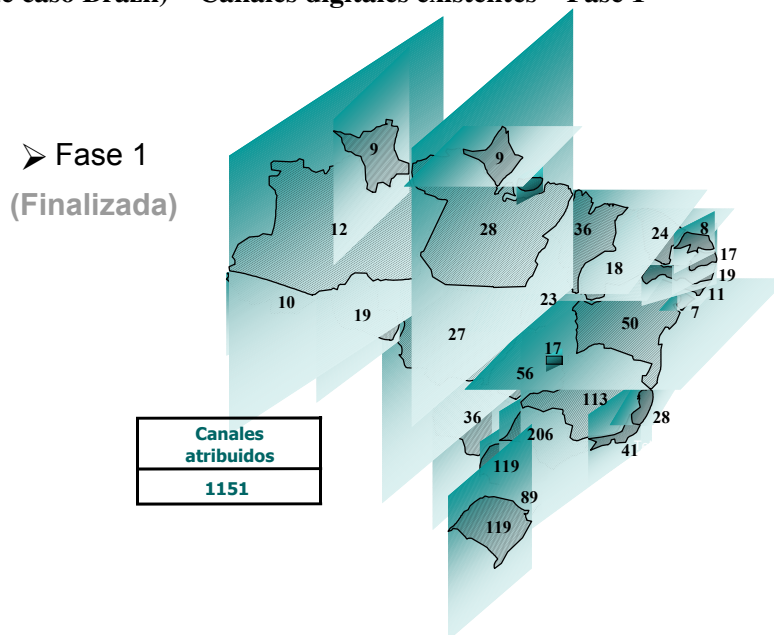


La segunda corresponde a la disponibilidad del mismo número de canales digitales comparados con los canales analógicos en funcionamiento en los municipios cuya población sea superior a 100.000 habitantes y que disponen solamente de estaciones de retransmisión de televisión. También se incluyó una revisión de la primera fase, con el fin de tener en cuenta la demanda de todos los municipios a los que se otorgaron autorizaciones de instalación de nuevas redes de televisión tras el inicio de esta primera fase.

### 6.6.2.3 Resultados de la planificación de canales

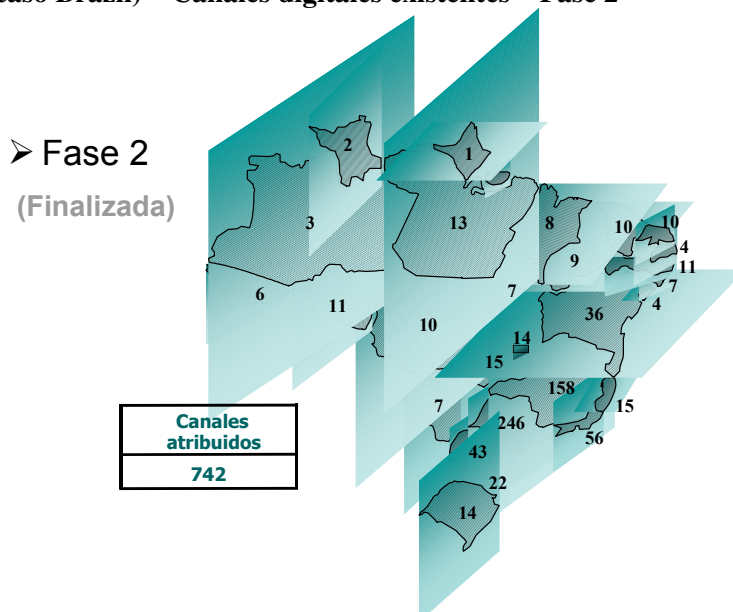
La primera fase, terminada en septiembre de 2002, puso a disposición 1.151 canales digitales en 164 municipios, como se muestra en la figura 2.

**Figura 2 (Estudio de caso Brazil) – Canales digitales existentes – Fase 1**



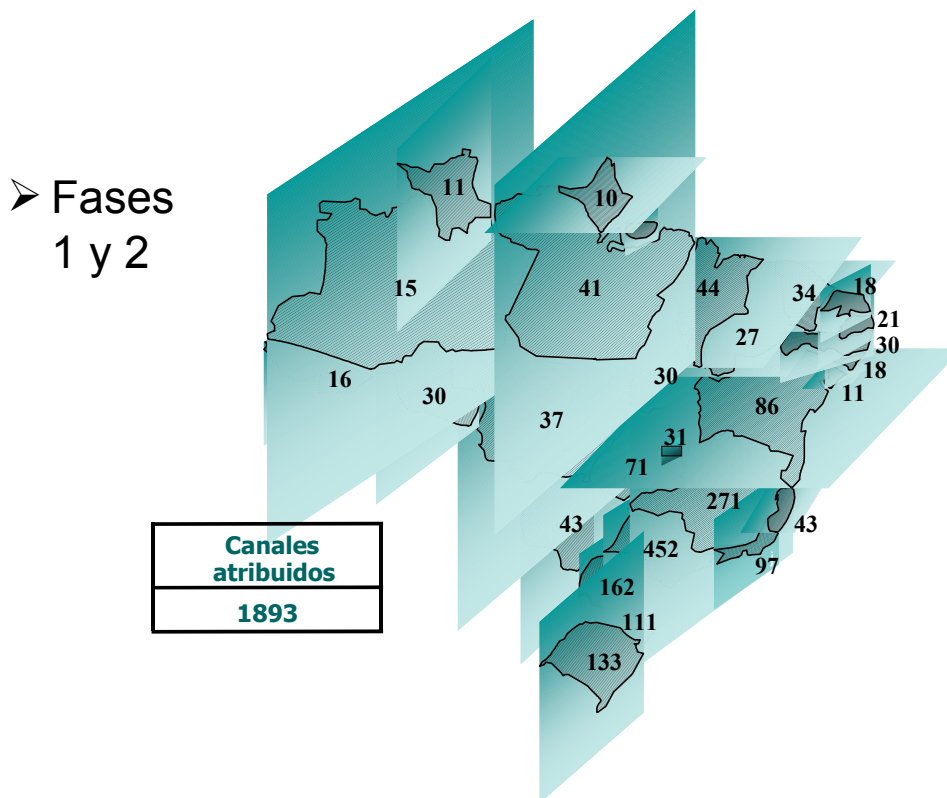
En la segunda fase, finalizada en marzo de 2003, se tuvieron en cuenta nuevas atribuciones de 742 canales digitales en 132 municipios, como se muestra en la figura 3.

**Figura 3 (Estudio de caso Brazil) – Canales digitales existentes – Fase 2**



Tras finalizar ambas fases, se disponía de 1.893 canales para la introducción de la radiodifusión de televisión digital terrenal (DTTB) en Brasil.

**Figura 4 (Estudio de caso Brasil) – Resultados actualizados. Canales digitales – Fases 1 y 2**



#### 6.6.2.4 Estado actual del PBTVD

Este plan tiene por objeto, esencialmente, garantizar que las estaciones de televisión digital dispongan de zonas de servicios similares a las de las estaciones analógicas existentes. En el PBTVD se incluyen 296 municipios de Brasil, que tienen por lo menos una estación de televisión o, para aquellos cuya población es superior a 100.000 habitantes, al menos una estación de retransmisión en funcionamiento (para un total de población de aproximadamente 110 millones de habitantes). Sólo se tuvieron en cuenta los canales analógicos existentes para la planificación de canales. Así las cosas, se dispuso de 1.893 canales para la introducción de la DTTB.

Ahora bien, al reconocer el alto grado de complejidad inherente a la planificación de canales, Anatel publicó la Consulta pública 486/2003<sup>5</sup> el 19 de diciembre de 2003 a fin de profundizar el debate acerca de su planificación de canales DTTB. La Agencia fijó el 8 de marzo de 2004 como fecha límite para la presentación de comentarios en el marco de dicha Consulta, tras lo cual recibió 38 propuestas que publicó en su sitio web<sup>6</sup>. Actualmente, Anatel está estudiando las contribuciones recibidas y publicará pronto los resultados de este análisis.

<sup>5</sup> La información sobre la Consulta pública se puede obtener en: [www.sistemas.anatel.gov.br/SACP/Contribuicoes/TextoConsulta.asp?CodProcesso=C487&Tipo=1&Opcao=realizadas](http://www.sistemas.anatel.gov.br/SACP/Contribuicoes/TextoConsulta.asp?CodProcesso=C487&Tipo=1&Opcao=realizadas)

<sup>6</sup> Los comentarios pueden encontrarse en: [www.sistemas.anatel.gov.br/SACP/Relatorios/Relatorio1.rpt?rf=1&user0=AcessoLivre&password0=&promptex-@pCodProcesso=C487&promptex-@pCodTipoProcesso=1&promptex-@pTipoRelatorio=1&prompt0=C487](http://www.sistemas.anatel.gov.br/SACP/Relatorios/Relatorio1.rpt?rf=1&user0=AcessoLivre&password0=&promptex-@pCodProcesso=C487&promptex-@pCodTipoProcesso=1&promptex-@pTipoRelatorio=1&prompt0=C487)

Mientras anunciaba la Consulta pública, Anatel también publicó en su sitio web un Informe técnico preparado por la Fundación CPqD<sup>7</sup>. Allí se presentaban las hipótesis básicas, las consideraciones técnicas y otros aspectos importantes del PBTVD.

Más aún, a fin de reglamentar los métodos utilizados y definir los parámetros necesarios para establecer la viabilidad técnica de los canales analógicos y digitales conformes al PBTVD, la Agencia publicó la Consulta pública 502/2003 el 16 de febrero de 2004, teniendo en cuenta el Informe técnico preparado por la Fundación CPqD. El objeto de esta Consulta pública es elaborar un nuevo capítulo para el marco reglamentario existente de Anatel acerca de los servicios de radiodifusión de televisión (titulado «*Regulamento Técnico para Prestação do Serviços Radiodifusão de Sons e Imagens e do Serviço de Retransmissão de Televisão*»). Se fijó el 12 de abril de 2004 como fecha límite para presentar contribuciones a esta Consulta pública y la Agencia está estudiando actualmente las contribuciones ya recibidas.

### 6.6.3 Conclusiones

En este capítulo se han resumido las actividades principales relativas a la planificación de los canales de televisión digital en Brasil. La seguridad de que las estaciones de televisión que transmiten actualmente programas analógicos ofrecen un canal extra para la radiodifusión de la misma programación en formato digital constituye una disposición fundamental que garantizará el éxito en la introducción de la televisión digital terrenal en este país. Así pues, la conservación del modelo de radiodifusión de televisión libre y gratuita sigue siendo un requisito no negociable para garantizar que la DTTB otorgue los mismos beneficios a la sociedad brasileña que la televisión analógica. Finalmente, a la luz de los comentarios recibidos durante las Consultas públicas 486/2003 y 502/2003, Anatel espera terminar pronto la planificación de canales para la implementación de la DTTB en Brasil.

## 6.7 Estudio de caso: Canadá. Una red experimental de transmisión distribuida de DTV conforme a la Norma del ATSC

### 6.7.1 Resumen

En esta sección se describe una serie de pruebas realizadas en una red experimental de transmisión distribuida (DTx) de televisión digital conforme a la norma del Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (ATSC) de los Estados Unidos que está formada por tres dispositivos trasladadores coherentes que trasladan la frecuencia de la señal recibida desde un único transmisor DTV a un segundo canal RF, que cubre una zona común en un centro urbano, que también se encuentre dentro del área de cobertura del único transmisor. Se optó por incluir zonas de cobertura con traslape en los entornos urbanos hostiles, a fin de probar el funcionamiento de las redes en las condiciones más críticas. A continuación se describe la metodología que se utilizó para diseñar la red, evaluar la calidad de la recepción en la zona de cobertura con traslape y compararla con la que se obtiene al utilizar el transmisor distante tradicional.

En la zona objetivo de esta red se efectuaron pruebas con dos tipos de receptores ATSC-DTV, a saber un nuevo prototipo y un receptor de la generación anterior, y dos tipos de antena receptora, es decir una direccional y otra omnidireccional. De este modo, fue posible evaluar el desempeño del nuevo prototipo de receptor en condiciones difíciles y compararlo con el de una generación anterior, así como investigar el efecto de la direccionalidad de la antena receptora en la disponibilidad de la recepción.

### 6.7.2 Introducción

La transmisión distribuida (DTx) se utiliza para dar cobertura a una amplia zona de servicio utilizando varios transmisores sincronizados en diferentes ubicaciones, y que funcionan en el mismo canal de televisión. Este tipo de transmisión es una de las posibilidades interesantes que ofrecen los sistemas de transmisión de televisión digital.

---

<sup>7</sup> [www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/acontece\\_anatel/consulta/2003/consulta\\_486/relatorio\\_pbtvd.pdf](http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/acontece_anatel/consulta/2003/consulta_486/relatorio_pbtvd.pdf)

Como se explica en el documento *Recommended Practice for Design of Synchronized Multiple Transmitter Networks* [1], del ATSC, las redes DTx poseen un cierto número de ventajas con respecto a la solución tradicionalmente adoptada de utilizar un transmisor central único, para cubrir una amplia zona de servicio con transmisión de televisión analógica, entre ellas las siguientes:

- mayor uniformidad e intensidad media más elevada de la señal en toda la zona de cobertura;
- recepción interior más fiable;
- señales más intensas en los extremos de la zona de servicio sin aumento de interferencias de las estaciones vecinas;
- menor potencia total radiada aparente (p.r.a.) y/o altura de antena reducida con lo cual la interferencia es menor.

Del mismo modo, gracias a las redes DTx se puede reducir la cantidad de canales necesarios para cubrir una amplia zona de servicio, liberando así espectro para otras aplicaciones como la televisión interactiva, la difusión multimedios u otras aplicaciones futuras.

Es necesario encontrar el balance justo entre estas ventajas de las redes DTx y las fuertes restricciones de diseño existentes en aquellos casos en que un canal adyacente DTV está en servicio en la misma zona de mercado [1]. Otro obstáculo, aún más grave, a la introducción de las DTx es que las dificultades técnicas harán prácticamente imposible ponerla en funcionamiento en las zonas de mercado en los que existan canales NTSC adyacentes, puesto que éstos requieren de relaciones de protección muy superiores en comparación con las correspondientes a los canales DTV adyacentes. No obstante, si bien ésta es una dificultad seria desaparecerá al final del periodo de transición entre el sistema NTSC y la norma DTV.

Otro aspecto importante a tener en cuenta al diseñar una red DTx es el funcionamiento de los receptores ATSC-DTV con respecto a las capacidades de procesamiento de varios trayectos. El diseño de la red DTx es más flexible y simple si se cuenta con receptores capaces de adaptarse a distorsiones más elevadas antes y después de múltiples trayectos (pre-eco y post-eco). De lo contrario, se imponen más restricciones con respecto al diseño y la puesta en funcionamiento de dichas redes.

Además de proporcionar diversas directrices para el diseño de las redes DTx y la gestión de las interferencias internas y externas bajo diversas condiciones, en el documento mencionado [1] se proponen tres métodos (que se pueden aplicar separadamente o en forma conjunta) para implementar una red DTx.

El primero de ellos es el método de la red de transmisor distribuido, que se suele denominar red de frecuencia única (SFN, *single frequency network*), que consta de un estudio central desde donde se envía una señal de banda de base o un tren de datos de vídeo-audio a los transmisores de SFN a través de enlaces de transmisor en estudio (STL, *studio-transmitter-links*). Estos últimos utilizan fibra óptica, enlaces de microondas, enlaces de satélite, etc., cuyo costo de instalación y puesta en funcionamiento puede ser alto. La necesidad de optar en este caso por procesos sofisticados (y relativamente complejos) para la sincronización en frecuencia y tiempo constituye una desventaja de estos transmisores.

En el segundo método, denominado red de trasladador distribuido, participan varios transmisores que forman parte de la SFN, y que son trasladadores coherentes que funcionan en el mismo canal y trasladan la frecuencia de una señal de radio proveniente de un transmisor DTV principal hacia un segundo canal RF. De esta manera, no hay que recurrir a STL caros. Además, la sincronización en frecuencia y tiempo en esta configuración es mucho más simple que en el primer método. Es posible que haya que efectuar correcciones en la señal al trasladarla hacia el canal de salida designado. No obstante, en esta configuración el transmisor principal que alimenta los trasladadores coherentes funciona en un canal separado y no forma parte de la SFN. Con todo, se puede considerar esto como un tipo de diversidad de frecuencias en la zona de cobertura común del transmisor principal y la SFN.

En el tercer método se utiliza una red de repetidores digitales en el canal (DOCR, *digital on-channel repeaters*), y no es necesario que todos procesen la señal de la misma manera en el trayecto desde sus antenas de entrada hasta sus antenas de salida. Los DOCR que, como en el método anterior, forman parte de la SFN obtienen sus señales de entrada del transmisor principal, haciendo innecesario cualquier STL, y transmiten en el mismo canal. Cabe esperar que cada DOCR funcione en RF directa o se convierta a una IF o

banda de base, para luego hacer una nueva conversión a las frecuencias utilizadas en el mismo canal. Sin embargo, a fin de poder constituir una SFN, es necesario que todas las señales de salida de los repetidores se sincronicen entre ellas y con el transmisor principal que las alimenta.

Siguiendo este enfoque, existen dos factores que limitan el funcionamiento de la red. En primer lugar, es probable que la señal del transmisor principal cree distorsiones en múltiples trayectos (pre-eco) en las zonas de cobertura común entre el transmisor principal y los repetidores. A fin de evitar el pre-eco, es necesario que la señal de los repetidores sea dominante en dichas zonas comunes. Cuando se trate de receptores tradicionales (ATSC) puede haber un problema al ser éstos vulnerables a los pre-ecos. En segundo lugar, según la cantidad de retroalimentación de los DOCR que transmiten hacia la antena receptora, la potencia es limitada en la salida de los repetidores.

El CRC ha efectuado varias pruebas para estudiar las diferentes aplicaciones de funcionamiento directo de los OCR en RF y su desempeño bajo diversas condiciones; sus resultados han sido publicados [2, 3]. Este estudio se concentra en la segunda configuración de redes de transmisión distribuida que utiliza «trasladadores distribuidos».

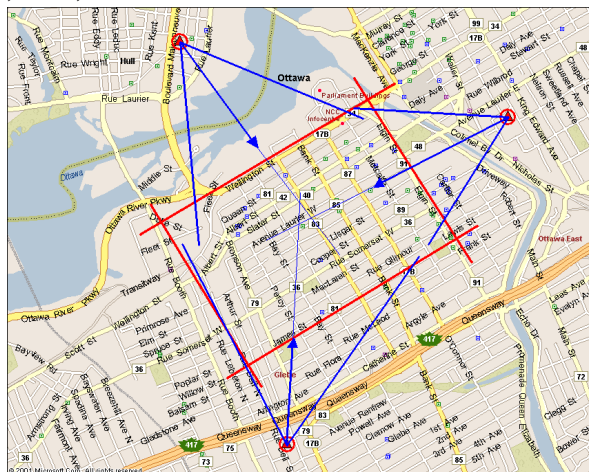
### 6.7.3 Configuración de sistemas y metodologías

La red de transmisión distribuida que tuvo en cuenta el CRC estaba compuesta por tres trasladadores coherentes que recibían señales en el canal 67 (788-794 MHz) desde un transmisor de DTV de potencia media cuya altura de torre y EHAAT eran, respectivamente, 209 metros y 215,4 metros, ubicado a unos 30 km al sur de Ottawa. Este transmisor DTV cubre Ottawa y sus alrededores con una p.r.a. promedio de 30 kW, gracias a un sistema de antenas omnidireccionales con polarización horizontal.

Los trasladadores convertían directamente a RF la señal recibida del canal 67 al canal 54 (710-716 MHz). Todos estaban sincronizados en frecuencia y su tiempo se ajustaba de tal manera que no hubiera retardos de transmisión entre ellos.

Los trasladadores se instalaron en el techo de tres rascacielos situados en el centro de Ottawa, de tal manera que cubrieran un área objetivo rectangular de 1,66 por 1,14 km, y sus potencias de salida, de 15 a 25 vatios p.r.a. (suficiente para cubrir la pequeña zona rectangular), se ajustaron para obtener señales de la misma intensidad en el centro de la zona elegida. En la figura 1 se indican las ubicaciones de los tres trasladadores sincronizados y su zona objetivo. Además, se muestran las direcciones de transmisión de las antenas de los tres trasladadores y sus anchos de haz de 60°. La estación DTV principal que cubre toda la zona de Ottawa, incluyendo el centro de la ciudad donde se encuentra la zona objetivo DTx, está fuera del mapa, en la parte inferior derecha, a una distancia de 25 km del centro de la zona.

**Figura 1 (Estudio de caso Canadá) – Red distribuida de trasladadores de Ottawa. La superficie rectangular objetivo es de 1,6 X 1,14 km**



### 6.7.3.1 Condiciones y puntos de recepción

Se escogieron las condiciones de recepción para dichas pruebas de tal manera que correspondieran al caso menos favorable para el estudio. Se eligió una sola zona objetivo para los tres trasladadores (véase la figura 1) para que éstos crearan varios trayectos múltiples artificiales (ecos activos). Además, el «cañón» del centro de la ciudad, donde se encontraba ubicada la zona objetivo, empeoró la situación por los trayectos múltiples estáticos y dinámicos adicionales debidos a las reflexiones de las señales de los trasladadores en los rascacielos y los vehículos en movimiento (ecos pasivos).

En una plantilla que cubría toda la zona se definieron 59 puntos de medición situados a distancias de 100 a 200 m, en los cuales se efectuaron las mediciones en las aceras a aproximadamente 1,5 m sobre el nivel del suelo, utilizando dos tipos de antenas: una omnidireccional y otra direccional de baja ganancia (la que se suele utilizar para la recepción en interiores) con una ganancia de 5 dB y un ancho de haz de aproximadamente 60°.

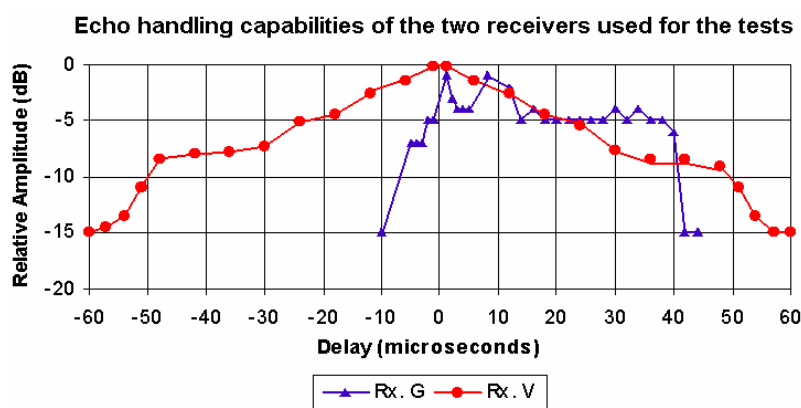
Ambas antenas se activaron conectándolas a un amplificador de bajo ruido (LNA) cuya figura de ruido era 1,2 dB y una ganancia de 20 dB, y se instaló un filtro de banda de paso en el mismo soporte que las antenas.

### 6.7.3.2 Características de los receptores utilizados para las pruebas

Se utilizaron dos tipos de receptores para las pruebas: un prototipo nuevo y uno de antigua generación, teniendo el primero la capacidad de procesar los pre-ecos y los post-ecos con una gama de retardo mayor que el segundo.

En la figura 2 se muestra la atenuación relativa de un solo eco estático con diferentes retardos, en el cual los receptores se encuentran en el umbral de visibilidad (TOV, *threshold of visibility*). Obsérvese que el receptor de antigua generación (receptor G en la figura) pudo funcionar con un eco de aproximadamente -5 dB en la gama de -3 a +40  $\mu$ s, mientras que el de nueva generación (receptor V en la figura) lo hizo procesando los pre-ecos y post-ecos en una gama más amplia de -10 dB con una dispersión de retardo de -50 a +50  $\mu$ s, o con un eco de -5 dB en la gama que va de -25 a +25  $\mu$ s.

Figura 2 (Estudio de caso Canadá) – Desempeño de los dos receptores utilizados para las pruebas



## 6.7.4 Resultados

Durante la primera fase del estudio se verificó la viabilidad de la puesta en funcionamiento de este tipo de red.

En la fase siguiente, se efectuaron mediciones en los 59 puntos considerados dentro de la zona objetivo. En el cuadro 1 se muestran los porcentajes de emplazamientos en los que se logró una recepción satisfactoria.

**Cuadro 1 (Estudio de caso Canadá) – Porcentaje de emplazamientos con recepción satisfactoria**

	DTx (CH-54)	
	Nuevo receptor prototipo	Receptor de generación anterior
Antena de recepción direccional	97%	54%
Antena de recepción omnidireccional	71%	19%
Transmisor principal (CH-67)		
	Nuevo receptor prototipo	Receptor de generación anterior
Antena de recepción direccional	93%	36%
Antena de recepción omnidireccional	44%	10%

En el cuadro se muestran los resultados que se obtienen con una DTx (CH-54) y con un transmisor distante único (CH-67), cuando se emplean un nuevo receptor prototipo y un receptor de generación anterior, tanto para antenas direccionales como omnidireccionales. Se verá que, los resultados obtenidos con la red DTx son sistemáticamente superiores a los obtenidos mediante la configuración de transmisor único.

También se pueden comparar los resultados por tipo de receptor, de antena de recepción o de cobertura. En todos los casos con el receptor de nueva generación se obtuvo una calidad de recepción notablemente superior a la obtenida con el receptor de generación anterior. Aún más, las antenas direccionales parecen superar a las antenas omnidireccionales tanto para la red DTx como para el transmisor único. Esto se debe probablemente al efecto de atenuación que la antena ejerce sobre las señales que provienen de direcciones diferentes a las de la señal principal, efecto similar a cuando se tienen multitrayectos.

Otra conclusión importante es que si se compara la red DTx, con la configuración de transmisor único, en todos los casos mejoraron los resultados que se obtuvieron con el receptor de generación anterior (aunque esta mejora no es siempre significativa). La mejora más significativa se observa cuando se emplea la antena receptora direccional, que con el empleo de transmisión distribuida, aumentó el número de puntos con recepción satisfactoria de 36% (para la configuración de transmisor único) a 54% (para la red DTx).

### 6.7.5 Conclusiones

En este estudio se empleó una red de transmisión distribuida (DTx), compuesta por tres trasladadores coherentes, para abarcar una parte de la zona de cobertura de un transmisor único. Se utilizaron dos tipos de receptores y dos tipos de antenas de recepción, y se hicieron mediciones en los dos canales correspondientes a la red DTx y al transmisor distante único. Las condiciones de recepción fueron más exigentes al escogerse una zona de cobertura común ubicada en el centro de la ciudad la cual es particularmente hostil para la red DTx, y también al efectuar mediciones en las aceras a una altura media sobre el nivel del suelo de 1,5 m.

Los resultados muestran que la red DTx tiene una mejor disponibilidad de recepción que la del transmisor único, especialmente si se emplean antenas receptoras omnidireccionales.

Los resultados también muestran mejoras considerables en la calidad de funcionamiento de un nuevo receptor prototipo en la red de frecuencia única (SFN), en comparación con el receptor de generación anterior empleado en las pruebas. Esto se debe a que el nuevo receptor prototipo presenta grandes mejoras en la capacidad para tratar señales multitrayecto, lo que facilitó la implementación y el funcionamiento fiable de las redes de transmisión distribuidas ATSC.

Otro resultado importante es el efecto, aún en pequeño grado, de la directividad de la antena receptora sobre la recepción. Las antenas de recepción direccionales dieron mejores resultados porcentuales de recepción satisfactoria que las antenas omnidireccionales.

Los resultados de las pruebas también demuestran una mejor recepción en el receptor de generación anterior en una SFN. Sin embargo, dicho receptor era apenas una generación anterior que la del prototipo. Es por lo tanto necesario realizar pruebas adicionales para poder investigar la calidad de funcionamiento de los receptores tradicionales en un entorno de transmisión distribuida.

## 6.8 Estudio de caso: Alemania

Este estudio de caso gira en torno a la transición de la televisión terrenal de la transmisión analógica a la digital en Berlín-Brandeburgo.

Cuando se dejaron de utilizar las últimas frecuencias terrenales analógicas en Berlín-Potsdam el 4 de agosto de 2003, culminó la primera transición mundial de la transmisión de televisión terrenal tradicional a la DTT.

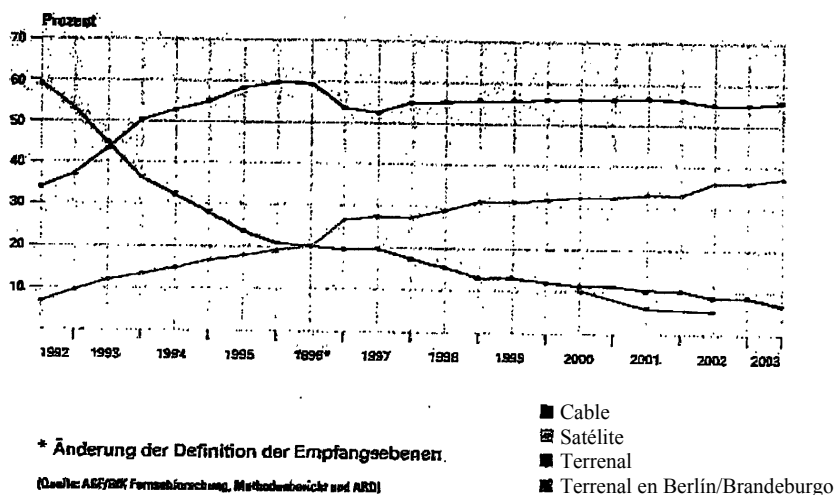
Los resultados de este proceso son alentadores para continuar por esa senda.

El Informe que se muestra a continuación presenta el contexto de fondo de la transición, la experiencia adquirida y las perspectivas que ésta ofrece. Se está preparando la documentación en la que se analiza exhaustivamente este tema.

### 6.8.1 La fase inicial de la transición

#### El declive de la recepción terrenal

El número de hogares que reciben señales radioeléctricas de televisión ha seguido disminuyendo en los últimos años. A nivel nacional, esta tendencia se describe de la siguiente manera:





Pese a la gran variedad de servicios analógicos antes descritos que se ofrecen en Berlín-Brandeburgo, donde se reciben por vía terrenal nada menos que 12 canales, no pudo impedirse que siguiera el declive.

Antes de que se introdujera la DTT, la recepción terrenal tenía las siguientes características:

- 160.000 hogares con recepción terrenal únicamente;
- 90.000 hogares con recepción terrenal para 2 y 3 aparatos;
- 1,8 millones de hogares con aparatos de televisión en toda el área de recepción.

### **Proyecto piloto sobre la DTT y las experiencias con la DTT en el mundo**

- Desde agosto de 1997 se han efectuado pruebas de funcionamiento de la DTT en redes de frecuencia única en el marco de un proyecto piloto conjunto de la Deutsche Telekom, Mabb y el organismo de radiodifusión SFB.
- La primera frecuencia (canal 51, N-TV) hizo su transición de la transmisión analógica a la digital.
- Se estableció la modulación MAQ-16 de índice 2/3 como la mejor tecnología de transmisión para lograr la recepción en interiores portátil.
- El fracaso en el Reino Unido y España de la televisión de abono digital (de pago) pone de relieve que la transición debe llevarse a cabo utilizando el modelo de TV de libre acceso.

### **Marco jurídico para la transición**

A tenor de la iniciativa de radiodifusión digital del Gobierno Federal y los Estados alemanes, la transmisión debe ser completamente digital antes de 2010. En virtud de las disposiciones de la Ley de Telecomunicaciones (TKG), a partir de 2010 las frecuencias de las señales de televisión deben funcionar exclusivamente con tecnología digital.

La transición constituye uno de los principales objetivos del Plan de Acción eEurope de la Unión Europea. Los Estados de Berlín y Brandeburgo fueron las primeras regiones que se adhirieron a esa iniciativa: el oportuno cambio que se introdujo en el tratado sobre servicios de medios de comunicación interestatal que rige la cooperación en virtud de la Ley de Radiodifusión destinada al organismo público de radiodifusión (ORB) sentó las bases para la elaboración de un marco normativo adecuado para la transición. A petición de los Estados, también se introdujeron cambios en el Tratado sobre Radiodifusión Interestatal que rige el servicio de radiodifusión en todos los Estados alemanes, a fin de que los organismos públicos de radiodifusión se sumen al proceso de cambio de tecnología. Asimismo, en el punto 52 se autoriza a los organismos públicos de radiodifusión a suspender gradualmente las transmisiones terrenales analógicas, con ciertas condiciones, para facilitar la construcción y la asignación de capacidades de transmisión terrenal digital en un proceso que se llevará a cabo en varias fases.

De conformidad con el punto 52 del Tratado sobre Radiodifusión Interestatal, cuando se asignen las primeras capacidades de transmisión terrenal digital debe otorgarse preferencia a los servicios de televisión que hasta ahora utilizaban capacidades de transmisión analógica. Además, el Tratado sobre servicios de medios de comunicación interestatal firmado entre Berlín y Brandeburgo exige que después de la transición los operadores de redes de cable sigan retransmitiendo los servicios a los que se le habían adjudicado previamente capacidades analógicas.

En el punto 46 del Tratado sobre servicios de medios de comunicación interestatal se regulan las funciones y la participación del organismo de reglamentación de Berlín-Brandeburgo, Mabb, en el proceso de transición, y se le confiere el derecho de elaborar un estatuto especial que rijan la atribución de frecuencias terrenales digitales. En virtud de ese estatuto, se deben escoger y asignar conjuntamente las capacidades que permitan la transmisión de servicios de radiodifusión, servicios de medios de comunicación y otros servicios. En virtud del derecho civil, la asignación puede llevarse a cabo mediante contratación pública. El Consejo de medios de comunicación de Mabb basó su decisión de 9 de julio de 2001 en esta disposición.

De conformidad con el Memorandum de Entendimiento aprobado el 13 de febrero de 2002:

- los organismos públicos de radiodifusión ARD, ZDF y RBB (sucesora de ORB y SFB desde mayo de 2003),
- los servicios privados de radiodifusión del grupo RTL y ProSiebenSAT.1 Media AG,
- y Mabb,

establecieron los parámetros fundamentales de la transición.

### **El concepto de transición**

El proceso de transición se dividió en tres etapas:

- Durante la primera etapa, al menos un canal analógico de alta potencia tenía que hacer la transición a la transmisión digital a fin de demostrar la calidad de la DTT y brindar orientación a las familias que estuviesen considerando la compra de nuevos receptores.
- En la segunda etapa, los transmisores de alta potencia tenían que hacer la transición a señales digitales; se suspenderían las transmisiones analógicas de todos los organismos privados de radiodifusión y los servicios públicos seguirían transmitiendo analógicamente utilizando exclusivamente frecuencias de baja potencia.
- En la tercera etapa, todas las frecuencias analógicas debían haber completado la transición.

### **Disponibilidad de receptores**

Para aprovechar las ventajas que ofrece la transición, los consumidores tenían que comprar un decodificador de salón o un receptor integrado de televisión. No cabía esperar contar con el apoyo de los servicios de abono (TV de pago) o con subvenciones para el suministro de decodificadores a bajo costo.

El inicio del proceso de transición dependía, por ende, de la obligación de los fabricantes de receptores y comerciantes minoristas de vender estos dispositivos a precios no superiores a 200 EUR al principio de esta fase. Varios fabricantes cumplieron con este requisito previo antes de comenzar el proceso.

Además, tenía que garantizarse la recepción en ondas métricas (Banda III), y los receptores tenían que ser más modernos que los receptores de la DTT que se utilizaban en otros sitios.

## **6.8.2 La transición en curso**

### **Campaña de comunicación**

La campaña de comunicación tenía como objetivo brindar información a los hogares interesados en la transición sin que esto provocara un efecto negativo en los hogares que recibían señales de televisión por cable o por satélite. Para ello, debía informarse a los hogares interesados sobre las distintas etapas de la transición y su incidencia en la recepción de señales de televisión; asimismo, debía brindárseles información detallada y objetiva sobre las ventajas de los distintos modos de transmisión, a fin de que los consumidores pudieran escoger el modo de recepción de televisión que más les conviniera en el futuro. Era necesario ofrecer información especial sobre la DTT, que en esa época aún no estaba disponible.

Junto con los organismos de radiodifusión de televisión se acuñó un concepto de comunicación que la agencia «Die Brandenburg» puso en práctica.

Los propios canales de TV proporcionaron los mecanismos básicos para la campaña: durante las etapas «críticas» de la transición se difundieron ininterrumpidamente anuncios informativos y una barra de noticias deslizante concebidos específicamente para la campaña, con el fin de llegar a todos los hogares interesados en Berlín y Brandeburgo.

Además, los organismos de radiodifusión también brindaban información acerca de la transición en sus noticieros locales y programas de actualidades.

La medida que representó el costo más elevado fue una carta que se envió a todos los hogares en febrero de 2003, en la que se aclaraba una vez más que la transición concernía únicamente a los hogares que captaban las señales de televisión a través de una antena instalada en el techo.

Para facilitar información en las tiendas o información suplementaria, se elaboraron folletos, catálogos y boletines informativos; no se llevaron a cabo campañas publicitarias ni se elaboraron afiches costosos.

Las personas a favor del proceso de transición también trabajaron en estrecha cooperación con la asociación de arrendatarios de Berlín y las asociaciones locales de consumidores. La Junta encargada de la evaluación de la calidad de los productos (Stiftung Warentest) ensayó los receptores al principio y suministró información sobre los resultados.

Durante el proceso de transición se conectó una línea directa para ponerse en contacto con los expertos que trabajaban para los organismos de radiodifusión, Mabb y GARV (la empresa mixta conformada por Mabb, ORB y el organismo de reglamentación promotor de la infraestructura Mecklenburg-Vorpommern). En la línea directa se recibieron cerca de 22.000 llamadas, y sólo 600 de los problemas descritos por teléfono no pudieron resolverse por ese medio.

La campaña se divulgó a través de un sitio web diseñado en cooperación con Deutsche TV-Plattform ([www.ueberallfernsehen.de](http://www.ueberallfernsehen.de)).

Mabb y los organismos de radiodifusión sufragaron el costo de la campaña de comunicación, el cual fue inferior a los 1,2 millones EUR previamente presupuestados.

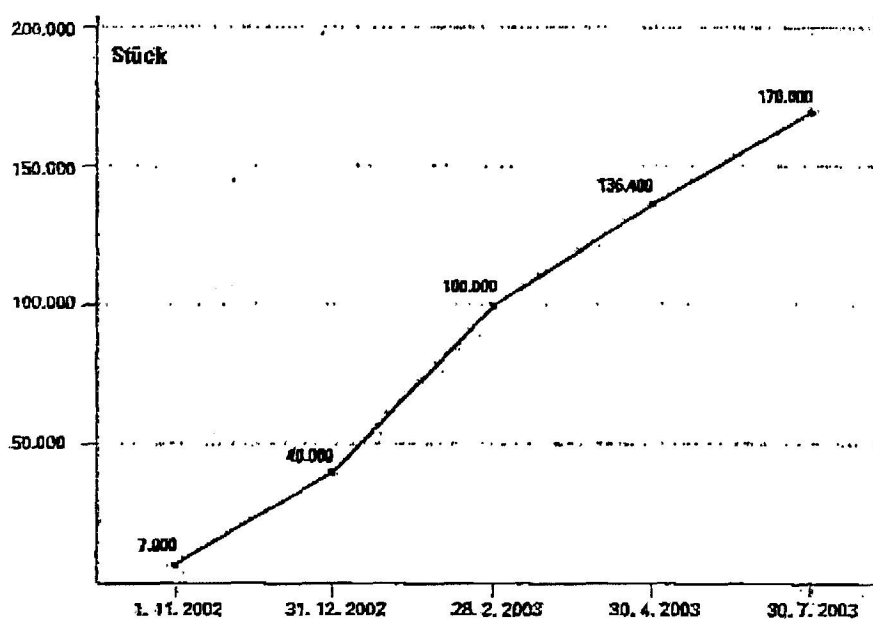
### Receptores (decodificadores de salón)

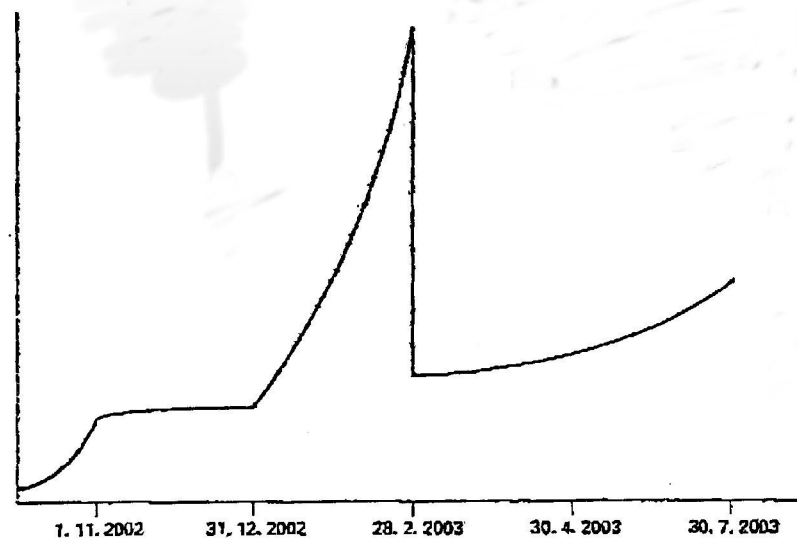
En una serie de eventos que Deutsche TV-Plattform (una asociación formada por proveedores de servicio, operadores de red, autoridades de reglamentación y otros) y la Cámara de Industria y Comercio de Berlín/Potsdam organizado en la primavera de 2002 se informó a los comerciantes minoristas acerca de la transición y los detalles técnicos pertinentes.

La gama de decodificadores de salón a la venta en los almacenes superaron las expectativas de este mercado tan limitado.

El factor que influyó fundamentalmente en la evolución de las ventas fue la fase principal de la transición en febrero de 2003; a partir de entonces, las ventas acusaron una disminución, pero luego volvieron a aumentar.

Evolución de las ventas en cifras





(Fuente: MABB)

### La transición de manera socialmente aceptable

Las partes que intervinieron en el proceso de transición estuvieron de acuerdo en que la dificultad mayor de la misma, y a la que había que encontrar una solución, era cómo lograr que la transición fuera también asequible para los hogares con bajos ingresos.

Los fabricantes de receptores contribuyeron a alcanzar este objetivo ofreciendo aparatos según la fórmula compra-arrendamiento a un precio de 8,50 EUR al mes para los hogares con bajos ingresos durante la fase de introducción. Sin embargo, no se aprovechó mucho esta oferta.

Era indispensable encontrar una solución especial para los hogares con derecho a un aparato de TV en virtud de las leyes de seguridad social de Alemania. Los hogares que dependían de la recepción terrenal tenían derecho a un decodificador de salón. En el marco de un acuerdo con los servicios de seguridad social en Berlín y Brandeburgo, Mabb aceptó ofrecer los decodificadores a bajo costo. El Consejo encargado de los medios consagró un máximo de 1 millón EUR del presupuesto con este fin, a condición de que los servicios de seguridad social sufragaran el 25% de los gastos en concepto de contribución y también se encargasen de evaluar quién tenía derecho a la ayuda. Se ofreció ayuda económica única y exclusivamente durante el periodo de transición, la cual estaba destinada a los hogares que previamente habían captado las señales de televisión sólo a través de una antena instalada en el techo. Asimismo, los servicios de seguridad social tenían que determinar si la recepción por cable o por satélite no resultaba ser una opción más económica en cada caso.

El suministro y distribución de decodificadores de salón y la facturación estuvieron a cargo de la Rundfunkhilfe e. V., una institución creada por la asociación de organizaciones independientes de asistencia social (Freie Wohlfahrtsverbände). Esta organización distribuyó cerca de 6.000 aparatos.

Dicha distribución puso de manifiesto que había una gran demanda en los distritos occidentales y en Berlín-Mitte, mientras que en las zonas más alejadas de Berlín y en las ciudades del Estado de Brandeburgo la demanda era limitada (véase el mapa de distribución).



Se facilitó la coordinación internacional gracias al interés que mostraron los demás Estados europeos por los debates sobre la transición, especialmente países limítrofes como Polonia.

### **Transición de las redes de cable, información de la industria de la construcción**

Dado que los operadores de red y los operadores de sistemas de antenas comunitarias utilizan una parte del segmento de la cadena de transmisión terrenal para transmitir los servicios por las redes de cable o por los sistemas de distribución a las viviendas, también fue necesario efectuar algunos cambios en este proceso de transmisión. Para continuar prestando el servicio a los hogares conectados se emplearon, después de la reconversión analógica, los sistemas de recepción por satélite y se transmitieron los servicios terrenales digitales por las redes.

Incluso antes de comenzar la transición, se examinó exhaustivamente la cuestión bajo la asesoría de GARV; se informó al sector de la construcción y a los operadores de red de cable acerca de las medidas que se iban a adoptar en la etapa preliminar. También se utilizó por primera vez la transposición de señales terrenales digitales en redes de cable analógicas, y se analizaron y resolvieron casi sin excepción los problemas que surgieron.

La mayoría de los operadores de cable y empresas constructoras superaron esos obstáculos; así se pudo reducir al mínimo la cantidad de problemas que surgieron durante la transición y la gravedad de los mismos.

### **Financiación de la transición**

La complejidad técnica de la transición de la transmisión analógica a la digital va acompañada de la dificultad para financiar la instalación de la DTT: la comunicación y la información están entre las tareas más importantes que deben llevar a cabo la autoridad de reglamentación y sus asociados, es decir, los organismos públicos de radiodifusión financiados con los derechos de licencia, y los organismos comerciales de radiodifusión que se financian por medio de la publicidad. Es un deber del Estado lograr la aceptación social de la transición. La reconstrucción de las estaciones transmisoras es responsabilidad de la Autoridad de Reglamentación de Telecomunicaciones y Correos que escoge a los operadores y asigna las licencias en el marco de un proceso de licitación.

Cierto porcentaje de los ingresos generados por los derechos de licencia otorgadas a los organismos públicos de radiodifusión se destina a actualizar las tecnologías de transmisión: en el monto del derecho de licencia que la comisión impone a los organismos públicos de radiodifusión para su funcionamiento (KEF) se incluye explícitamente la DTT. En Alemania, la red de la ARD dispone de un presupuesto anual de 18,4 millones EUR, mientras que con los fondos de la ZDF, que ascienden a 9,2 millones EUR por año, debe financiarse el desarrollo de nuevas infraestructuras.

A diferencia de los organismos públicos de radiodifusión, las entidades privadas no cuentan con esas opciones de financiación. En su caso, la transición no produce ingresos suplementarios sino que, por el contrario, podría incluso hacerles perder clientes. Sin embargo, era esencial incluir los servicios comerciales en todo el lote de servicios DTT a fin de estimular a los consumidores para que invirtiesen en el nuevo receptor.

En virtud del Tratado sobre Radiodifusión Interestatal, las autoridades de reglamentación pueden otorgar apoyo financiero a actividades destinadas a mejorar la infraestructura técnica con cargo a sus presupuestos, cuyo monto se determina a partir de un porcentaje fijo de los ingresos generados por los derechos de licencia. En realidad, la transición se materializó a medida que los organismos privados de radiodifusión devolvieron las licencias que se les habían asignado para la transmisión analógica. A cambio, Mabb prestó asistencia a los organismos privados por un periodo limitado.

Al ofrecer dicha asistencia, Mabb tuvo en cuenta el hecho de que, de todos modos, las entidades privadas se hubieran visto obligadas a sufragar los gastos en que habrían incurrido de haber continuado utilizando la tecnología analógica.

Los fondos otorgados anualmente a un canal oscilan entre 60.000 y 70.000 EUR, dependiendo de su diseño tecnológico.

Los dos principales grupos privados de radiodifusión, RTL y ProSiebenSAT.1 Media AG, acordaron transmitir sus servicios durante un mínimo de cinco años con tecnología terrenal digital para convencer a los consumidores de las ventajas que entraña la compra de un nuevo receptor.

Mabb también financió la transición de la BBC World y la FAB, el organismo comercial de radiodifusión local de televisión, los cuales también devolvieron sus frecuencias analógicas en condiciones similares.

También se ayudó económicamente a otros organismos de radiodifusión a los que hasta la fecha no se les habían asignado frecuencias terrenales, por cuestiones de equidad.

### **Asignación de capacidades**

El Tratado sobre servicios de medios de comunicación interestatal Berlín-Brandeburgo autoriza la asignación de capacidades en virtud del Estatuto sobre DTT promulgado por Mabb para tener en cuenta las particularidades de la transmisión digital y el proceso de transición de analógico a digital.

Las capacidades que se han de asignar a las entidades públicas de radiodifusión y a los grupos privados de televisión pueden adjudicarse como múltiplex completos en virtud del derecho civil, a condición de que otras entidades de radiodifusión dispongan de al menos dos múltiplex y éstos se utilicen para nuevas aplicaciones.

Mabb puso a licitación las capacidades disponibles de conformidad con la decisión adoptada por su Consejo de medios de comunicación el 8 de mayo de 2002.

Hasta ahora, los hechos han demostrado que no hay escasez de capacidades, dado que muchos organismos de radiodifusión no están en condiciones de sufragar los costos adicionales que ocasiona la transmisión terrenal digital porque no se les habían asignado previamente capacidades terrenales.

Por el momento hay varias aplicaciones en espera, ya que éstas sólo podrán utilizarse en las etapas siguientes a la instalación de la DTT.

Aún no se ha tomado una decisión sobre las capacidades que van a utilizarse para los primeros servicios de abono (televisión de pago). Otro problema que necesita aclaración es la cuestión relacionada con el volumen de capacidades que se han de otorgar para las nuevas aplicaciones y combinaciones de servicios de televisión y otros servicios. Se han dado a conocer varios enfoques con este propósito en los que se contemplan proveedores de telefonía móvil.

### **6.8.3 Experiencias y resultados obtenidos durante el proceso de transición en Berlín-Brandeburgo**

#### **La transición se llevó a cabo en el momento oportuno**

El despliegue de la DTT no pudo haberse llevado a cabo antes dado que el costo de los receptores hubiera tenido un efecto disuasivo en su aceptación. Tampoco habría podido llevarse a cabo después, aún cuando en el marco de la iniciativa de radiodifusión se había fijado 2010 como fecha límite para completar la transición.

Los incentivos para la transición disminuyen en proporción directa a la reducción del número de hogares que captan las señales de televisión por ondas radioeléctricas; cuanto menos hogares hay, menos interés suscita este modo de transmisión en los organismos privados de radiodifusión de televisión. Sin embargo, sin la participación de las entidades privadas de radiodifusión en la transmisión terrenal, ésta sólo podría proseguir gracias a un aumento del apoyo del público.

La aceptación de los organismos de radiodifusión y de los consumidores es el requisito previo fundamental para que la transición se lleve a cabo.

En cualquier proceso de transición deben evaluarse los distintos intereses en juego y establecer un compromiso entre ellos. Toda gama atractiva de servicios a los consumidores debe incluir las iniciativas de las entidades públicas y privadas de radiodifusión.

Si no se dejan de utilizar las señales analógicas y se lleva a cabo rápidamente la transición, es poco probable que los consumidores y las entidades de radiodifusión acepten de buen grado la DTT.

Únicamente si se dejan de utilizar las frecuencias analógicas de alta potencia se podrá asegurar la disponibilidad del espectro necesario para que los consumidores puedan aprovechar las ventajas que ofrece la DTT. Entre esas ventajas cabe mencionar una variedad suficiente de servicios atractivos y una recepción en interiores portátil sin necesidad de recurrir a un sistema de televisión por cable.

Para los organismos de radiodifusión era esencial evitar la duplicación de costos como resultado de la utilización concomitante de la transmisión analógica y la digital (difusión simultánea); las entidades privadas de radiodifusión no hubieran estado en condiciones de sufragar esos gastos.

Los fondos disponibles no habrían sido suficientes para seguir explotando simultáneamente estos sistemas de transmisión, ni para aumentar la ayuda económica que se otorgaba a los organismos privados de radiodifusión; gastar dinero de esta manera habría sido contrario a los principios económicos de utilización de fondos.

Para llevar a cabo la transición, es fundamental encontrar una solución para los organismos privados de radiodifusión que se financian exclusivamente con las ganancias provenientes de los anuncios publicitarios.

Para los consumidores la DTT resulta interesante en la medida en que no ocasiona gastos adicionales, mientras que para las entidades privadas de radiodifusión la transmisión terrenal representa un modo de transmisión costoso dado que, a diferencia de la recepción por cable, los consumidores no contribuyen a sufragar los gastos de prestación del servicio.

Por el momento, no se pueden obtener ganancias adicionales debido a que la audiencia actual de la DTT no despierta gran interés entre las empresas dedicadas a la publicidad.

No obstante, las entidades privadas de radiodifusión deberían estar interesadas en mantener el tercer modo de transmisión, dado que éste les evitaría depender únicamente de la distribución por cable o por satélite, y por otro lado les permitiría crear nuevas aplicaciones móviles y portátiles.

La DTT reviste especial interés para los consumidores y para la creación de una infraestructura de radiodifusión que tenga cierta importancia para el público en general. Ésta es una de las razones por las que se han invertido fondos públicos en la instalación de la DTT.

Otro argumento a favor de la transición es que ésta permite una utilización rentable de los ingresos en concepto de derechos de licencia.

Los organismos públicos de radiodifusión gastan anualmente 305 millones EUR en la distribución terrenal de sus servicios. Sin embargo, el número de espectadores que reciben los servicios por señales radioeléctricas sigue disminuyendo. En virtud del Tratado de Radiodifusión Interestatal, los organismos públicos de radiodifusión pueden hacer la transición de sus sistemas a la transmisión digital, pero no deben suspender por completo y de manera repentina la transmisión analógica. La transición de la transmisión analógica a la digital sólo puede lograrse si los organismos privados de radiodifusión deciden hacer lo mismo.

El mundo de la transmisión analógica se caracterizaba por el desarrollo independiente de diversas infraestructuras; como consecuencia de ello, por el momento no se ha ideado un sistema general de financiación para la transmisión digital. En su lugar, las entidades públicas de radiodifusión aplican su propio método, mientras que los organismos de reglamentación promueven el tipo de financiación de infraestructuras que han de usar los organismos privados de radiodifusión. Sin embargo, si se considera en su



conjunto el desarrollo de infraestructuras, parecería que la reasignación del dinero que hasta ahora se destinaba a la transmisión analógica bastaría para financiar en su totalidad la infraestructura digital, a condición de que se renuncie a la idea de lograr la cobertura terrenal de todo el territorio y a la estrategia de colmar las lagunas existentes en las zonas rurales en cuanto a transmisión terrenal se refiere; ya hace tiempo que la transmisión por satélite ha convertido este enfoque en algo obsoleto.

En lo que respecta a los consumidores, la transición resulta ventajosa.

Incluso donde se dejaron de utilizar los servicios analógicos, la transición causó menos inconformismo del que se había previsto.

De manera casi deliberada, en la transición no se contaba con el funcionamiento simultáneo (difusión simultánea), pues eso habría significado que la transmisión analógica sólo se dejaría de utilizar una vez que el 90% de los hogares recibiera el servicio de televisión terrenal digital. Tal como lo demuestra la experiencia, un número considerable de espectadores está de acuerdo con que se dejen de utilizar los sistemas analógicos, a condición de que exista un sustituto adecuado para los mismos.

Se logró propagar la idea de que únicamente se podía garantizar el tercer modo de transmisión modernizando la tecnología. Es probable que la gente no hubiese aceptado que se dejara de utilizar el antiguo sistema si no se hubiera propuesto otro sistema para reemplazarlo.

El valor añadido que entraña la recepción de más servicios, por los cuales se paga un derecho de licencia, pero que antes no estaban disponibles por medios terrenales, debido a la escasez de capacidades de transmisión (por ejemplo, Arte, 3Sat, Kinderkanal, Phoenix), así como la mayor calidad de recepción (independencia de los sistemas de TV por cable y de la recepción en interiores portátil), bastaron para mostrar a los consumidores las ventajas de la DTT en los hogares. Diversos comentarios formulados por los espectadores sobre estos servicios, así como sobre los servicios no disponibles (por ejemplo, BR) contradicen la afirmación de que los espectadores que normalmente recibían la señal de televisión por ondas radioeléctricas se contentarían con un menor número de servicios –en realidad ocurre todo lo contrario.

Se aceptaron los receptores digitales pese al gasto adicional que representaba su adquisición, aun cuando todavía presentan algunas desventajas en comparación con la recepción analógica (costo adicional por los decodificadores de salón, un aparato adicional por TV o magnetófono, problemas de transición con el sistema de programación de vídeo, VPS).

Al parecer los consumidores aceptan el hecho de que recibir más servicios lleve aparejado un gasto suplementario, ya sea por los correspondientes cánones, como es el caso de la recepción por cable, ya sea en concepto de un gasto único por la compra de una antena parabólica o un decodificador de salón para la recepción terrenal digital.

### **La expansión del mercado de los receptores**

El mercado de los receptores se caracteriza por vender receptores fijos que utilizan principalmente tecnología de recepción por satélite. En poco tiempo surge una vigorosa competencia lo que trae como resultado una disminución considerable de los precios en beneficio de los consumidores.

La transición en Berlín sólo se logró gracias a las sinergias entre la gama de productos de la DTT, lo que permitió que los receptores fijos se vendieran a bajo costo, y porque Berlín aprovechó las experiencias de otros países.

Durante las promociones especiales de ventas los precios bajaron a menos de 100 EUR por decodificador de salón. En la fase crucial, los minoristas apoyaron la introducción de la DTT con campañas publicitarias en gran escala.

Como ocurre cada vez que se introduce por primera vez una tecnología, cabía prever que la introducción de la DTT plantease algunas dificultades. El equipo sólo podía ensayarse después de haberse puesto a la venta, y no existía ningún certificado de «apropiado para la DTT». La sensibilidad de los receptores o de las antenas de interiores, incluso en condiciones de recepción problemáticas, sólo podía ponerse a prueba una

vez que la tecnología o los dispositivos se hubieran comenzado a utilizar; la calidad de la recepción variaba según el tipo de receptor. La facilidad de manejo también era variable, al igual que el programa informático utilizado, lo que creó algunos problemas durante la transición y el necesario reajuste de los canales.

Se comprobó que era imposible adoptar medidas de consumo entre los fabricantes de receptores; los resultados de las consultas llevadas a cabo con comerciantes al por menor diferían.

Pese a que un número considerable de hogares afectados por la transición no estaban preparados para adquirir los decodificadores más modernos y tenían poca experiencia en la utilización de equipos digitales, el número de quejas y de problemas que surgieron fue muy reducido.

Para la mayoría de los consumidores, los servicios adicionales disponibles de buena calidad fueron satisfactorios, y la guía electrónica de programas (EPG) se aceptó como una útil herramienta suplementaria. En cuanto a los servicios interactivos adicionales, será necesario ajustar en gran medida las especificaciones de los receptores.

Otra cuestión a la espera de una solución es la descarga de nuevos programas informáticos por ondas radioeléctricas. Este servicio es necesario dado que no todos los hogares tienen acceso a internet o pueden descargar programas informáticos a través de la web.

Como resultado de la experiencia adquirida durante la transición de la tecnología analógica a la digital en Berlín-Brandeburgo se disiparon algunas de las reservas que se tenían con la televisión digital. Hasta ese momento, se había asociado a la televisión digital con la TV de abono (de pago), y el decodificador digital en Alemania había sido objeto de crítica. Estos cambios de percepción podrían resultar favorables para la digitalización de otros modos de transmisión.

La transición rápida ha abierto todo el espectro de bandas de frecuencias para la prestación de servicios digitales, para la creación de más canales de televisión y otras aplicaciones.

La digitalización brinda a los actuales usuarios de las bandas de frecuencias la oportunidad de ampliar la gama de servicios que se les ofrecen.

Al mismo tiempo, otros proveedores que antes no ofrecían sus servicios por sistemas terrenales ahora pueden acceder a dichas capacidades.

Con excepción de los servicios de radiodifusión, existe la posibilidad de desarrollar otras aplicaciones y, en particular, servicios interactivos.

Así pues, se intensificó la competencia en este modo de transmisión.

### **Infraestructuras concurrentes**

La popularidad de la transmisión terrenal está aumentando y constituye una alternativa para la recepción por cable, especialmente en las zonas con una densidad demográfica elevada, en las cuales la recepción por satélite se ve obstaculizada frecuentemente.

Los consumidores se muestran complacidos con esta alternativa por cuanto les permite evitar la dependencia exclusiva de la recepción por cable.

En comparación con la recepción terrenal, el cable ofrece ciertas ventajas, especialmente el mayor número de servicios que pone a disposición y las opciones que ofrece para las aplicaciones interactivas.

Además, aunque no está digitalizado, el cable presenta la ventaja de ser cómodo y fácil de utilizar, una cualidad de gran importancia para los espectadores de la tercera edad. No obstante, esta comodidad representa un obstáculo para el desarrollo de nuevas tecnologías de recepción. La recepción digital por satélite y la recepción terrenal digital servirán de base para la elaboración de normas sobre tecnología. La competencia debe ser un incentivo para que los operadores de cable saquen mayor provecho de los servicios de cable, aun cuando el margen para aumentar el precio sin aumentar la calidad sea menor.

Una gama más amplia de productos satisface la demanda de los consumidores: muchos, consumidores aceptan menos servicios de televisión y la recepción por un segundo o un tercer aparato aumenta.

### **Experiencias logradas durante la campaña de comunicación**

Exigió mucho tiempo y esfuerzos la elaboración de una estrategia de comunicación adecuada para los proveedores de servicios de televisión y el organismo Mabb, sobre todo porque había una gran variedad de ideas pero ninguna experiencia previa en la cual inspirarse.

El primer paso fue acordar que la campaña de comunicación no girara en torno a la promoción de un nuevo producto, es decir, un rival de la televisión por cable, sino que apuntara a informar al público acerca de un cambio inminente de tecnología que afectaba a muchos hogares. Se consideró conveniente reemplazar el término «DTT» por «Televisión sin fronteras». No obstante, este término era susceptible de inducir a error, dado que el concepto exigía que los consumidores realizaran ciertas actividades para que las condiciones de recepción fueran idóneas.

Lo que resultaba atípico en comparación con otros países era que en Berlín-Brandeburgo no había operador de plataforma, como ocurre con las redes de cable o la cadena de satélites ASTRA, o Digitenne, que promociona el nuevo modelo de transmisión en los Países Bajos.

### **Experiencia adquirida hasta la fecha con la migración: la recepción terrenal atrae a los espectadores más jóvenes**

Las tendencias observadas hasta el momento muestran que la recepción terrenal atrae a espectadores más jóvenes, lo que propicia la compra de dos o tres aparatos de televisión en los hogares. Por consiguiente, gran parte de los hogares con servicio terrenal siguen abonados a este tipo de recepción. Entre los hogares que migran a la recepción por cable se encuentra un porcentaje considerable de espectadores de la tercera edad, en parte debido a que este tipo de recepción es más cómoda, pero sobre todo porque las asociaciones de constructores suspendieron el servicio de recepción terrenal.

Por otro lado, sin embargo, la recepción DTT de buena calidad está cobrando importancia, ya que es una alternativa para aquellos consumidores descontentos con los servicios disponibles por cable. En este contexto, el incremento del precio puede influir tanto como el servicio prestado por los operadores de cable y la ampliación de la gama de servicios disponibles por el mismo medio.

Se espera obtener más resultados de las investigaciones en materia de transición realizadas por los organismos ARD y ZDF.

Sin embargo, pasarán dos o tres años antes de obtener información más detallada sobre el grado de interés que suscita en los consumidores la recepción terrenal, sobre todo porque la recepción portátil y móvil aún se encuentra en una fase inicial.

### **Experiencia adquirida con la reglamentación y la mediación**

El proceso de transición se pudo llevar a cabo gracias al marco flexible creado por el Tratado sobre servicios de medios de comunicación interestatal Berlín-Brandeburgo y el Estatuto sobre DTT. El marco de reglamentación que se utilizaba en el ámbito analógico no hubiera sido suficiente, ya que debía alentarse a los proveedores de servicio que utilizaban las bandas de frecuencias analógicas a que hicieran la transición hacia la transmisión digital. Los acuerdos celebrados en forma de contrato resultaron particularmente idóneos para lograr este objetivo, por cuanto éstos contemplan todos los aspectos reglamentarios de la asignación de capacidades, los mecanismos de ayuda y los calendarios.

Mabb demostró ser capaz de actuar como mediador entre las distintas partes interesadas, dado que es la empresa encargada de asignar capacidades tanto a las entidades públicas de radiodifusión como a las privadas, y realizó numerosas investigaciones sobre todos los aspectos de la digitalización.

Los procedimientos acelerados de toma de decisiones resultaron muy útiles en este contexto: el Consejo de medios de Mabb había decidido hace tiempo cofinanciar las actividades relativas a la comunicación y la aceptación por el público, mientras que las comisiones análogas de la ARD y la ZDF no concluyeron sus deliberaciones oportunamente.

#### **6.8.4 Nuevas perspectivas**

##### **La transición es apenas el comienzo de nuevos avances**

Durante el proceso de transición el objetivo principal era lograr que los consumidores aceptaran la transición, aunque ésta tuviera algunos efectos colaterales, entre otros el de tener que dejar de utilizar las bandas de frecuencias analógicas y sufragar los costos adicionales de la adquisición de nuevos receptores.

Se logró alcanzar plenamente este objetivo gracias a una nueva alternativa muy interesante para la recepción estacionaria.

Sin esta base, no se pueden crear nuevas aplicaciones y nuevos grupos de consumidores, y por ende no habría sido posible convencer a la gente de dejar de utilizar las bandas de frecuencias analógicas si no se hubieran propuesto atractivas soluciones de sustitución.

En la actualidad, el objetivo debe ser la promoción de las numerosas ventajas que ofrece la DTT, incluidas las aplicaciones portátiles y móviles, junto con los nuevos avances en materia de tecnología de recepción digital.

Con el fin de imprimir mayor dinamismo a este proceso, otras ciudades de Alemania deben seguir el ejemplo de Berlín.

##### **Algunos detalles sobre las próximas fases de desarrollo: Perfeccionamiento de los receptores y las antenas fijos**

La calidad de funcionamiento cada vez mayor y el abanico de posibilidades que ofrecen los decodificadores de salón en el sector de los satélites también resulta provechoso para la DTT; entre estas ventajas figuran los discos duros para el almacenamiento.

También cabe prever una mejora en la sensibilidad de recepción de los equipos receptores. En lo que respecta a la DTT, esa mejora se advertirá sobre todo en las antenas de varilla. Las actividades que se han llevado a cabo hasta la fecha en este ámbito han sido limitadas por falta de coordinación con el sector de satélites.

La tecnología inalámbrica cobrará incluso más importancia cuando aumente la recepción móvil y portátil.

Se debe considerar la posibilidad de otorgar una garantía por los receptores antes de continuar con el proceso de transición, de modo que pueda asegurarse el acceso a las aplicaciones adicionales con todos los receptores.

El establecimiento de normas básicas sobre la sensibilidad de recepción y la facilidad de utilización, por ejemplo la sintonización de canales, debería ayudar a reducir los problemas durante la transición. Debe tenerse especialmente en cuenta la concepción de equipos receptores adaptados para personas con discapacidades.

##### **Promoción de la utilización interactiva mediante la Plataforma Doméstica Multimedia (MHP)**

Debido a la amplia gama de receptores a la venta y a la creación de un mercado de compra, se necesitará una norma abierta a fin de garantizar que los receptores sean adecuados para los servicios interactivos. La MHP ofrece una norma que reúne estos requisitos.

El mercado para la DTT, sin embargo, sólo sentará las bases económicas necesarias para la prestación de los nuevos servicios en cooperación con el mercado de satélites.

Por consiguiente, no es de extrañar que se introduzca la MHP junto con una tecnología que también facilite los procedimientos de direccionamiento y de facturación.

En este caso también, la concertación de contratos relativos al mercado de los satélites y al mercado de la DTT es la manera más idónea de continuar con el proceso.

### **Receptores portátiles**

Los aparatos portátiles con receptores y antenas integrados pueden poner en primer plano la ventaja fundamental de la DTT, a saber, la recepción de señales de televisión en un aparato portátil en diferentes lugares.

Una disminución en los precios, como ocurrió con las pantallas planas, conjuntamente con los receptores integrados, permitiría mirar la televisión en muchos lugares donde hasta ahora nunca se había hecho, por ejemplo en la cocina o un barco que navega.

A mediano plazo, la medición del número de espectadores que miran televisión en receptores portátiles cobrará especial importancia, pues la tecnología utilizada hasta el momento correspondía a los receptores fijos; la recepción portátil adquirirá particular importancia para las empresas privadas de radiodifusión.

### **Aplicaciones móviles – Creación de la DTT-H**

Tomando como base la DTT, pueden crearse nuevos procedimientos de transmisión particularmente adecuados para la recepción en aparatos de bolsillo (agendas personales digitales y teléfonos móviles). Las pantallas más pequeñas y las nuevas tecnologías de compresión facilitan la transmisión de trenes de vídeo más grandes de los que se transmitían hasta el momento con la recepción fija.

El espectro de bandas de frecuencias que se ha puesto a disposición gracias a la transición hacia la DTT permite que nuevas aplicaciones de este tipo puedan probarse y utilizarse en estructuras híbridas con redes móviles de comunicación.

Asimismo, la interconexión con redes móviles de comunicación ofrece la ventaja de la facturación, y con ella la posibilidad de ampliar las opciones de financiación para las rutas de transmisión terrenal.

Las rutas de transmisión de radiodifusión digital permiten transmitir contenidos audiovisuales a bajo costo, especialmente contenidos que atraen a un mayor número de espectadores (por ejemplo, transmisión en directo de partidos de fútbol). El porcentaje del canon que ha de utilizarse para financiar contenidos es muy superior al de las aplicaciones 3G, que también ocasionan gastos elevados de transmisión para las aplicaciones de banda ancha. Esto constituye otro incentivo para la creación de nuevos contenidos con destino a la transmisión móvil.

### **Perspectivas nacionales para la DTT**

La aceptación de la transición en Berlín-Brandeburgo constituye una base sólida para continuar con el proceso de transición en las principales zonas urbanas de Alemania.

De este modo, los problemas relativos a las bandas de frecuencias podrían resolverse si se comienza la transición a la DTT en las zonas urbanas.

La experiencia adquirida con las comunicaciones y la aceptación social podría servir para los procesos de transición que se lleven a cabo en otros lugares.

No obstante, por el momento no se considera realista llegar a un acuerdo sobre un concepto nacional que sirva para resolver toda la gama de problemas relacionados con la transmisión terrenal y su financiación.

La transición en las principales zonas urbanas de Alemania servirá de incentivo para las actividades posteriores y facilitará la ampliación del mercado, sobre todo brindando a los consumidores la oportunidad de determinar los futuros avances en función de sus preferencias.

La rápida interrupción de la utilización de la transmisión analógica, como quedó demostrado con la instalación de la DTT en Berlín-Brandeburgo, es una condición previa para el futuro de la televisión digital, pues de lo contrario se plantearán problemas similares a los que encontró la radiodifusión sonora digital (DAB).

### **Evaluación de las experiencias para otros procesos de digitalización**

La experiencia adquirida durante la transición en Berlín-Brandeburgo puede ayudar a identificar, y probablemente incluso a resolver, los problemas que podrían surgir durante los otros procesos de digitalización.

Mientras que la digitalización de la transmisión por satélite se expande impulsada por el mercado, la digitalización de las redes de cable todavía se encuentra obstaculizada con graves problemas, al igual que la digitalización de la radiodifusión sonora (DAB).

La transición en Berlín-Brandeburgo ha demostrado que puede resultar provechoso apartarse de caminos recorridos. Las políticas de los medios de comunicación deben inspirarse en la experiencia y promover la digitalización en otras regiones.

Es hora de hacer frente a los próximos desafíos: el desarrollo de las aplicaciones portátiles y móviles y su conexión con otras redes móviles de comunicación.

## **6.9 Estudio de caso: Guinea**

### **6.9.1 Aspectos jurídicos y reglamentarios**

Hay que reconocer que la radiodifusión sonora y de televisión analógica no está muy desarrollada en algunos países africanos como, por ejemplo, en la República de Guinea, donde la radiodifusión sonora se introdujo tan sólo en 1952 y la de televisión en 1977.

El medio de transmisión utilizado inicialmente fue la red de relevadores radioeléctricos, instaurada en 1977.

Hoy en día, esta red cuya explotación está a cargo del Departamento de Correos y Telecomunicaciones, y ha sido digitalizada en un 85%, no transporta señales sonoras y de televisión debido al progreso de la radiodifusión por satélite que propicia el Gobierno. No obstante, estamos convencidos de que el rápido avance de la radiodifusión sonora y de televisión acarrearán forzosamente la digitalización gracias a la liberalización de la esfera audiovisual.

### **Marco jurídico y reglamentario para la DTT**

En la República de Guinea, las infraestructuras y los instrumentos propicios para el rápido despliegue de la radiodifusión sonora y de televisión pueden encontrarse en distintos sectores; el Ministerio de Información gestiona gran parte de los equipos (transmisores de radio y televisión, estudio), mientras que el Ministerio de Correos y Telecomunicaciones controla otros equipos (transmisores radioeléctricos de onda corta y media e instalaciones de transmisión terrenal de relevadores radioeléctricos). El Gobierno estaría mejor asesorado, con la ayuda de los actores que luchan en favor del desarrollo, si agrupara bajo la misma autoridad a los distintos medios de comunicación, en espera de la liberalización de la esfera audiovisual.

## 6.9.2 Aspectos técnicos

Existen dos alternativas para efectuar la migración de la radiodifusión analógica a la DTT:

- suprimir el sistema analógico y crear una red totalmente digital; o
- instalar un sistema híbrido (analógico y digital).

La segunda alternativa parece la más adecuada para los países en desarrollo, dado que implica utilizar la red analógica ya existente acondicionándola previamente y creando diversos sitios. No obstante, el requisito primordial para lograr que la red DTT sea más funcional consiste en redistribuir (replanificar) las frecuencias utilizadas, que será la tarea de la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones (CRR) en los próximos meses.

Además, el hecho de que nuestros Estados utilicen actualmente la red de relevadores radioeléctricos para emitir sus señales de radio y televisión nos permite recomendar a los países que comparten fronteras que vuelvan a planificar conjuntamente sus frecuencias y escojan un único sistema de televisión digital, a saber, la DVB-T, que técnicamente se adapte mejor que las normas ATSC(A) e ISDB-T(C). La norma B(DVB-T) es menos costosa y más ventajosa para los países en desarrollo durante el periodo de transición. Esta medida permitirá realizar tareas de consulta regional más fructíferas destinadas a armonizar las instalaciones técnicas que se utilizarán para implantar equipos de radiodifusión digital.

## 6.10 Estudio de caso: Federación de Rusia

### **Bases estratégicas para efectuar la transición de la radiodifusión analógica a la digital en cada región (teniendo en cuenta la experiencia de la implantación de la radiodifusión DVB-T en la región rusa de Primorsky)**

La modernización de las redes regionales de radiodifusión tiene por objeto actualizar el microprograma de transmisión de la red de radiodifusión sonora y de televisión en la región, ampliar el abanico y la lista de servicios que prestan los operadores de radiodifusión a sus usuarios, aumentar los ingresos de los operadores y convertir gradualmente a dicho operador en un proveedor de paquetes de información para la región, con todo lo cual se podrán resolver problemas tanto comerciales como sociales.

### **6.10.1 Estrategia global de actualización de la red regional de transmisión sonora y de televisión y transición hacia la radiodifusión digital en la región**

Por lo general, el grado de desgaste de los transmisores analógicos que funcionan en la región es muy elevado. La vida útil de muchos transmisores ya ha llegado a su fin. La sustitución de transmisores analógicos inservibles por equipos analógicos nuevos no parece tener sentido desde el punto de vista tanto técnico como económico, puesto que en la transición hacia la radiodifusión digital será preciso sustituirlos por transmisores digitales, mucho antes de que lleguen al fin de su vida útil. Además, no hay manera de compensar estos costos de sustitución dado que la radiodifusión analógica es incapaz, en principio, de admitir los nuevos servicios y productos de información que la población estaría dispuesta a comprar y que podrían generar ingresos adicionales a los operadores de radiodifusión. A este respecto, valdría al parecer la pena efectuar sin demora la transición hacia la radiodifusión digital en la región.

No cabe duda de que la transición hacia la radiodifusión digital debería llevarse a cabo en el marco de los acuerdos actuales en materia de frecuencias, es decir, habría que difundir los programas de televisión digital en las mismas bandas de frecuencias utilizadas en la radiodifusión analógica. Esto significa que la transición repentina hacia la radiodifusión digital debería ir acompañada de la supresión de la radiodifusión analógica de los mismos programas en la misma zona de cobertura donde se lleva a cabo dicha transición.

Es evidente que no se puede efectuar una transición repentina hacia la radiodifusión digital sin dotar a la población de receptores digitales como, por ejemplo, unidades de adaptación multimedios de abonado (STB). La transición hacia la radiodifusión digital puede efectuarse únicamente si los abonados disponen de una STB, para que no se resientan los intereses de ningún grupo pequeño en el proceso de transición. Los operadores de radiodifusión no se encargan de suministrar esas unidades a la población. Sin entrar en detalle

en lo que respecta a la organización de dicho suministro, cabe mencionar que este problema debe resolverse por medio de la financiación local de un programa de objetivos globales que debería aplicar la administración regional con ayuda de inversiones privadas. Si bien la carga financiera debería repartirse entre las estructuras comerciales de la región, la gran mayoría de ellas muestra interés por los nuevos servicios y productos de infocomunicación multimedios interactivos y avanzados (incluidos los sistemas de comercio electrónico y servicios bancarios por internet) que admiten la radiodifusión digital. La implantación de estos sistemas en el marco de un sistema de información regional unificado (que se describe a continuación) puede dar un enorme impulso al desarrollo empresarial de la región, con el consiguiente crecimiento del volumen de ventas y los ingresos de las estructuras comerciales.

El suministro de las STB a la población, que permitiría la radiodifusión digital, debería efectuarlo la administración siguiendo un programa uniforme aprobado y coordinado con los organismos de radiodifusión, por zonas de cobertura. En virtud de este programa, se deberían proporcionar estas unidades a la totalidad de la población, y no a una parte de ella, de cada zona de cobertura, una por una. Esta medida garantizaría el éxito de la transición definitiva hacia la radiodifusión digital en la región. Las propias STB son terminales interactivos polivalentes capaces de admitir, además de servicios de radiodifusión, una amplia gama de servicios y productos de información modernos e interactivos.

Es obvio que los transmisores que sustituyan a los antiguos transmisores analógicos deberían ser híbridos, es decir, capaces de funcionar indistintamente en modo de radiodifusión analógica y digital. Al principio, los transmisores recién instalados funcionarán en modo analógico. Más adelante, una vez que toda la población de la zona de cobertura disponga de esas unidades, el transmisor podrá pasar a funcionar en modo digital ya que tendrá activo el modulador DVB-T y se habrá sustituido el amplificador (conviene tener ambos dispositivos en un juego completo junto con el transmisor). Es evidente que, inicialmente, el transmisor difundirá únicamente los programas que solían transmitirse en la zona de cobertura en modo analógico. El siguiente problema que se plantea es de gran importancia para las zonas urbanas donde pueden recibirse varios programas de televisión en una misma zona de cobertura. En cada zona de radiodifusión pueden recibirse varios programas analógicos difundidos por distintos transmisores. La radiodifusión digital permite emitir muchos programas, es decir, un transmisor digital puede transmitir los programas que solían transmitir varios transmisores analógicos. Por consiguiente, debería escogerse únicamente un transmisor analógico «principal» del grupo correspondiente a la zona de cobertura en la que van a sustituirse los viejos equipos por equipos híbridos. El transmisor debería conectarse a líneas de alimentación de señales MPEG-2 para transmitir los programas de televisión en la zona de cobertura en cuestión. Todas las señales confluirán en un multiplexor a través de un flujo de transporte MPEG-2 y se incorporarán en un modulador DVB-T. Una vez efectuados estos pasos, el transmisor puede pasar a funcionar en modo digital y podrá detenerse y desmantelarse la radiodifusión analógica de otros transmisores.

Sin duda, la transición hacia la radiodifusión digital debería acarrear un incremento del número de programas que se ofrecen a la población. Esto se observará cuando todos los televidentes tengan acceso al paquete de programas regionales (es decir, a los programas que se difunden actualmente, como mínimo, a una parte de la población de la región). Por supuesto, el paquete debería ampliarse gradualmente y con el tiempo hasta abarcar nuevos programas comerciales (incluidos programas de pago) y programas regionales gratuitos de importancia social e informativa. Para lograrlo, es necesario resolver el problema de la instalación de una red totalmente regional de oferta y distribución de programas de televisión, cuando se suministre a cada transmisor (o grupo de transmisores) utilizado en la región cada programa recibido a través de canales vía satélite o producido en esa región. La mejor manera de resolver este problema consiste en instalar una línea de fibra óptica en las zonas más pobladas de la región. Los tramos de las líneas de fibra óptica, es decir, las líneas suministradoras de programas de televisión destinadas a otras zonas pobladas de la región, deberían basarse en las líneas de relevadores radioeléctricos existentes o en sistemas MMDS. Además, las líneas de relevadores radioeléctricos deben actualizarse para que puedan transmitir flujos de datos digitales. Esto se puede lograr utilizando módems y multiplexores que garanticen la transmisión de flujos de datos digitales por las líneas de relevadores radioeléctricos ya existentes a una velocidad de 51 Mbit/s. Al mismo tiempo



que el equipo digitaliza las líneas de relevadores radioeléctricos, el equipo UHF instalado se mantiene intacto. En muchos casos, los sistemas MMDS también pueden utilizarse para emitir programas de radiodifusión digital a redes de cable domésticas. Lógicamente, para distribuir a la población los paquetes de programas de radiodifusión digital, es necesario instalar transmisores digitales adicionales. No obstante, es importante garantizar la recepción de paquetes de programas de radiodifusión digital desde varios transmisores DVB-T mediante antenas exteriores, en muchos casos, sin modificar las redes de cable domésticas existentes.

El paquete de programas regionales puede ampliarse aumentando el número de programas elaborados en la propia región y recibiendo más programas a través de canales de comunicación vía satélite.

### **6.10.2 Fases del proceso de modernización global de la red regional de radiodifusión sonora y de televisión**

Teniendo en cuenta los enfoques mencionados anteriormente, se pueden definir las fases del proceso de modernización global de la red regional de radiodifusión sonora y de televisión encaminado a efectuar la transición hacia la radiodifusión digital, como sigue:

- se distribuirán unidades de adaptación multimedios para DVB-T a la población. La financiación de la fabricación de las STB puede realizarse en el marco de un programa de objetivos elaborado por la administración regional y financiado por inversores regionales. Las STB deberían ser terminales interactivos polivalentes que admitan una amplia gama de servicios y productos multimedios modernos, y la radiodifusión;
- se elegirá un transmisor «principal» entre los transmisores utilizados en cada zona de radiodifusión en la que se sustituirán viejos equipos por una unidad híbrida (inicialmente se ofrecerá radiodifusión analógica) que emitirá señales digitales de todos los programas transmitidos en la zona de cobertura;
- se implantará la radiodifusión DVB-T digital de los programas que solían emitirse en modo analógico desde el transmisor principal, se suprimirá la radiodifusión analógica y se desmantelarán los demás transmisores existentes en la zona de radiodifusión; este proceso deberá realizarse en cada zona de radiodifusión, una por una, a medida que estén preparadas para el cambio;
- se creará una red de oferta y distribución de programas regionales de televisión a través de líneas de fibra óptica y líneas de relevadores radioeléctricos digitales, MMDS y líneas de cable en el «último tramo»;
- a medida que se extienda la red de distribución regional, se logrará que las zonas pobladas de la región accedan al paquete de programas de televisión regionales (es decir, a todos los programas que llegan a la región a través de canales vía satélite y los programas regionales) y se ampliará el ámbito de dichos programas, incluidos los nuevos programas regionales (televisión regional, programas comerciales); se instalarán, además, nuevos transmisores DVB-T;
- sobre la base de la radiodifusión de televisión digital, se organizará la transmisión de datos (incluidos los servicios de internet y multimedios de tipo internet) desde el origen de la radiodifusión de televisión digital para prestar a la población servicios y productos de infocomunicación modernos concebidos en función tanto de la sociedad como de las empresas;
- se ofrecerán productos interactivos desde los inicios de la radiodifusión de televisión digital, principalmente servicios de internet y relacionados con internet a través de la radiodifusión de televisión;
- se creará en la región una red regional unificada multimedios de información interactiva a partir de las STB de los abonados que contará con una plataforma interactiva especialmente diseñada para tomar en consideración las necesidades y los intereses de la región, y un sistema común de acceso condicionado escogido con arreglo a un acuerdo concertado entre los operadores de radiodifusión digital.

### **6.10.3 Ampliación de la red de transmisión de radiodifusión sonora y de televisión en la región, y del abanico de servicios y funciones de red a través de una prestación interactiva de servicios y el suministro de servicios multimedia**

La transición hacia la radiodifusión digital no supone el fin de la modernización de la red de transmisión de radiodifusión sonora y de televisión. Huelga decir que el aumento del número de programas de televisión generará mayores ingresos a los operadores de radiodifusión. Sin embargo, la mayor fuente de ingresos proviene de la prestación de una amplia gama de servicios y productos de infocomunicación modernos de radiodifusión destinados a empresas y usuarios particulares. Técnicamente, esto se puede lograr si se encapsulan los flujos de datos multimedia (incluidos los datos de servicios de internet) en los flujos digitales de radiodifusión de televisión. La recepción de los servicios mencionados anteriormente y la visualización de sus datos en la pantalla de televisión se llevará a cabo con ayuda de las STB digitales. Estas unidades, con sus programas y microprogramas, admiten canales de retorno organizados en líneas telefónicas (basados en módems de marcación tradicional incorporada), o con dispositivos xDSL o también, siempre que haya líneas de cable domésticas, con HFC (cables de fibra híbridos) basados en la norma DOCSIS (módems DOCSIS incorporados o externos conectados a las STB mediante interfaces Ethernet).

#### **6.10.3.1 Descripción general de los servicios y productos de información e interactivos basados en la radiodifusión de televisión digital – Primera fase de la introducción de estos servicios en la región**

La televisión mejorada e interactiva engloba principalmente nuevos servicios de radiodifusión de televisión que sólo pueden prestarse a través de la radiodifusión digital. El concepto de televisión mejorada abarca servicios de pago con una señal codificada que requiere la utilización de tarjetas inteligentes y sistemas de acceso condicionado. Las empresas privadas que arriendan equipos a los operadores pueden prestar estos servicios a la población previa suscripción a paquetes de pago. Además, sigue existiendo la posibilidad de que la población reciba gratuitamente paquetes de programas de carácter social (tanto nacionales como regionales).

La televisión mejorada prevé la utilización de una tecnología de servicios DVB-T pseudointeractivos sin un canal de retorno, entre las que cabe señalar distintos servicios de información y material de referencia, como la televisión (prensa, previsiones meteorológicas, índices de audiencia, canales de esparcimiento, etc.) En el proceso de transición hacia la radiodifusión digital pueden prestarse estos servicios en bloque en las zonas pobladas de la región en que hay escasez de teléfonos y sigue siendo imposible organizar un canal de retorno para servicios interactivos de gran envergadura.

En las aldeas de la región cuya tasa de densidad telefónica es suficiente, pueden implantarse sistemas interactivos basados en canales de retorno por líneas telefónicas. Un canal de retorno es capaz de admitir distintos servicios, como comercio electrónico, tiendas en línea y votaciones para calcular el índice de audiencia y encuestas a la población que son importantes socialmente y pueden ser útiles para la administración regional. Al mismo tiempo, se puede facilitar el acceso a internet a gran velocidad por canales DVB-T digitales creados expresamente. Para ello, los telespectadores no necesitarán un PC puesto que, en este caso, las STB para la radiodifusión digital cumplirán su función, es decir, permitirán visualizar páginas web en la pantalla una vez formateados adecuadamente y adaptados el texto y los objetos gráficos para convertirlos en páginas web, de modo que se puedan visualizar en la pantalla de un aparato de televisión con definición normal. El buscador de la web funciona con ayuda de un teclado inalámbrico. La conexión no lleva más tiempo, puesto que el canal de internet está permanentemente disponible. De hecho, este servicio constituye un factor de nueva calidad de vida, del mismo modo que la televisión se ha convertido en una poderosa puerta de entrada de información que alberga las tecnologías informáticas más avanzadas, con las cuales cada persona, independientemente de su edad, educación o condición social, puede ser un miembro importante de la infraestructura mundial de la información sin necesidad de comprar un PC, disponiendo tan sólo de un aparato de televisión común. Las STB digitales admiten las funciones de acceso a internet y correo electrónico.

En la siguiente fase del proceso de instalación de un sistema de radiodifusión de televisión digital en la región, se implantarán servicios interactivos en las zonas rurales y distantes que carecen de la tasa de densidad telefónica suficiente. Esto se hará posible a través de la tecnología DVB-RTC inalámbrica con canales de retorno.

### **6.10.3.2 Creación de un sistema de información polivalente, interactivo y común basado en la radiodifusión de televisión digital en una región**

En el caso de existir canales de retorno, pueden prestarse los siguientes servicios de infocomunicación interactivos basados en la radiodifusión de televisión digital a las empresas y los usuarios particulares:

- acceso a internet sin necesidad de un PC;
- comercio por internet;
- comercio electrónico;
- gestión de cuentas bancarias, incluida la realización de transacciones comerciales a distancia sin necesidad de una firma digital;
- sistema electrónico de solicitud de servicios municipales;
- sistema electrónico de pago de servicios públicos comunes;
- servicios basados en la tecnología de «vídeo a la carta»;
- sistemas electrónicos para las empresas familiares;
- ciber salud;
- sistemas de aprendizaje en línea;
- CD-ROM virtual;
- juegos en línea.

El conjunto de los servicios de información enumerados anteriormente puede formar un sistema de información polivalente, interactivo y común a partir de una sola interfaz de usuario (buscador) y una plataforma interactiva común. De este modo, los operadores de radiodifusión pueden convertirse en proveedores del sistema de servicios para las empresas y los usuarios particulares. Resulta lógico adaptar estos sistemas según las regiones. Por este motivo, habría que dotar a cada región de centros de formación de datos para los correspondientes servicios de información, incluidos servidores especializados y dispositivos destinados a encapsular dichos servicios en las señales de radiodifusión de televisión. El soporte lógico del servidor incluye un paquete de programas polivalentes, además de módulos de facturación, módulos de interoperación con sistemas de pago bancarios, gestión de la publicidad, recopilación de índices de audiencia y procesamiento de datos en canales de retorno (interactivos), etc. La parte del programa que necesita el usuario para utilizar este sistema (buscador) se instala en las STB de radiodifusión digital.

Sin entrar en detalles con respecto a la creación y el funcionamiento de ese tipo de sistema, entre sus principales fuentes de ingresos adicionales para el operador cabe destacar la tasa de inscripción, que depende del sistema de acceso condicionado (instalado a través de las tarjetas inteligentes de las STB). Sin embargo, los pagos que efectúan las empresas de publicidad constituyen la fuente de ingresos más importante para el operador de un sistema de información interactivo. La publicidad en los sistemas de información interactivos es radicalmente distinta a la publicidad lineal tradicional ofrecida en la radiodifusión analógica. La principal diferencia reside en su objetivo (distintos grupos de usuarios reciben distintos tipos de publicidad) y en su función integrada capaz de medir el índice de audiencia (*mediametrics*). De hecho, las STB pueden admitir las siguientes funciones:

- 1) Asignar un índice de consumo al abonado. Cuando un abonado está conectado al sistema, aparece en la pantalla un cuestionario con una serie de puntos relativos a la condición social del abonado, edad, sexo, nivel de ingresos, intereses en distintas esferas, bienes y servicios de interés, etc. (estas encuestas pueden repetirse a distintos intervalos, por ejemplo, anualmente, para identificar los cambios, si los hubiere).

Este cuestionario, cuyas respuestas se eligen entre numerosas opciones, tiene por objeto identificar el tipo de publicidad que se destinará a cada abonado. El índice de consumo se asigna en función de las respuestas formuladas, se envía al servidor del operador y, a continuación, se utiliza para decidir qué material publicitario recibirá cada abonado.

- 2) Evaluar los índices de audiencia de los programas de televisión. Las STB registran cada cambio entre canales de televisión y, por supuesto, el tiempo que se ha mirado cada uno. Los datos obtenidos se envían periódicamente (por ejemplo, una vez al día) al servidor del operador. Esta función permite calcular el índice de audiencia exacto, y no aproximado, de los programas de televisión.
- 3) Evaluar los índices de audiencia de la publicidad. Cada pago efectuado por los abonados para comprar bienes y servicios desde una STB (que admita la función de pago electrónico) queda registrado. Esta información se transmite al servidor del operador para que analice la relación entre la compra de los bienes y servicios y la publicidad mostrada al abonado. Esta función es necesaria para conocer la eficacia de los anuncios publicitarios.

Es evidente que con estas funciones el operador de un sistema de información interactivo puede obtener datos de suma importancia tanto para los canales de televisión (índices de audiencia de los programas) como para las empresas de publicidad (el nivel de eficacia de la publicidad es mucho mayor gracias a su carácter selectivo). Este sistema incentiva el interés de los canales de televisión y las empresas de publicidad y redundará en los ingresos del operador.

Otra fuente importante de ingresos para el operador reside en los pagos efectuados por las estructuras comerciales que venden bienes y servicios en el marco del sistema de comercio en línea, como parte del sistema en su conjunto. El sistema de comercio en línea recibe mucha demanda entre las estructuras comerciales dado que les permite incrementar considerablemente sus ventas. Se ha abierto un nuevo mercado a los vendedores –las ventas electrónicas minoristas mediante pago inmediato de bienes y servicios con tarjeta a través de servicios de banca electrónica.

Los televidentes pueden escoger los bienes a través del sistema de tiendas en línea donde pueden ver videoclips en los que se describen los bienes, solicitarlos, pedir que se los envíen a su hogar o a otro destino, y pagarlos con su tarjeta inteligente. La práctica efectuada en otros países confirma el gran éxito de estos proyectos, gracias a los cuales, además de ser convenientes y permitir ahorrar tiempo, el cliente paga menos que en las tiendas tradicionales (porque los gastos indirectos del vendedor son reducidos y los pagos no se realizan en efectivo) y los sistemas de pago electrónico en las redes de televisión digital cerradas son más fiables que en internet.

Si en una región se instaurara el sistema de información interactivo regional basado en la radiodifusión digital descrito anteriormente como siguiente paso lógico una vez efectuada la transición general hacia la radiodifusión digital, también sería lógico que el sistema de tasas de inscripción se fundara en un sistema de acceso condicionado uniforme. Huelga decir que este sistema debería contar con un elemento abierto (con fines sociales) y uno comercial, cuyas tasas de inscripción deberían cobrarse únicamente por los servicios prestados por este último elemento.

### **6.11 Estudio de caso: Equipo asistido por computador para las redes de análisis de DVB-T/UMTS**

Entre los casos de mayor dificultad en la planificación de radiofrecuencias se encuentran los ambientes urbanos de alta densidad. Los organismos reguladores y los operadores tienen a su disposición una gama limitada de equipos para analizar y emitir informes sobre la eficiencia de la planificación de las frecuencias radioeléctricas en las redes de radiodifusión DVB-T y las redes UMTS/IMT-2000. Dado que el equipo disponible es monocanal, no posee la calidad de funcionamiento en términos de sensibilidad y separación de señales necesaria para identificar todas las señales que puedan tener un efecto significativo en la calidad de funcionamiento de la red. En Europa se desarrolló un equipo de demostración de tecnología multicanal

avanzada denominado ANTIUM que permite detectar e identificar este tipo de señales, empleando un sistema de antenas y algoritmos multicanal de alto nivel. Se diseñó ANTIUM para que detectara todas las estaciones base y transmisores de DVB-T que pudieran tener un efecto significativo sobre la calidad de funcionamiento de las comunicaciones móviles, es decir:

- Transmisores de DVB-T con una relación de  $C/I = -20$  dB.
- Estaciones de base de UMTS FDD/TDD con un valor de  $E_c/I_0$  de  $-25$  dB o más en el canal P-CPICH.

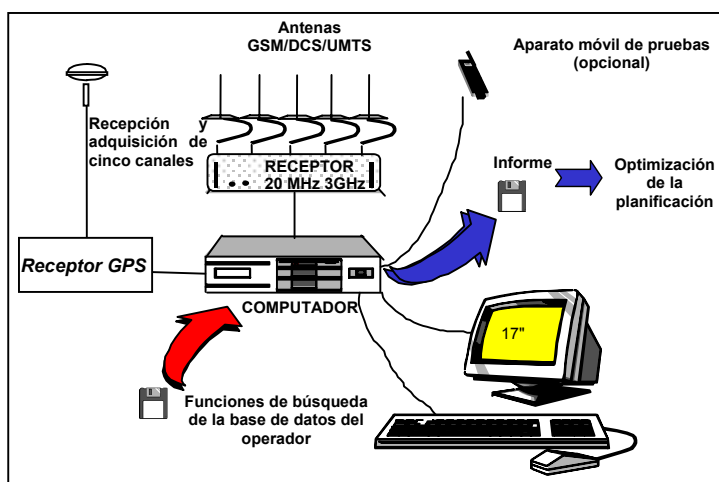
Se puede emplear ANTIUM para analizar la interferencia (como la contaminación de la señal piloto en UMTS, la interferencia cocanal, la interferencia del canal adyacente debida a la presencia de la red de otro operador y la interferencia en la frontera nacional) en puntos específicos en los que el problema ya haya sido detectado.

El equipo ANTIUM, que por lo general se instala en unidades móviles, incluye:

- un sistema de  $N$  antenas ( $N = 5$ );
- un receptor multicanal;
- un computador portátil equipado con tarjetas de adquisición y de mando;
- un sistema GPS para determinar el sitio de la medición;
- un aparato móvil de pruebas (UMTS/GSM/GPRS).

El operador puede emplear su propia base de datos de la red. Los resultados del análisis se almacenan en archivos de informe que el operador puede luego emplear para optimizar la planificación, o también los pueden emplear los reguladores.

**Figura 1 (Estudio de caso DVB-T/UTMS) – Principales componentes del equipo ANTIUM**



## Red DVB-T

El análisis de interferencia de la red DVB-T realizado por ANTIUM suministra un listado de transmisores de DVB-T que comparten el canal en análisis, junto con sus identificadores (información TPS) y características físicas (nivel,  $C/I$  y respuesta impulsiva del canal). ANTIUM también ofrece otros servicios como la detección de una señal de televisión análoga para el servicio DVB-T.

Se puede emplear el análisis de interferencia para detectar transmisores de DVB-T con relaciones de  $C/I$  tan bajas como  $-30$  dB. Se puede lograr una sensibilidad de al menos  $-92$  dBm en condiciones libres de interferencia, o de  $-90$  dBm en condiciones de interferencia.

Una vez detectado un problema de recepción de DVB-T en alguna ubicación, la reacción inmediata debe ser enviar al sitio el vehículo de mediciones. Una vez allí, se debe verificar la calidad del sonido y de la imagen con el fin de confirmar el problema. Se debe luego medir el nivel de intensidad de campo de la señal útil. Si ese nivel está por encima de un umbral predeterminado, el problema se debe definitivamente a una interferencia, que se debe identificar; éste es el objetivo del equipo ANTIUM. El operador de ANTIUM debe ingresar cierta información, como la frecuencia central del canal y la configuración de la señal OFDM (modo, intervalo de seguridad). Es necesario también tener en cuenta la polarización de la antena.

### **Cooperación entre UMTS/DVB-T**

Cabe indicar que se prevé que a mediano plazo los sistemas UMTS y DVB-T se puedan conectar para cooperar entre sí, en zonas densamente pobladas, mediante el uso de un terminal que les permita a los usuarios seleccionar la mejor red para la recepción del contenido multimedia deseado. En algunos casos de convergencia, la solicitud de contenido será transportada por el enlace ascendente de la UMTS, mientras que los contenidos mismos se podrán transmitir mediante los enlaces ascendentes (o descendentes) de la red UMTS o bien de la red DVB-T, dependiendo de criterios de equilibrio entre redes, como la longitud del contenido/la duración de la transmisión, condiciones de tráfico, consideraciones de QoS, costos, etc.

La cooperación entre redes se puede restringir al nivel de servicios, a redes de acceso radioeléctrico con su propia banda asignada, o se puede extender hasta el nivel en que se encuentra asignado el espectro. En este caso, se podría hablar de compartición del espectro y asignación dinámica del espectro. Antes de la puesta en práctica de estos conceptos para UMTS y DVB-T, es necesario tratar algunos problemas de carácter reglamentario y técnico (interferencia cocanal, de canales superpuestos y de canales adyacentes; dificultades inherentes a los cambios frecuentes de la frecuencia de los transmisores de DVB-T; algunas cuestiones vinculadas a los terminales con inmunidad de radiofrecuencia; el gran tamaño de la banda de paso de las antenas; el incremento en el consumo de potencia; y la complejidad adicional de los procesos de sincronización). Aunque se diseñó inicialmente para la interferencia entre sistemas y la asignación de frecuencias conocidas, el equipo ANTIUM resulta también útil para el análisis de interferencia entre sistemas. Por lo tanto, con el equipo ANTIUM actual se pueden llevar a cabo análisis de interferencia cocanal consecutivas así como cálculos de interferencias de canales superpuestos y adyacentes indirectos. El equipo ANTIUM puede ser aún de más utilidad para los operadores si se emplean accesorios como el dispositivo de exploración de frecuencias y detección de energía; un módulo para la demodulación y cancelación de interferencia entre sistemas para el análisis de interferencia cocanal simultánea; algoritmos de cálculo de interferencias directas adyacentes y superpuestas; y detección común del canal de radiodifusión.

El análisis de interferencias de UMTS FDD realizado por ANTIUM suministra así un listado de estaciones de base UMTS que comparten un canal dado, junto con sus identificadores (código de aleatorización, MCC, MNC, CI) y características físicas (nivel,  $E_c/I_0$  y respuesta impulsiva del canal). El análisis de interferencia hace posible detectar la BTS con  $E_c/I_0$  del P-CPICH de niveles tan bajos como  $-30$  dB. La sensibilidad debe ser al menos de  $-116,7$  dBm (nivel de P-CPICH) con una sola fuente de interferencia.

### **Conclusión**

El sistema de medición ANTIUM es una herramienta útil para los operadores de redes y reguladores que enfrentan el reto de tratar los temas relacionados con la adjudicación dinámica del espectro y la convergencia de los sistemas, que plantea la evolución de los sistemas de comunicaciones móviles y de radiodifusión.

Uno de los objetivos clave de ANTIUM fue anticipar los usos que se le podría dar en el futuro, en un entorno de banda ancha de múltiples normas. El sistema ANTIUM tiene que ser un dispositivo para múltiples normas si se desea que cubra un gran número de usuarios. Una vez perfeccionado, el sistema ANTIUM se convertirá en una plataforma abierta capaz de tratar varios sistemas operacionales inalámbricos en diferentes bandas. En la actualidad ANTIUM está diseñado para sistemas de 2G (GSM/DCS/GPRS), UMTS FDD, IS95 y DVB-T,

pero se prevé extender sus posibilidades de uso para que cubra otras normas como UMTS TDD, TD-SCDMA, Edge, DVB-H, DRM, WiFi, WiMax, CDMA 2000 e IS 136. Para todas las normas se empleará una misma configuración física, pero cada uno empleará su propia biblioteca de procesamiento DLL.

Una de las ventajas evidentes del empleo de ANTIUM es que será posible llevar a cabo pruebas sin disminuir la calidad global de la red. En la actualidad, para poder realizar pruebas de identificación de fuentes de interferencia, se requiere apagar, una por una, las BTS sospechosas. Esto tiene un efecto negativo importante en la calidad de servicio en las celdas afectadas.

En el caso de DVB-T, una herramienta así será particularmente valiosa a medida que aumenta la densidad de la red DVB-T, especialmente en ambientes urbanos en los que los organismos de radiodifusión no tendrán ninguna otra manera de identificar el origen de una interferencia de DVB-T, como ocurrirá durante los próximos años.

ANTIUM es una herramienta prometedora no sólo para tratar problemas de interferencia que pueden plantearse durante el funcionamiento de la red, sino también para los que aparecen durante las fases de despliegue y desarrollo de la red. Por lo tanto, ANTIUM permitirá a los operadores y organismos de radiodifusión optimizar sus redes y mejorar la calidad de servicio ofrecida a los usuarios.

## Anexo 1

## Mapa mundial de la DTV

En los mapas que figuran a continuación se muestran las diversas normas de DTV adoptadas a nivel mundial para los sistemas de satélite y de cable terrestres.

Figura 1.1 – Adopción de la televisión terrenal digital a nivel mundial

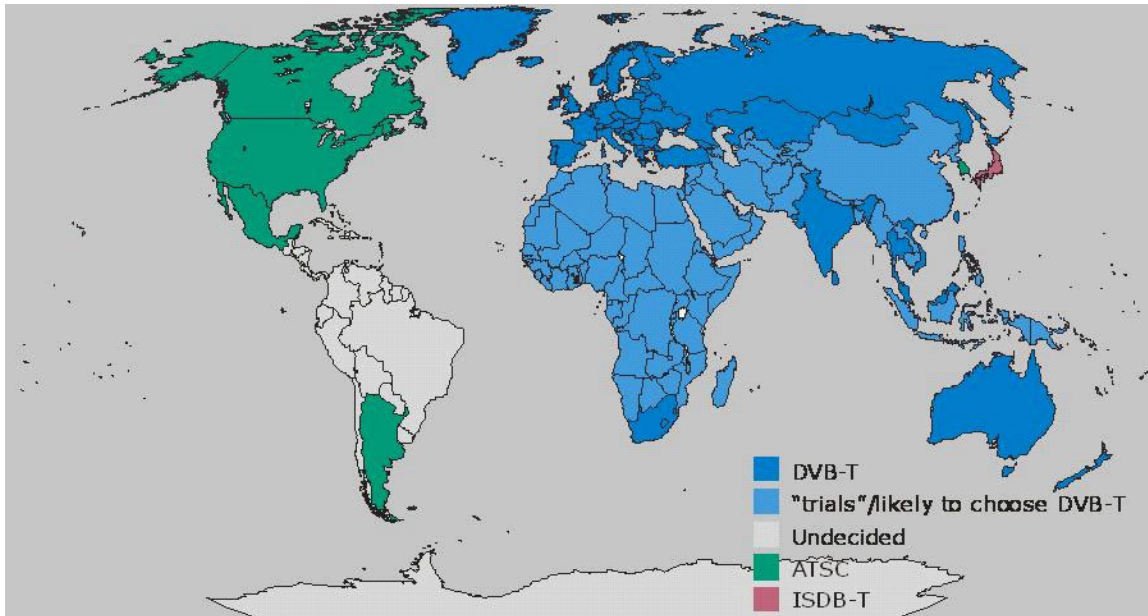
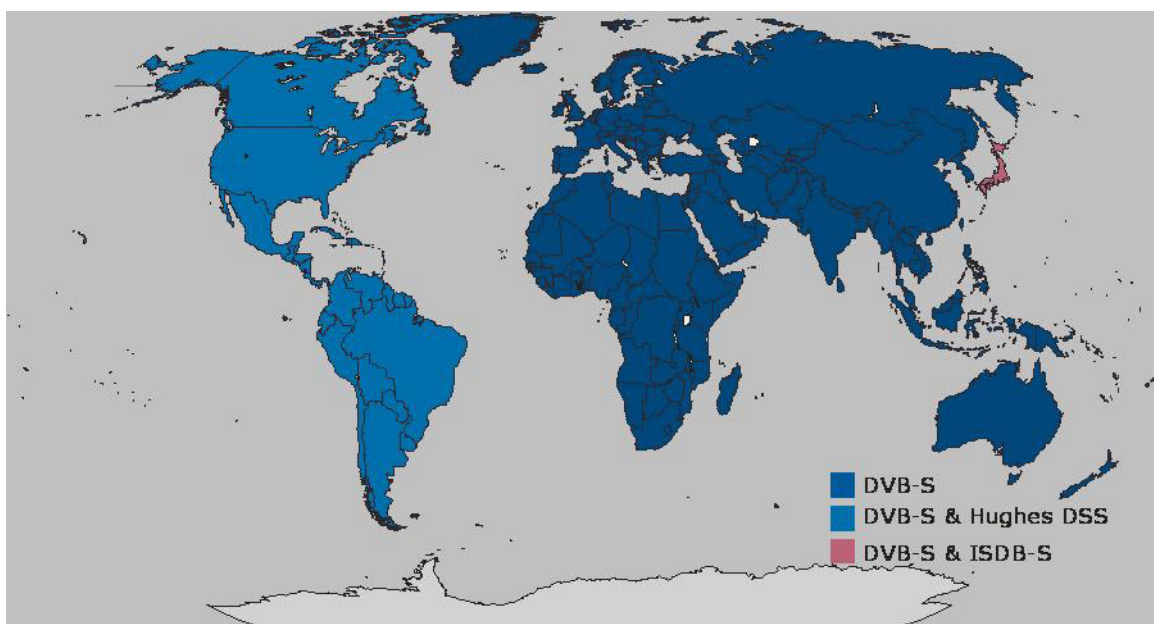


Figura 1.2 – Adopción de la televisión digital por satélite a nivel mundial





## Anexo 2

### Elección a nivel mundial de sistemas para la televisión digital por satélite, por cable y terrenal (julio de 2004)

#### Normas para la DTTB

El presente Anexo contiene un resumen de los sistemas de televisión digital seleccionados en varios países. Véase también el mapa mundial de la DTV del Anexo 1.

País o Región	Televisión por satélite	Televisión por cable	Televisión terrenal (situación)	
<b>Unión Europea (15 países)</b>	DVB-S	DVB-C	DVB-T	Se adoptó e introdujo en Suecia, Alemania, Finlandia, Reino Unido, España, etc.
<b>Estados Árabes</b>	DVB-S	DVB-C	No hay anuncio oficial	Se recomendó la adopción de DVB-T
<b>Federación de Rusia</b>	DVB-S	DVB-C	DVB-T	Se adoptó, transmisiones de prueba
<b>India</b>	DVB-S	DVB-C	DVB-T	Se adoptó, transmisiones de prueba
<b>Singapur</b>	DVB-S	DVB-C	DVB-T	Se adoptó, servicios de TvMobile
<b>Australia</b>	DVB-S	DVB-C	DVB-T	Se adoptó, servicios de HDTV
<b>Nueva Zelandia</b>	DVB-S	DVB-C	DVB-T	Se adoptó, transmisiones de prueba
<b>Malasia</b>	DVB-S	DVB-C	No hay anuncio oficial	La industria recomienda DVB-T
<b>Tailandia</b>	DVB-S	DVB-C	No hay anuncio oficial	La industria recomienda DVB-T
<b>Indonesia</b>	DVB-S	DVB-C	No hay anuncio oficial	La industria recomienda DVB-T
<b>México</b>	DVB-S DirecTV (Parecida a DVB-S)	DVB-C OpenCable (Parecida a DVB-C)	ATSC	Aún no se ha implementado
<b>Hong Kong</b>	DVB-S	DVB-C	No hay anuncio oficial	Se recomendó DVB-T
<b>China</b>	DVB-S	DVB-C	Selección en curso	Se escogerá entre DVB-T y un sistema nacional
<b>Argentina</b>	DVB-S DirecTV (Parecida a DVB-S)	DVB-C OpenCable (Parecida a DVB-C)	Oficialmente ATSC	Se acordó ATSC en 1998, no se han planificado los servicios
<b>Brasil</b>	DVB-S DirecTV (Parecida a DVB-S)	DVB-C OpenCable (Parecida a DVB-C)	Selección en curso	Se está analizando DVB-T/ATSC/ISDB-T
<b>Japón</b>	DVB-S ISDB-S (Parecida a DVB-DSNG)	Parecida a DVB-C	ISDB-T	Se encuentra implementada

País o Región	Televisión por satélite	Televisión por cable	Televisión terrenal (situación)	
<b>Taiwán</b>	DVB-S	DVB-C	DVB-T	Se adoptó, transmisiones de prueba tras la transición desde ATSC
<b>Estados Unidos</b>	DVB-S DirecTV (Parecida a DVB-S)	DVB-C OpenCable (Parecida a DVB-C)	ATSC	Se encuentra implementada
<b>Canadá</b>	DVB-S DirecTV (Parecida a DVB-S)	DVB-C OpenCable (Parecida a DVB-C)	ATSC	Aún no se ha implementado
<b>Corea del Sur</b>	DVB-S	OpenCable (Parecida a DVB-C)	ATSC	Se está revisando la elección de ATSC
<b>Filipinas</b>	DVB-S	DVB-C OpenCable (Parecida a DVB-C)	Selección en curso	DVB-T o ATSC
<b>Resto de Latinoamérica y el Caribe</b>	DVB-S	DVB-C OpenCable (Parecida a DVB-C)	Selección en curso	DVB-T o ATSC

---

Se han instalado sistemas DVB-T en varios canales de frecuencias (6, 7 y 8 MHz) y con varios modelos comerciales (HDTV, STDV, de difusión gratuita, televisión de pago).

## Anexo 3

## Glosario de siglas y acrónimos

<b>AFS</b>	Conmutación de frecuencia sustitutiva ( <i>alternative frequency switching</i> )
<b>AM</b>	Modulación en amplitud ( <i>amplitude modulation</i> )
<b>ARIB</b>	Asociación de industrias y empresas de radiocomunicaciones ( <i>association of radio industries and business</i> )
<b>ATSC</b>	<i>Advanced television systems committee</i>
<b>BER</b>	Tasa de errores en los bits ( <i>bit error rate</i> )
<b>CAMR</b>	Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT
<b>CELP</b>	Predicción lineal con excitación por código ( <i>code excited linear prediction</i> )
<b>CMR</b>	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT
<b>COFDM</b>	Múltiplex por división de frecuencia ortogonal codificada ( <i>coded orthogonal frequency division multiplex</i> )
<b>CWDM</b>	Multiplexación por división aproximada de longitud de onda ( <i>coarse wavelength division multiplexing</i> )
<b>DAB</b>	Radiodifusión de audio digital ( <i>digital audio broadcasting</i> )
<b>DC</b>	Corriente directa ( <i>direct current</i> )
<b>DCP</b>	Protocolo para la distribución y las comunicaciones ( <i>distribution and communications protocol</i> )
<b>DMB-T</b>	Radiodifusión multimedia digital – Terrenal ( <i>digital multimedia broadcasting – terrestrial</i> )
<b>DRM</b>	<i>Digital radio mondiale</i>
<b>DSB</b>	Doble banda lateral ( <i>double side-band</i> )
<b>DTT</b>	Televisión terrenal digital ( <i>digital terrestrial television</i> )
<b>DVB</b>	Difusión de video digital ( <i>digital video broadcasting</i> )
<b>DVB-H</b>	Difusión de video digital portátil ( <i>digital video broadcasting – handheld</i> )
<b>DVB-T</b>	Difusión de televisión digital terrenal ( <i>digital video broadcasting – terrestrial</i> )
<b>DWDM</b>	Multiplexación por división en longitud de onda densa ( <i>dense wave division multiplexing</i> )
<b>ETSI</b>	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación ( <i>european telecommunications standards institute</i> )
<b>FAC</b>	Canal de acceso rápido ( <i>fast access channel</i> )
<b>FM</b>	Modulación de frecuencia ( <i>frequency modulation</i> )
<b>GPRS</b>	Servicio general de radiocomunicaciones por paquetes ( <i>general packet radio service</i> )
<b>GPS</b>	Sistema mundial de determinación de posición ( <i>global positioning system</i> )
<b>GSM</b>	Sistema global para comunicaciones móviles ( <i>global system for mobile communication</i> )
<b>HF</b>	Alta frecuencia ( <i>high frequency</i> )
<b>HFC</b>	Sistema híbrido de fibra óptica/cable coaxial ( <i>hybrid fibre / coaxial</i> )
<b>HVXC</b>	Codificación por excitación del vector de armónicas ( <i>harmonic vector excitation coding</i> )
<b>IBOC</b>	Funcionamiento en la banda y en el mismo canal ( <i>in band on channel</i> )
<b>IEC</b>	Comisión Electrotécnica Internacional ( <i>International Electrotechnical Committee</i> )
<b>IP</b>	Protocolo internet ( <i>internet Protocol</i> )
<b>IPR</b>	Derechos de propiedad intelectual ( <i>intellectual property right</i> )

<b>IRD</b>	Decodificador y receptor integrados ( <i>integrated receiver and decoder</i> )
<b>ISDB-T</b>	Difusión digital de servicios integrados-terrestres ( <i>integrated services digital broadcasting-terrestrial</i> )
<b>LAN</b>	Red de área local ( <i>local area network</i> )
<b>LF</b>	Baja frecuencia ( <i>low frequency</i> )
<b>LMDS</b>	Sistema de distribución multipunto local ( <i>local multipoint distribution system</i> )
<b>LW</b>	Onda larga ( <i>long wave</i> )
<b>MCI</b>	Interfaz de control del modulador ( <i>modulator control interface</i> )
<b>MCS</b>	Radiodifusión simultánea de canales múltiples ( <i>multiple channel simulcast</i> )
<b>MDI</b>	Interfaz de distribución múltiple ( <i>multiplex distribution interface</i> )
<b>MER</b>	Tasa de errores de modulación ( <i>modulation error ratio</i> )
<b>MF</b>	Frecuencia media ( <i>medium frequency</i> )
<b>MFN</b>	Red de frecuencias múltiples ( <i>multi frequency network</i> )
<b>MLC</b>	Codificación de múltiples niveles ( <i>multi level coding</i> )
<b>MMDS</b>	Sistema de distribución multipunto multicanal ( <i>multichannel multipoint distribution system</i> )
<b>MPEG</b>	Grupo de expertos en imágenes en movimiento ( <i>moving picture experts group</i> )
<b>MSC</b>	Canal principal de servicio ( <i>main service channel</i> )
<b>MW</b>	Onda media ( <i>medium wave</i> )
<b>NTP</b>	Protocolo de señales horarias de red ( <i>network time protocol</i> )
<b>NVIS</b>	Onda ionosférica con incidencia casi vertical ( <i>near vertical incidence sky-wave</i> )
<b>NVOD</b>	Vídeo casi a la carta ( <i>near video on demand</i> )
<b>PC</b>	Computador personal ( <i>personal computer</i> )
<b>PFT</b>	Protección, fragmentación y transporte ( <i>protection, fragmentation and transport</i> )
<b>QAM</b>	Modulación de amplitud en cuadratura ( <i>quadrature amplitude modulation</i> )
<b>QoSAM</b>	Calidad del servicio en las bandas digitalizadas de AM ( <i>quality of service in the digitised AM bands</i> )
<b>RCT</b>	Transmisión por el canal de retorno ( <i>return channel transmission</i> )
<b>RDS</b>	Sistema de radiocomunicaciones de datos ( <i>radio data system</i> )
<b>RDSI</b>	Red digital de servicios integrados ( <i>integrated services digital network</i> )
<b>RF</b>	Frecuencia radioeléctrica ( <i>radio frequency</i> )
<b>RFP</b>	Fase de frecuencia radioeléctrica ( <i>radio frequency phase</i> )
<b>RRB</b>	Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT (( <i>ITU</i> ) <i>Radio Regulatory Board</i> )
<b>RSCI</b>	Interfaz de control y estado del receptor ( <i>receiver status and control interface</i> )
<b>RT</b>	Terminal distante ( <i>remote terminal</i> )
<b>RTPC</b>	Red telefónica pública conmutada
<b>SBR</b>	Replicación de banda espectral ( <i>spectral band replication</i> )
<b>SCE</b>	Codificador del componente del servicio ( <i>service component encoder</i> )
<b>SCS</b>	Difusión simultánea por canal único ( <i>single channel simulcast</i> )
<b>SDC</b>	Canal de descripción del servicio ( <i>service description channel</i> )
<b>SDI</b>	Interfaz para la distribución del servicio ( <i>service distribution interface</i> )
<b>SFN</b>	Red de frecuencia única ( <i>single frequency network</i> )

<b>SNR</b>	Relación señal a ruido ( <i>signal to noise ratio</i> )
<b>SOHO</b>	Oficina pequeña en la vivienda ( <i>small business or home business</i> )
<b>STB</b>	Caja adaptadora de multimedios ( <i>set top box</i> )
<b>SW</b>	Onda corta ( <i>short wave</i> )
<b>TAG</b>	Etiqueta ( <i>tag</i> )
<b>UDP</b>	Protocolo de datagrama de usuario ( <i>user datagram protocol</i> )
<b>UIT-R</b>	Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones ( <i>International Telecommunications Union – Radiocommunications Sector</i> )
<b>UMTS</b>	Sistemas de telecomunicaciones móviles universales ( <i>universal mobile telecommunications system</i> )
<b>USB</b>	Bus serial universal ( <i>universal serial bus</i> )
<b>VOD</b>	Vídeo a la carta ( <i>video on demand</i> )
<b>VSAT</b>	Terminal de muy pequeña abertura ( <i>very small aperture terminal</i> )
<b>VSB</b>	Banda lateral residual ( <i>vestigial sideband</i> )
<b>WAN</b>	Red de área extensa ( <i>wide area network</i> )
<b>WiMAX</b>	Interfuncionamiento global para el acceso vía microondas ( <i>worldwide interoperability for microwave access</i> )
<b>WLL</b>	Bucle local inalámbrico ( <i>wireless local loop</i> )
<b>XDSL</b>	Línea de abonado digital x ( <i>x digital subscriber line</i> )

---





Impreso en Suiza  
Ginebra, 2006

Derechos de las fotografías: Fototeca UIT