

Tendencias en la radiodifusión:
RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN

Informe



Tendencias en la radiodifusión: Resumen de la evolución

Febrero de 2013



El presente Informe ha sido preparado por Jan Doeven bajo la supervisión de la División de Desarrollo de Tecnologías y Redes de Telecomunicaciones de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) de la UIT.



© UIT 2013

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida en forma alguna sin la autorización por escrito de la UIT.

Prefacio

La forma en que gestionamos los problemas relativos al espectro radioeléctrico tiene repercusiones en los planos nacional y mundial, y puede afectar el crecimiento de las economías y sociedades tanto en el mundo en desarrollo como en el desarrollado.

No me cabe la menor duda de que el presente informe sobre las tendencias y la evolución de la radiodifusión resultará útil a reguladores, legisladores del espectro y entidades de radiodifusión a la hora de gestionar y mejorar la eficiencia y rentabilidad de los servicios de radiodifusión digital, por cuanto les ayudará a comprender mejor la futura demanda de este valioso y escaso recurso.

El presente informe aborda muchos problemas, dificultades, cuestiones y posibilidades. Ofrece una perspectiva general de los cambios tecnológicos y las dificultades administrativas que afrontan todos los países Miembros de la UIT, y describe las posibles tendencias futuras a tenor de los últimos adelantos, tales como el contenido audiovisual y la radiodifusión por Internet.

Además de los trabajos en curso en la BDT relativos a la definición de las hojas de ruta para la transición específica de cada país y las exhaustivas directrices para la transición de la radiodifusión analógica a la digital, las tendencias descritas en el presente informe forman parte de las actividades de la UIT destinadas a fomentar la transición a la radiodifusión digital en los países en desarrollo. Además de redundar en beneficio de muchos consumidores e industrias, esta transición también dará lugar a una reatribución del espectro, el denominado dividendo digital, que se describe en detalle en el reciente informe de la BDT titulado "Dividendo Digital: Información para las decisiones sobre el espectro."

Espero que las directrices, los objetivos y los plazos indicados en el presente informe sobre las tendencias y la evolución de la radiodifusión sirvan de ayuda y guía a nuestros Miembros y, a largo plazo, redunden en beneficio de sus ciudadanos.



Brahima Sanou

Director de la
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones

Índice

	<i>Página</i>
1 Introducción	1
2 Radiodifusión al final de la década	2
2.1 Generalidades	2
2.2 Transición a la radiodifusión digital	2
2.3 Crecimiento del acceso a Internet de banda ancha	6
3 Conceptos de servicio	8
3.1 General	8
3.2 Radiodifusión de televisión avanzada.....	8
3.3 Radiodifusión de audio avanzada	11
3.4 Emisión por radiodifusión y banda ancha.....	12
4 Tecnología de radiodifusión de televisión	13
4.1 Consideraciones generales	13
4.2 HDTV y sistemas futuros.....	14
4.3 Sistemas de radiodifusión de televisión más eficientes	17
4.4 Cobertura de servicios mayor, mejor y más amplia	21
5 Tecnología de radiodifusión sonora	24
5.1 Generalidades	24
5.2 Sistemas de radiodifusión digital sonora	24
5.3 Aplicación de sistemas de radiodifusión digital sonora.....	28
6 Conclusiones	29
Anexo – Glosario de siglas y acrónimos	32

1 Introducción

Los reguladores, los administradores de espectro y los organismos de radiodifusión se están planteando cómo continuar y ampliar la prestación de servicios de radiodifusión, e introducir nuevos servicios de este tipo, de manera rentable y utilizando eficientemente el espectro, habida cuenta de:

- las necesidades del mercado local;
- las redes de transmisión y los receptores existentes;
- los mecanismos alternativos de suministro de contenido, en particular la banda ancha IP, por redes móviles, fijas y por satélite;
- las prescripciones reglamentarias regionales e internacionales en materia de utilización del espectro de frecuencias y, en particular, las repercusiones de las decisiones adoptadas en la CMR-12¹;
- la normativa vigente relativa a las transmisiones por radiodifusión y la evolución futura;
- la demanda de espectro para otros servicios aparte del de radiodifusión.

El presente Informe tiene por objeto orientar acerca de estas cuestiones, mediante una descripción general de los últimos adelantos en la tecnología de servicios de radiodifusión y de las tendencias para los próximos años. El Informe se concentra en la radiodifusión terrenal. En el Cuadro 1.1 se indica la estructura de este Informe.

Cuadro 1.1: Estructura del Informe

Principales adelantos	Factores y plazos	Servicios y tecnología		Tendencias en la radiodifusión
Mayor acceso a Internet en banda ancha	Sección 2 La radiodifusión al final de la década	Sección 3 Conceptos relativos al servicio		Sección 6 Resumen de conclusiones y principales tendencias
Evolución constante de la tecnología de radiodifusión		Sección 4 Tecnología de radiodifusión de televisión	Sección 5 Tecnología de radiodifusión sonora	

Las tendencias en la radiodifusión sonora y de televisión quedarán determinadas por dos principales adelantos en la radiodifusión terrenal:

- La rápida expansión de redes de datos de gran capacidad, que ofrecen a los consumidores acceso a Internet en banda ancha. Internet se irá convirtiendo en un mecanismo cada vez importante de transmisión de contenido audiovisual, en particular la radiodifusión.
- La evolución constante de la tecnología de radiodifusión digital, que ha dado lugar a un considerable aumento de capacidad en el ancho de banda transmitido, lo que permite ofrecer más servicios, una mayor calidad de imagen y más cobertura.

En la sección 2 se indican los factores y los plazos relativos a la transición hacia la radiodifusión digital y al aumento del acceso a Internet en banda ancha. La sección 3 describe por qué el acceso a Internet en banda ancha a gran parte de la población constituye una alternativa a la radiodifusión, y cómo sirve de

¹ Actas Finales: www.itu.int/pub/R-ACT-WRC.9-2012/es

medio para servicios de radiodifusión mejorados. La sección 4 y 5 se presentan las tendencias y los adelantos en la tecnología de radiodifusión, en relación con la televisión y el audio digital. Por último, la sección resume las conclusiones y destaca las principales tendencias hacia el final de la década.

2 Radiodifusión al final de la década

2.1 Generalidades

Todos los actores de la cadena de valor de la radiodifusión, desde los creadores de contenido hasta los diseñadores de dispositivos (véase la Figura 2.1), se verán afectados por la evolución de la tecnología de radiodifusión y el crecimiento de Internet de banda ancha.

Figura 2.1: Cadena de valor de la radiodifusión digital



Fuente: UIT

Estos adelantos se traducirán en la producción de contenido de mayor calidad y la oferta de información adicional y de servicios interactivos. Las redes de radiodifusión digital se habrán de modificar debido a:

- la demanda de más servicios de mejor calidad y de cobertura más amplia;
- la nueva tecnología, que utilizará el espectro de manera más eficiente;
- la nueva reglamentación sobre la utilización del espectro.

En el mercado aparecerán dispositivos receptores capaces de recibir imágenes y sonido de gran calidad, servicios interactivos integrados y diversos medios de transmisión, en particular, redes de radiodifusión terrenales e Internet de banda ancha. Los dispositivos serán de diversos tipos, desde equipos de audio multicanal y de pantalla grande hasta dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes y tabletas.

La situación del mercado y el régimen reglamentario varía de un país a otro. Si bien la situación al final de la década y en adelante también será distinta según el país, es posible identificar diversas etapas de aplicación general y sus respectivas fechas.

Una condición indispensable para disfrutar de las ventajas de la tecnología digital es la transición de la radiodifusión de televisión terrenal analógica a la digital. Uno de los factores del proceso de transición es la finalización de la conversión a digital de la radiodifusión de televisión terrenal. La primera conversión nacional se terminó en 2006. Cabe esperar que en 2020 la mayoría de los países habrá finalizado este proceso de conversión. Otro factor es la atribución mundial de frecuencias a los servicios móviles internacionales (IMT) en la gama 700 y 800 MHz, prevista para 2015. Los servicios IMT ofrecerán acceso a Internet móvil de banda ancha que, junto con el acceso a Internet fijo de banda ancha, facilitará el desarrollo de servicios de radiodifusión y multimedios por Internet a gran parte de la población.

En la sección 2.2 se indican los factores y sus correspondientes plazos para la transición a la radiodifusión digital. En la sección 2.3 se describe el aumento del acceso a Internet de banda ancha.

2.2 Transición a la radiodifusión digital

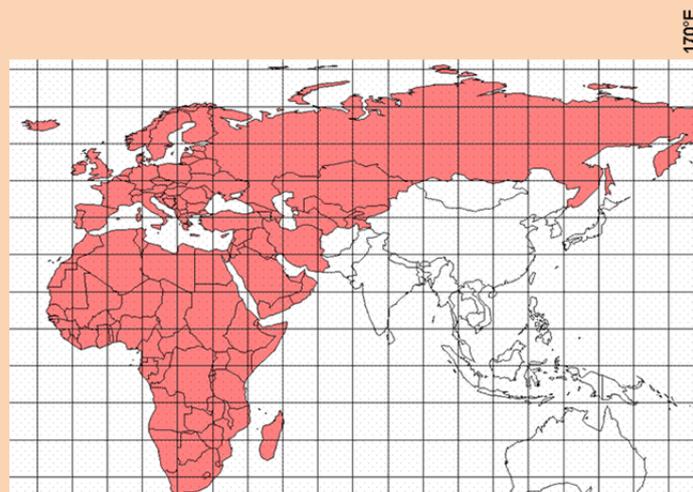
En esta sección se describe la evolución de la transición a la radiodifusión de televisión digital terrenal (sección 2.2.1) y de la transición a la radiodifusión sonora digital terrenal (sección 2.2.2).

2.2.1 Transición a la radiodifusión de televisión digital terrenal (DTTB)

Muchos países del mundo han iniciado el proceso de conversión a digital. El Acuerdo de Ginebra de 2006 (GE06) estipula, para ciertas partes de la Región 1 y 3 (Figura 2.2), el plazo para la transición:

- 17 de junio de 2015: fin del periodo de transición en la banda IV/V y en la banda III, salvo en 35 países de África y Oriente Medio²;
- 17 de junio de 2020: fin del periodo de transición en la banda III en 35 países de África y Oriente Medio.

Figura 2.2: Zona de planificación del GE06



Fuente: UIT

Muchos países de otras regiones han ajustado a estos plazos sus calendarios de transición a la televisión digital. La UIT promueve la transición a la TV digital mediante, entre otras cosas, la publicación de las "Directrices para la transición de la radiodifusión analógica a la digital"³. La finalidad de estas directrices es proporcionar información y recomendaciones sobre política, reglamentación, tecnologías, planificación de red, información al cliente y planificación comercial para la introducción paulatina de la televisión digital terrenal y la televisión móvil. Asimismo, el Informe UIT-R BT.2140 también trata de la transición de la radiodifusión analógica a la digital⁴.

La transición a la televisión digital produce un *Dividendo Digital*. Además de utilizar la banda de 800 MHz (es decir, 790-862 MHz) en la Región 1, la CMR-12 convino en atribuir la ampliación de la banda de 800 MHz, a saber, 694-790 MHz en la Región 1 a partir de 2015, a la compartición entre los servicios de radiodifusión y móvil (IMT). A reserva de confirmación por la CMR-15, esta decisión ofrecerá una atribución móvil mundial e identificación de la IMT en las tres Regiones en la banda 698-862 MHz, que entrará en vigor en 2015. Para ayudar a comprender el *Dividendo Digital* y sus repercusiones, la UIT ha publicado el Informe "*Digital Dividend, insights for spectrum decisions*"⁵.

² Véase la nota 7 al Artículo 12 del Acuerdo de Ginebra de 2006.

³ www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/hdb/D-HDB-GUIDELINES.01-2010-R1-PDF-E.pdf

⁴ UIT-R BT.2140-4 – Transición de la radiodifusión analógica a la digital.

⁵ www.itu.int/ITU-D/tech/digital_broadcasting/Reports/DigitalDividend.pdf

En los países donde los servicios móviles (IMT) utilicen una parte considerable del dividendo digital, podría ser necesario realizar importantes actividades de planificación de frecuencias y rediseño de emplazamientos para poder ubicar las estaciones de radiodifusión de TV actuales y previstas en una banda de frecuencias reducida. En muchos países los objetivos para la conversión a digital comprenden la oferta de más servicios, una cobertura ampliada y una mayor calidad de imagen, en particular la HDTV y la introducción de servicios interactivos. En la sección 4 se describe con mayor detalle los adelantos tecnológicos en la radiodifusión de televisión digital terrenal (DTTB) y la dificultad de ofrecer más servicios de mayor calidad en un espectro limitado.

Los servicios DTTB compiten con otros medios de transmisión, tales como TV por satélite y TV por cable, y con las redes de banda ancha que ofrecen servicios de TVIP y de transmisión secuencial (*streaming*) por Internet abierta. La ventaja de estos otros medios de transmisión de TV es que tienen una mayor capacidad intrínseca que la DTTB. La TV por satélite digital y la TV por cable digital disponen de mayor capacidad múltiplex y el número de múltiplex también es más grande que el de la televisión digital terrenal. En la TVIP el número de canales no tiene límite desde el punto de vista técnico. Pese a su menor capacidad, la DTTB se considera generalmente la más importante, como subraya un grupo de trece importantes organizaciones de radiodifusión de las Regiones 1, 2 y 3, que tomaron la iniciativa de desarrollar de consuno la próxima generación de normas de radiodifusión terrenal, denominada Iniciativa para el futuro de la televisión de radiodifusión (FOBTV) (véase también la sección 4.3.2). Este grupo declaró⁶:

"La radiodifusión terrenal es singularmente importante porque es inalámbrica (da servicio a receptores móviles), infinitamente ampliable (arquitectura punto a multipunto y uno a muchos), local (capaz de suministrar contenido local de la región geográfica), en tiempo real (permite suministrar contenido en tiempo real o en diferido) y flexible (ofrecer servicios en abierto y para abonados). La característica de transmisión inalámbrica de contenido de medios a un número potencialmente ilimitado de receptores hace que la radiodifusión terrenal sea una tecnología esencial en todo el mundo. La radiodifusión es, de hecho, el medio de transmisión inalámbrica que más eficientemente utiliza el espectro para el suministro de contenido de medios popular en tiempo real y basado en ficheros."

2.2.2 Transición a la radiodifusión sonora digital terrenal (DTAB)

A diferencia de la DTTB, no existe una reglamentación internacional que establezca el plazo para transición de la analógica a la radiodifusión sonora digital terrenal (DTAB). Por otra parte, la gama de bandas de frecuencias disponible para la analógica es muy amplia y aún más para la DTAB. Cada banda tiene sus requisitos de ancho de banda de canal y sus características de propagación. Además, a cada banda de frecuencias se le pueden aplicar diversas normas de DTAB (sección 5.2, Cuadro 5.1).

Los principales incentivos para la introducción de la DTAB son:

- En las bandas de ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas, la radiodifusión sonora digital ofrece una calidad considerablemente mejor que la radiodifusión analógica con MA.

⁶ Memorando de Entendimiento de la Iniciativa para el futuro de la radiodifusión de televisión terrenal; véase asimismo www.fobtv.org

- En la banda inferior de radiodifusión en ondas métricas (Banda II)⁷, la mejor calidad de la radiodifusión sonora digital respecto de la radiodifusión sonora analógica con MF resulta menos evidente para la mayoría de los oyentes. Sin embargo, en muchos países la banda se utiliza exhaustivamente para transmisiones de MF, a menudo en mercados menos competitivos. En algunas zonas la banda está llegando al límite de su capacidad, por lo que resulta imposible introducir nuevos servicios sin deteriorar las zonas de cobertura existentes por el aumento de los niveles de interferencia. Para poder ofrecer más servicios, será necesario recurrir a la radiodifusión sonora digital.

En el Acuerdo GE06 muchos países disponen de asignaciones o atribuciones a la DTAB en la banda superior de radiodifusión en ondas métricas (Banda III) con la norma T-DAB y probablemente utilizarán estas asignaciones o atribuciones para transmitir T-DAB o las normas afines T-DAB+ y T-DMB, una vez que se haya dejado de emitir televisión analógica en esta banda. Asimismo, los países fuera de la zona de planificación GE06 ya ofrecen o tienen previsto ofrecer servicios DTAB en la Banda III.

En muchísimos países ya se transmiten servicios DTAB o se han realizado pruebas de transmisión. Ahora bien, la aceptación está siendo mucho más lenta que en la televisión digital, debido, entre otras, a las siguientes causas:

- la relativamente buena calidad de recepción percibida de las estaciones de MF, por lo que los oyentes no tiene la necesidad inmediata de pasar a digital para oír los servicios de MF existentes;
- el poco atractivo de los nuevos servicios;
- la gran variedad de receptores de MA y MF de bajo coste disponibles;
- la confusión y la fragmentación del mercado que produce multitud de normas;
- la falta de receptores de bajo coste compatibles con varias normas.

Son muy pocos los países que han anunciado el cese completo de la radio analógica. Ahora bien, en muchos países los transmisores de MA en las bandas de ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas se han desactivado por motivos de costes, cuando los servicios de esas estaciones se emitían también en MF, DTAB o por Internet.

En el Informe Final de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D relativo a la Cuestión 11-2/2⁸ se describen las opciones para implantar la radiodifusión sonora digital terrenal y las etapas para la transición.

Además de las redes terrenales en ondas kilométricas, hectométricas, decamétricas y métricas, los servicios de radiodifusión sonora también se ofrecen en paquetes de televisión digital, por cable y por satélite, así como por Internet. Las perspectivas de la radio digital por satélite son reducidas. Un ambicioso proyecto para ofrecer un lote de servicios de radio digital por satélite en 1,5 GHz a África, Asia y América, denominado Worldspace, se detuvo hace unos años por falta de interés. En Norteamérica el servicio de radio por satélite para abonados está destinado principalmente a negocios, tales como hoteles y comercios.

⁷ En algunos países europeos la banda 66 MHz a 72 ó 74 MHz también se utiliza para servicios de MF. Ahora bien, la mayoría de estos países han dejado de utilizar la Banda I para los servicios de radiodifusión de MF.

⁸ Véase la sección 9 del Informe UIT-D sobre la Cuestión 11-2/2: Examen de las tecnologías y sistemas de radiodifusión sonora y de televisión digital terrenal, incluidos los análisis de rentabilidad, el interfuncionamiento de los sistemas digitales terrenales con las redes analógicas existentes y métodos para la transición de las técnicas terrenales analógicas a las técnicas digitales (2006-2010). www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.11.2-2010-PDF-S.pdf

Al igual que en el caso de la radiodifusión de televisión digital terrenal, la radiodifusión sonora digital terrenal se considera el medio más importante de ofrecer servicios de radiodifusión sonora, de acuerdo con el Comité de Comunicaciones Electrónicas (ECC) de la CEPT, que representa a las administraciones europeas de telecomunicaciones. El ECC declaró en su Informe 177⁹:

"En muchos países, la radio terrenal es con diferencia la forma más popular de recibir servicios de radio; la radiodifusión terrenal es el principal medio de recepción utilizado por la mayoría de la audiencia. Aunque existen otras plataformas para la radio, éstas sólo se utilizan de manera muy limitada.

La distribución terrenal de radio combina muchas características positivas para los oyentes y los organismos de radiodifusión:

- *Posibilidad de ofrecer cobertura universal;*
- *Cobertura a medida (local, regional, nacional);*
- *Servicios en abierto;*
- *Recepción fija, portátil (interiores) y móvil;*
- *Receptores de sintonización rápida de frecuencias y fáciles de utilizar;*
- *Canal de información fiable, especialmente en situaciones críticas o catastróficas;*
- *Medio importante para información sobre el tráfico, la navegación, rescate en montaña, etc.;*
- *La calidad sonora y la información multimedios son independientes del número simultáneo de oyentes."*

2.3 Crecimiento del acceso a Internet de banda ancha

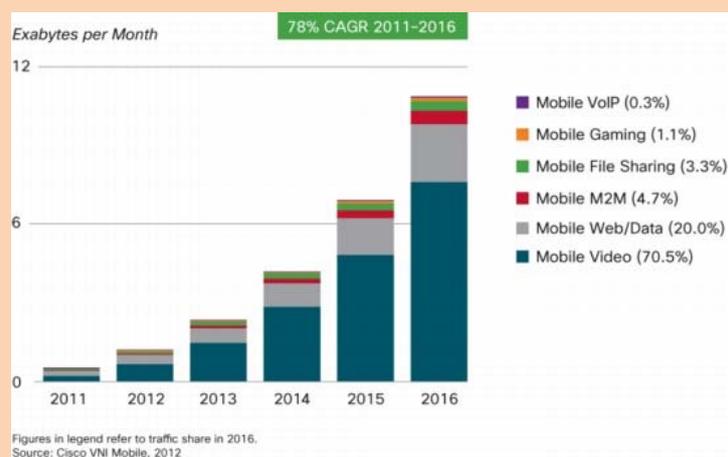
El acceso a Internet de banda ancha permite ofrecer servicios IP de radiodifusión. Estos tipos de servicios se están desarrollando rápidamente. En particular, la TV por Internet a través de la Internet abierta, por ejemplo la TV a la carta y los sitios de redes sociales (como YouTube), está registrando un gran crecimiento. La mayoría de los organismos de radiodifusión ofrece gratuitamente servicios de TV y radio por Internet en calidad profesional, ya sea en sus propios sitios o también en sitios de redes sociales populares.

La atribución a las IMT en la gama de frecuencias 700 MHz y 800 MHz y en otras bandas facilitará el desarrollo del acceso móvil a Internet de manera rentable en muchas partes del mundo. Según las previsiones, la tasa anual de crecimiento del vídeo móvil será del 90 por ciento entre 2011 y 2016, mientras que el aumento del tráfico móvil anual total será del 78 por ciento¹⁰. Se prevé que en 2016 el vídeo móvil generará más del 70 por ciento del tráfico de datos móvil (Figura 2.3).

⁹ Informe 177 del ECC, Possibilities for Future Terrestrial Delivery of Audio Broadcasting Services (abril de 2012). www.erodocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/ECCRep177.pdf

¹⁰ Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2011–2016.

Figura 2.3: Previsiones del tráfico de datos móvil



Fuente: Cisco Visual Networking Index.

Leyenda:

Exabytes per month	Exabytes por mes
Mobile VoIP	VoIP móvil
Mobile Gaming	Juego móvil
Mobile File Sharing	Compartición de ficheros móvil
Mobile M2M	M2M móvil
Mobile Web/Data	Web/datos móvil
Mobile Video	Vídeo móvil
Figures in legend refer to traffic share in 2016.	Las cifras en la leyenda se refieren al tráfico en 2016

Este incremento se ha visto impulsado por el aumento de la velocidad de conexión de las redes móviles. Cisco prevé que la velocidad media de datos seguirá aumentando a un promedio anual del 56 por ciento y superará los 2,9 Mbit/s en 2016. En muchos países en desarrollo se espera una tasa de crecimiento superior a la media (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1: Aumento de la velocidad de conexión de las redes móviles

Región	Velocidad media (kbit/s) en 2011	Velocidad media (kbit/s) en 2016	Aumento anual 2011-2016
Mundo	315	2 873	56%
Asia-Pacífico	337	2 608	51%
América Latina	125	1 627	67%
Norteamérica	1 138	6 785	43%
Europa Occidental	667	5 549	53%
Europa Central y Oriental	205	3 476	76%
Oriente Medio y África	89	2 618	97%

Fuente: Cisco Visual Networking Index.

El aumento de la velocidad de datos se debe a la creciente aplicación de las conexiones móviles 4G, en particular la LTE (*Long-Term Evolution*), basada en las IMT. Cisco estima que en 2016 las redes 4G representarán el 6 por ciento de las conexiones y el 36 por ciento del tráfico total.

Las velocidades de datos de la LTE son suficientes para distribuir servicios de radio y TV IP a pantallas pequeñas. LTE puede emplear tres modos de suministro de contenido de medios:

1. unidifusión, para un usuario en particular;
2. multidifusión, para grupos de usuarios;
3. difusión, para cualquiera que se encuentre dentro del alcance de los transmisores.

Las velocidades de datos de las conexiones fijas de banda ancha, ya sea por ADSL o por fibra óptica, son suficientes para suministrar servicios de TV de gran calidad, como la HDTV, en formato de pantalla grande.

El acceso generalizado de Internet de banda ancha (móvil y fijo, con extensiones WLAN inclusive) repercutirá sobremanera en los servicios de radiodifusión:

- Por una parte, constituye una forma de prestar servicios de radio y TV en régimen de competencia, comparado a las redes terrenales, por cable y por satélite.
- Por otra parte, es un medio adecuado para el suministro de servicios avanzados de radio y televisión.

En la sección 3 se describe los conceptos de servicio de radiodifusión, en particular el acceso a Internet de banda ancha.

3 Conceptos de servicio

3.1 General

Los servicios de radiodifusión son, por su propia naturaleza, transmisiones en el enlace descendente con programas secuenciales que determina el organismo de radiodifusión (la denominada radiodifusión lineal). Los servicios de radiodifusión avanzados complementan los tradicionales con una oferta de servicios no lineales (en los que el telespectador elige el orden y la hora) gracias a la interactividad, el visionado diferido y la recepción constante desde cualquier lugar.

Los servicios de radiodifusión avanzados podrían ser ofrecidos por redes de radiodifusión terrenal, cable, TVIP y redes por satélite junto con redes de banda ancha; son los llamados servicios híbridos de radiodifusión-banda ancha (HBB). Por otra parte, algunos medios de transmisión pueden ofrecer hasta cierto punto servicios de radiodifusión avanzada. Por ejemplo, la DTTB puede ofrecer recepción móvil y portátil y recepción de TVM en un teléfono móvil, y la TV por cable TV y la TVIP pueden ofrecer servicios de vídeo a la carta.

En las secciones 3.2 y 3.3 se describen los conceptos de la radiodifusión avanzada de televisión y radio, respectivamente. En la sección 3.4 se resume el papel de la radiodifusión y la banda ancha en el suministro de servicios que se ofrecen al telespectador y al oyente.

3.2 Radiodifusión de televisión avanzada

Los servicios de radiodifusión avanzados se basan en tres conceptos:

1. TV en cualquier instante, con el fin de poder ver un determinado programa en el momento que elija el telespectador. El visionado diferido es interesante para programas, documentales, películas, etc., aunque también es popular el diferido breve para deportes y noticieros.
2. TV en cualquier lugar, con el fin de ver un servicio de radiodifusión no sólo en el salón, sino también en otras habitaciones, en movimiento, etc. En esta aplicación se utilizan dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes y tabletas.

3. Interactividad, destinada a que el telespectador contribuya o reaccione a un determinado programa, solicite información adicional sobre el mismo o reciba programas o información de interés particular.

A continuación se describen estos tres conceptos.

TV en cualquier instante

Si bien los servicios de radiodifusión se programan de manera lineal, el consumidor puede preferir ver los programas en otro momento, más tarde de la hora de emisión. Existen tres formas fundamentales de lograr el visionado diferido:

1. Videgrabadora personal (PVR). Se graban los programas en un disco duro y se ven después. La publicación de una guía electrónica de la programación (EPG) facilita considerablemente las funciones de grabación.
2. Servicios de TV a la carta por Internet abierta. Estos servicios se ven en computadores, teléfonos móviles y tabletas, pero también pueden verse en televisores si el receptor dispone de conexión a Internet. Los denominados dispositivos de TV conectada o híbridos de radiodifusión-banda ancha (HBB) combinan en el receptor de TV la oferta de radiodifusión y de banda ancha y ofrecen servicios tales como la TV a la carta (véase más abajo la sección sobre interactividad). Para la transmisión de servicios a la carta en los enlaces ascendente y descendente se necesitarán redes públicas fijas y móviles junto con redes WLAN residenciales.
3. Servicios de TV a la carta como parte de la oferta de servicios de vídeo a la carta. Los proveedores de servicios de TV por cable y de TVIP también pueden ofrecer servicios de TV a la carta en el marco de su oferta de vídeo a la carta.

TV en cualquier lugar

Los consumidores pueden desear ver sus programas favoritos desde cualquier lugar, de camino, en su salón o en sus habitaciones. Además del aparato de TV principal, se utilizan otros secundarios y otros tipos de receptores, tales como pc, teléfonos inteligentes y tabletas. Los programas en estos dos últimos dispositivos se reciben por TVIP y TV de banda ancha a través de las redes públicas fijas y móviles, junto con las redes WLAN residenciales. Otra posibilidad es recurrir a la DTTB o a redes de TV móvil (TVM), si estos dispositivos están equipados con los sistemas adecuados.

Interactividad

Es posible que los consumidores deseen participar activamente en el programa –por ejemplo, votando, haciendo comentarios, o solicitando información adicional– o recibir programas de vídeo a la carta. También se puede ofrecer información independiente de la programación, como noticias, servicios de gobierno electrónico y ciberenseñanza, así como aplicaciones comerciales para comprar bienes o servicios. Para este tipo de servicios interactivos se necesita un trayecto de retorno (ascendente) y a menudo también un segundo trayecto para distribuir la información solicitada.

Las soluciones híbridas de radiodifusión-banda ancha (HBB) son adecuadas para ofrecer servicios interactivos. La red de radiodifusión digital permite transmitir un paquete de 20 a 30 servicios de TV populares de interés para la mayoría de los telespectadores. La red de banda ancha podría servir de enlace ascendente para la interactividad con el programa y la selección de servicios adicionales, mientras que el enlace descendente de dicha red se emplea para suministrar información particular, como los servicios de vídeo a la carta. Estos últimos servicios también se denominan servicios de "larga estela" (Figura 3.1), por su analogía con el tipo de distribución estadística que describe la estrategia de venta al por menor de numerosos productos en pequeñas cantidades por producto (en este caso, los servicios de TV que se solicitan a título individual), además de vender unos cuantos productos populares en grandes cantidades (en este caso la distribución al público en general de servicios de TV por redes de radiodifusión).

Figura 3.1: Curva de larga estela



Fuente: Wikipedia

La conexión en banda ancha también puede utilizarse para seleccionar y descargar otra información, como servicios de TV a la carta, información sobre la programación, noticias y servicios comerciales a través de páginas web diseñadas específicamente para ello, en las que se pueda navegar con el mando a distancia¹¹.

La interactividad se consigue con el "software intermedio" que corre en el receptor de TV o en el adaptador de medios. Existen diversas normas abiertas y patentadas. Ejemplos de esta última categoría son MHEG5 (por ejemplo, en el Reino Unido) y MHP (por ejemplo, en Italia) relativas a la DVB y Ginga (por ejemplo, en Brasil y Angola) y BML (por ejemplo, en Japón) relativas a la ISDB-T. Las nuevas normas de DVB son HbbTV, que se utiliza en Francia, Alemania y otros países europeos, y YouView en el Reino Unido.

Los receptores de radiodifusión modernos suelen disponer de conectividad Internet. La conexión a Internet en los aparatos de TV puede ser de dos tipos:

1. Aparatos de TV que utilizan el "software intermedio" como se ha indicado más arriba.
2. Aparatos de TV con nombres específicos del fabricante que ofrecen "aplicaciones" basadas en contenido.

En las aplicaciones de HBB y otros sistemas interactivos, los servicios interactivos se buscan y reciben mediante aplicaciones que aparecen en la pantalla principal del televisor y se seleccionan con el mando a distancia de éste o del adaptador de medios. Estos servicios se denominan a veces servicios "superpuestos" (OTT, *over-the-top*).

Otra forma de interactividad consiste en recurrir a un dispositivo "secundario" o "auxiliar". La búsqueda y selección del servicio interactivo se efectúa en un dispositivo aparte conectado a Internet, como un teléfono inteligente o una tableta. Este tipo de interactividad resulta atractiva cuando hay una gran oferta de teléfonos móviles y tabletas en el mercado. El organismo de radiodifusión tiene que ofrecer el software especial para sus servicios interactivos que se descarga e instala en el dispositivo secundario.

Disponer de un dispositivo secundario presenta varias ventajas, como por ejemplo:

- puede emplearse un receptor de TV digital normal o un adaptador multimedios sin "software intermedio";
- no se distrae la atención del telespectador en la pantalla principal (la primera), dado que no emergen ventanas con información adicional;
- el dispositivo con la segunda pantalla (pc, teléfono inteligente o tableta) está optimizado para escribir datos y tiene un teclado.

¹¹ Ejemplos de este tipo de servicios HBB pueden consultarse en: www.hbbtv.org

Resumen de los conceptos de radiodifusión de televisión avanzada

En el Cuadro 3.1 se resumen los conceptos de radiodifusión de televisión avanzada.

Cuadro 3.1: Resumen de los conceptos de radiodifusión de televisión avanzada

Radiodifusión avanzada	Transmisión	Dispositivos terminales (equipados para recibir la norma de transmisión correspondiente)
TV en cualquier instante	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodifusión (DTTB) • Híbrido radiodifusión-banda ancha • Banda ancha 	<ul style="list-style-type: none"> • PVR/TV • TV*); tableta; teléfono inteligente • PC; tableta; teléfono inteligente
TV en cualquier lugar	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodifusión (DTTB) • Radiodifusión (TVM) • Banda ancha 	<ul style="list-style-type: none"> • TV; TV de automóvil; tableta; teléfono inteligente • TV de automóvil; tableta; teléfono inteligente • PC; tableta; teléfono inteligente
Interactividad	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodifusión (DTTB) • Radiodifusión (TVM) • Híbrido radiodifusión-banda ancha • Banda ancha 	<ul style="list-style-type: none"> • TV (interactividad local) • Tableta; teléfono inteligente • TV*; tableta; teléfono inteligente • PC; tableta; teléfono inteligente
		* Con conexión Internet

3.3 Radiodifusión de audio avanzada

Los conceptos de servicio en la radiodifusión sonora están cortados con el mismo patrón que la radiodifusión de televisión. Ahora bien, el concepto de "en cualquier lugar" está mucho más desarrollado en la radiodifusión sonora. La radiodifusión sonora analógica en MF y MA y DTAB se recibe prácticamente en cualquier lugar: con receptores portátiles o aparatos de sonido de gama alta desde todas las habitaciones de la casa, en autorradios mientras se conduce, en exteriores y en lugares públicos con radios de bolsillo y teléfonos móviles y en salas de espera y centros comerciales con instalación de sonido central.

La transmisión secuencial (*streaming*) por Internet se está convirtiendo en un mecanismo muy importante de difusión. Miles de estaciones de radio de todo el mundo pueden recibirse con buena calidad en receptores de radio con acceso a Internet, en teléfonos móviles y en computadores.

La radiodifusión sonora también está desarrollando la interactividad y el híbrido radiodifusión-banda ancha (HBB). Se han empezado a comercializar receptores de radio HBB con una pantalla para mostrar información personalizada adicional.

La RadioDNS (servicio de nombres de dominio) es una iniciativa concebida para ayudar a los organismos de radiodifusión a ofrecer servicios HBB en los que el oyente no es consciente de que los servicios de radiodifusión lineal están combinados con los servicios de banda ancha personalizados. Para ello se recurre a los identificadores existentes de las estaciones de radio utilizados, por ejemplo, en FM-RDS, DAB, DRM o IBOC, para localizar los servicios IP de dicha estación¹².

En el Cuadro 3.2 se resumen los conceptos de radiodifusión sonora avanzada.

¹² Para más información, véase el examen técnico de la EBU de 2010, *RadioDNS — the hybridisation of Radio* (17 de marzo de 2010).

Cuadro 3.2: Resumen de los conceptos de radiodifusión sonora avanzada

Radiodifusión avanzada	Transmisión	Dispositivos terminales (equipados para recibir la norma de transmisión correspondiente)
Radio en cualquier instante	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodifusión (DTAB) • Híbrido radiodifusión-banda ancha • Radiodifusión (sitio web del organismo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparato PVR/audio • Radio*); tableta; teléfono inteligente • PC; tableta; teléfono inteligente
Radio en cualquier lugar	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodifusión (MA/MF) • Radiodifusión (DTAB) • Radiodifusión (TVM) • Banda ancha 	<ul style="list-style-type: none"> • Cualquier aparato de radio: aparato de sonido Hifi, radio portátil, autorradio, tableta; teléfono inteligente, teléfono móvil básico • Cualquier aparato de radio • Autorradio; tableta; teléfono inteligente • PC; tableta; teléfono inteligente
Interactividad	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodifusión (MF) • Radiodifusión (DTAB) • Radiodifusión (TVM) • Híbrido radiodifusión-banda ancha • Banda ancha 	<ul style="list-style-type: none"> • Radio MF con RDS (interactividad local) • Radio set (interactividad local) • Autorradio; tableta; teléfono inteligente • Radio*); tableta; teléfono inteligente • PC; tableta; teléfono inteligente
		* Con conexión Internet

3.4 Emisión por radiodifusión y banda ancha

Se prevé que los servicios de radiodifusión lineales destinados al público en general de un país o región se modificarán para ofrecer servicios personalizados por redes fijas (con distribución WLAN residencial) y móviles. Cuando las conexiones en banda ancha estén disponibles para gran parte de la población, aparte de convertirse en el principal medio de transmisión para la radiodifusión individual no lineal, también podrá utilizarse para transmitir la radiodifusión lineal al público en general.

La importancia relativa de la transmisión de radiodifusión y banda ancha variará según el país, dependiendo de las condiciones del mercado y de su situación reglamentaria. También podrá ser diferente de los servicios de televisión y de radiodifusión sonora.

En la Figura 3.2 se muestra la posición de la transmisión por radiodifusión (BC) y por banda ancha (BB) respecto de los servicios de radiodifusión lineales y no lineales.

Figura 3.2: Posición de la transmisión por radiodifusión (BC) y por banda ancha (BB)

Prestación del servicio		Emisión	Destinatarios	Concepto de servicio	
Organismos de radiodifusión	TV Radio Datos	Radiodifusión (BC) <ul style="list-style-type: none"> • Redes tx de TV • Redes tx de radio • Redes por cable • Redes por satélite 	Público en general <ul style="list-style-type: none"> • en la zona de cobertura • no direccionado • algunos servicios con (CA) 	Servicios lineales <ul style="list-style-type: none"> • Servicios de TV combinados • Servicios radio reggrupés 	HBB <ul style="list-style-type: none"> • Servicios no lineales y lineales BC/BB integrados
	TV Radio Datos	TVIP Internet cerrada <ul style="list-style-type: none"> • Banda ancha fija • Banda ancha móvil 	Particulares <ul style="list-style-type: none"> • con acceso a Internet de banda ancha • direccionado 	Servicios no lineales <ul style="list-style-type: none"> • Servicios de datos para interactividad local 	
	TV Radio Datos	Banda ancha IP (BB) Internet abierta <ul style="list-style-type: none"> • BB fija • BB 		Servicios no lineales <ul style="list-style-type: none"> • Interactividad total a distancia para servicios de vídeo, audio y datos 	

Fuente: UIT

Se prevé que la transmisión en banda ancha irá cobrando importancia y permitirá ofrecer servicios integrados híbridos de radiodifusión-banda ancha (HBB). No se espera que la banda ancha sustituya a la radiodifusión en cuanto al medio de transmisión principal para la radiodifusión lineal destinada al público en general, aunque a largo plazo no puede excluirse esta posibilidad¹³. Dependerá de la situación del mercado nacional y de la reglamentación.

4 Tecnología de radiodifusión de televisión

4.1 Consideraciones generales

Como se indica en la sección 2, uno de los principales adelantos en la radiodifusión terrenal es la evolución constante de la tecnología de radiodifusión digital, que ha permitido un aumento considerable de capacidad en el ancho de banda transmitido, una mayor oferta de servicios, mejor calidad de imagen y cobertura más amplia.

Estos adelantos han tomado dos rumbos principales:

1. mayor calidad de imagen, gracias a la HDTV, 3DTV y Ultra-HDTV (sección 4.2);
2. sistemas de compresión y transmisión más eficientes (sección 4.3).

Cabe esperar que en 2020 la mayoría de los países hayan finalizado la conversión a la televisión digital. En muchos países los objetivos de la conversión a digital comprenden una mayor oferta de servicios,

¹³ En el Informe Técnico 013 de la EBU, "The future of Terrestrial Broadcasting" (Ginebra, noviembre de 2011), se describen tres casos posibles para el futuro de la radiodifusión terrenal, a saber: expansión, reducción y eliminación.

cobertura más amplia y mejor calidad de imagen, en particular HDTV. En la sección 4.4 se describe la dificultad de ofrecer más servicios y de mayor calidad en el limitado espectro disponible.

4.2 HDTV y sistemas futuros

En muchos países los organismos de radiodifusión ya están distribuyendo servicios HDTV, mientras que en otros se están preparando o han incluido en sus planes de futuro la producción de transmisión de HDTV. Entretanto, la técnica está avanzando hacia una calidad de imagen mejor que la de la HDTV.

La demanda de servicios HD se debe, hasta cierto punto, al aumento del número de hogares con pantalla plana de resolución HD. Cabe esperar que en el futuro todos los servicios de televisión se ofrezcan en HD.

Los adelantos en los formatos de presentación de televisión se producen en tres campos:

1. HDTV mejorada (1080p/50 ó 60);
2. TV3D estereoscópica;
3. Televisión de definición ultraalta.

Actualmente el desarrollo se concentra en la producción e intercambio de programas. Se prevé que estos sistemas se transmitirán por radiodifusión. A continuación se describen estos adelantos.

HDTV mejorada

En principio la producción de HDTV debería realizarse con la calidad más alta para evitar distorsiones y tener margen para procesar la señal sin degradar la calidad en su transmisión. Hasta hace poco la mayor calidad de HDTV para producción era una resolución horizontal de 1920 bits y vertical de 1080 líneas, utilizando barrido progresivo (p) a la mitad de la frecuencia de imagen, 25 Hz ó 30 Hz. El término utilizado es 1080p/25 ó 1080p/30. Después de la compresión, codificación y modulación los servicios HDTV se retransmiten a 1080i/25 (i significa entrelazado) ó 720p/50, o bien respectivamente 1080i/30 y 720p/60¹⁴. Cabe observar que la radiodifusión en 720p es de un 10 a un 20 por ciento (dependiendo del tipo de contenido) más eficiente en cuanto capacidad de transmisión que en 1080i, y ofrece una calidad de imagen comparable¹⁵. Estos formatos se consideran suficientes para ver imágenes de hasta 50 pulgadas.

Ya existe un formato de barrido mejorado: 1080p/50¹⁶ ó 1080p/60. Los equipos profesionales y de consumo para la producción de HDTV ya se comercializan. Cabe esperar que muchos organismos de radiodifusión pasen a utilizar 1080p/50-60 para la producción y contribución.

La distribución en 1080p/50-60 llegará más adelante, aunque en principio es posible con las redes DTTB existentes. El formato HDTV de 1080p/50 no requiere una velocidad de datos superior a la de 1080i/25, pero se obtiene una calidad de imagen considerablemente mejor en pantalla grande¹⁷. Comparado con el formato 720p/50, se necesitaría una velocidad de datos entre un 15 y un 20 por ciento más alta.

¹⁴ Para más información, véase el Informe Técnico 005 de la EBU, *Information Paper on HDTV Formats* (Ginebra, febrero de 2010).

¹⁵ Véase la Recomendación R124 de la EBU, *Choice of HDTV Compression Algorithm and Bitrate for Acquisition, Production & Distribution* (Ginebra, diciembre de 2008).

¹⁶ Para más información, véase el Informe Técnico 014 de la EBU, *What follows HDTV, a status report on 1080p/50 and '4k'* (Ginebra, junio de 2012).

¹⁷ Véase la sección 3.1.2 del Informe Técnico 014 de la EBU, *What follows HDTV, a status report on 1080p/50 and '4k'* (Ginebra; junio de 2012).

Las pantallas grandes modernas pueden mostrar normalmente imágenes de 1080p/50 ó 1080p/60, pero el nuevo adaptador de medios tendrá que decodificar la señal. Es posible llegar a una solución combinando una señal de 1080p/50-60 y 720p/50-60 ó 1980i/50-60, lo que ofrece compatibilidad con modelos anteriores, pero a cambio de utilizar entre un 20 y un 30 por ciento más de capacidad¹⁸.

Como la distribución de HDTV 1080p/50-60 está destinada en particular a pantallas de más 50 pulgadas, parece que por el momento es un nicho de mercado. El servicio puede encuadrar mejor en cuanto servicio a la carta del tipo "larga estela" para telespectadores que poseen un aparato de TV integrado o un adaptador de medios adecuado.

TV3D

En la TV3D, las imágenes se filtran para la percepción por el ojo izquierdo y por el derecho. Existen dos métodos para lograr el efecto estereoscópico:

1. Cerca de los ojos del espectador, utilizando un dispositivo óptico binocular (anteojos/gafas 3D).
2. En la pantalla, donde la fuente de luz dirige las imágenes al ojo izquierdo y al derecho del espectador. En este método no se necesitan anteojos.

En la mayoría de los casos, para ver la TV3D se necesitan anteojos 3D (primer método). Sin embargo, también hay aparatos de TV3D basados en el segundo método. No se prevé que la TV3D acabe sustituyendo a la televisión convencional en dos dimensiones; la TV3D se utilizará para programas específicos. De momento son muy pocos los organismos de radiodifusión que ofrecen servicios de TV3D y no cabe esperar que al final de la década la TV3D represente una parte considerable de la oferta de servicios de la mayoría de estos organismos.

Cabe señalar que la TV3D puede causar dolores de cabeza o molestias oculares a algunos telespectadores.

Recientemente se han acordado en el UIT-R varios proyectos de nueva Recomendación sobre TV3D, que tratan de:

- Los requisitos y criterios de calidad que deberían emplearse en todo el mundo para la producción, el intercambio internacional y la radiodifusión de TV3D estereoscópica, en particular las referencias a algunos de los requisitos de producción necesarios para poder ver TV3D de alta calidad y de manera confortable¹⁹.
- Los sistemas de imagen digitales que deberían utilizarse en la producción y el intercambio de programas de TV3D estereoscópica 1280 × 720 para su radiodifusión²⁰.
- Las metodologías para evaluar los sistemas de TV3D estereoscópica, en particular los métodos de prueba generales, las escalas de graduación y las condiciones visuales²¹.

Los sistemas de TV3D disponen de un cierto grado de compatibilidad con los servicios HD existentes, por lo que los programas de TV3D pueden verse como un servicio 2D en una pantalla de HDTV.

¹⁸ Véase la sección 3.1.2 del Informe Técnico 014 de la EBU, *What follows HDTV, a status report on 1080p/50 and '4k'* (Ginebra; junio de 2012).

¹⁹ Proyecto de nueva Recomendación UIT-R BT.[3DTV-REQS] – Requisitos de rendimiento para la producción, el intercambio internacional y la radiodifusión de programas de televisión 3D.

²⁰ Proyecto de nueva Recomendación UIT-R BT.[3DTV-VID_2] – Sistemas de imágenes digitales 1 280 × 720 para la producción y el intercambio internacional de programas de televisión 3D para la radiodifusión.

²¹ Proyecto de nueva Recomendación UIT-R BT.[3DTV SUBMETH] – Métodos de evaluación subjetiva de los sistemas de televisión 3D estereoscópica.

En lo que respecta a la HDTV en el formato 1080p/50-60, la distribución de TV3D parece ser de momento un nicho de mercado. El servicio puede encuadrar mejor en cuanto servicio a la carta del tipo "larga estela" para telespectadores que poseen un aparato de TV integrado o un adaptador de medios adecuado.

UHDTV

La televisión de definición ultraalta (UHDTV) está destinada a ofrecer a los telespectadores en su hogar o en lugares públicos una mayor experiencia visual, gracias a un gran ángulo de visión de hasta 100 grados, mientras que en la HDTV el ángulo de visión no supera los 30 grados. La UHDTV también tiene una representación mejorada del color y el sonido.

Se han especificado dos formatos de UHDTV:

- UHDTV1 con 3840 x 2160 píxeles (denominado también sistema 4k);
- UHDTV2 con 7680 x 4320 píxeles (denominado también sistema 8k).

La muy elevada resolución (unos 8 megapíxeles en UHDTV1 y alrededor de 32 megapíxeles en UHDTV2) ofrece al telespectador una experiencia visual impresionante. Para hacerse una idea: la radiodifusión de HDTV actual tiene una resolución de 1 a 2 megapíxeles. La UHDTV se considera el próximo gran paso en cuanto a calidad, comparable con el paso de SDTV a HDTV.

Recientemente se ha propuesto en el UIT-R un proyecto de nueva Recomendación²², en el que se especifican los parámetros de imagen del sistema UHDTV para la producción e intercambio internacional de programas.

Se espera que los primeros equipos UHDTV aparezcan en China y Japón en los próximos años. La BBC hizo pruebas de la UHDTV durante los Juegos Olímpicos de Londres en verano de 2012, y efectuó transmisiones a pantallas de tamaño de cine en Londres, Glasgow, Bradford y otras partes de Tokyo, Fukushima y Washington DC.

Probablemente, la radiodifusión de UHDTV por redes de televisión digital terrenal no comenzará a ofrecerse en el futuro inmediato. Los requisitos de capacidad (8 megapíxeles con UHDTV1) son tan grandes que con la tecnología actual (DVB-T2 con compresión MPEG4) sólo puede transmitirse un servicio UHDTV en el tren de transporte. Serán necesarios sistemas de transmisión y compresión más eficientes antes de que la radiodifusión de UHDTV a gran escala se convierta en una realidad.

Resumen de la evolución de la alta definición

En el Cuadro 4.1 se resume la evolución de la alta definición (HD).

²² Proyecto de nueva Recomendación UIT-R BT. [IMAGE-UHDTV] – Valores de los parámetros de los sistemas de UHDTV para la producción y el intercambio internacional de programas.

Cuadro 4.1: Resumen de la evolución de HD

Sistema	Formato de producción	Resolución de imagen (megapíxel)	Distancia de visión (respecto de la altura de la imagen) ²³	Opciones de transmisión
HDTV	1920 x 1080	≈ 2	3 veces	Radiodifusión (DTTB inclusive) banda ancha
UHDTV1	3840 x 2160	≈ 8	1,5 veces	Ninguna de momento, se necesitan sistemas de compresión más eficientes
UHDTV2	7689 x 4320	≈ 32	0,75 veces	Ninguna de momento, se necesitan sistemas de compresión más eficientes

4.3 Sistemas de radiodifusión de televisión más eficientes

Desde los inicios de la televisión digital a principios de los años 90, se han adoptado diversas normas de transmisión DTTB. Los sistemas de transmisión DTTB pueden clasificarse en sistemas de primera y segunda generación, siendo estos últimos más eficientes. En la sección 4.3.2 se describe la evolución de estos sistemas.

Los sistemas DTTB permiten la recepción en instalaciones receptoras fijas, portátiles o móviles. Algunos de los sistemas tienen características especiales para optimizar la recepción en dispositivos receptores móviles, como los teléfonos inteligentes. También hay sistemas especializados para la recepción en dispositivos móviles. La radiodifusión a dispositivos móviles se denomina a veces como televisión móvil (TVM). En la sección 4.3.3 se describe la evolución de la TVM.

Todas las normas utilizan el sistema de compresión MPEG2 o su sucesor más eficiente, el MPEG4. Se está desarrollando un nuevo sistema de compresión aún más eficiente, denominado códec de vídeo muy eficiente (HEVC). En la sección 4.3.1 se describe la evolución de los sistemas de compresión de vídeo.

4.3.1 Sistemas de compresión

Las primeras soluciones de DTTB utilizaban el sistema de compresión de vídeo MPEG2, también denominado UIT-T H.222. El MPEG2 ha sido sustituido por el MPEG4, también denominado MPEG-AVC, MPEG-4 parte 10 y UIT-T H.264. El MPEG4 se ha aplicado en muchos países y la tecnología se considera consolidada. El MPEG4 es aproximadamente el doble de eficiente que el MPEG2.

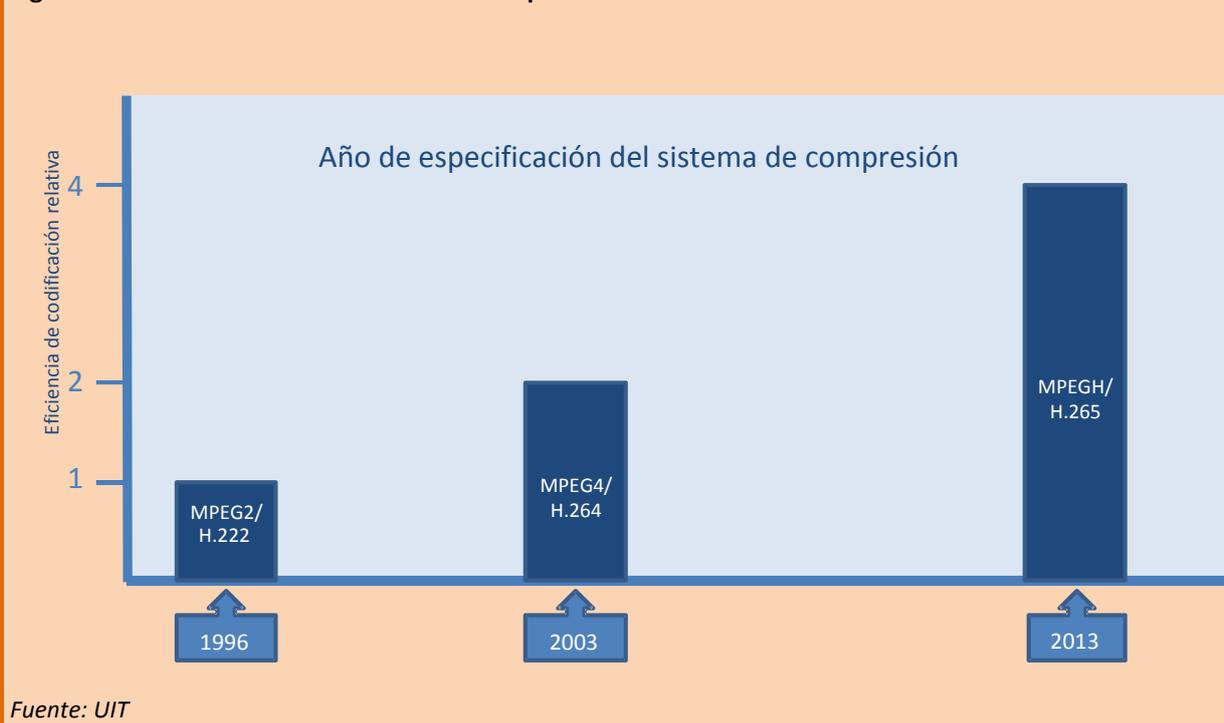
La normalización del sistema de compresión de vídeo de tercera generación está a punto de finalizar. Esta nueva norma de compresión de vídeo, denominada codificación de vídeo muy eficiente (HEVC), está siendo desarrollada de consuno por MPEG de la ISO/CEI y VCEG del UIT-T. Estos dos órganos de normalización también crearon la MPEG2/H.222 y la MPEG4/H.264. La nueva norma de compresión está concebida para duplicar la eficiencia compresión de la MPEG4/H.264.

Cabe estimar que la nueva norma sobre HEVC estará lista en 2013. Una vez terminada la publicará la ISO/CEI como MPEG-H y el UIT-T como H.265. Los primeros servicios basados en HEVC/MPEG-H/H.265 podrían aparecer en 2015. La HEVC puede permitir la radiodifusión de UHDTV.

La Figura 4.1 resume la evolución de los sistemas de compresión, e indica el año en que se publicó la especificación y la eficiencia de codificación relativa a MPEG2.

²³ Recomendación UIT-R BT. 1769 – Valores de los parámetros de una jerarquía ampliada de formatos de imágenes LSDI para la producción y el intercambio de programas internacionales. www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.1769-0-200607-I!!PDF-S.pdf (Apéndice 2).

Figura 4.1: Evolución de los sistemas de compresión



Cabe observar que la nueva generación de sistemas de compresión no es compatible con las generaciones anteriores. Por consiguiente, cuando se comience a utilizar el sistema de nueva generación se habrán de reemplazar los adaptadores de medios. Los actuales receptores de TV digital integrados requerirán de un adaptador de medios para el nuevo sistema. Los receptores que disponen del sistema mejorado normalmente podrán recibir también las del sistema antiguo. Es probable que se requiera un periodo de transición para evitar interrupciones del servicio.

4.3.2 Primera y segunda generación de sistemas DTTB y sistemas futuros

Los sistemas de radiodifusión de televisión se dividen en sistemas de primera y de segunda generación. La primera generación se describe en la Recomendación UIT-R BT.1306²⁴. Estos sistemas pueden clasificarse en sistemas monoportadora o multiportadora. Todos los sistemas pueden utilizarse en disposiciones de canal de 6, 7 y 8 MHz.

Las principales características son las siguientes:

- La norma monoportadora ofrece una velocidad binaria más elevada para un relación C/N dada en un canal gaussiano²⁵.
- La norma multiportadora es más resistente a la interferencia multirrayecto. Este factor es importante en caso de recepción con antenas sencillas, mecanismo de recepción bastante habitual en muchos países. Además, la norma multiportadora permite utilizar redes monofrecuencia.

²⁴ Recomendación UIT-R BT.1306-6 – Métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la radiodifusión de televisión digital terrenal.

²⁵ Un canal gaussiano es un modo de propagación en el que a la entrada del receptor sólo llega la señal deseada sin señales retardadas, teniendo solamente en cuenta el ruido gaussiano.

La Recomendación UIT-R BT.1877²⁶ describe los sistemas de radiodifusión de televisión de segunda generación. Estos sistemas ofrecen mayor velocidad de datos por hertzio y mejor eficiencia energética en comparación con los sistemas de primera generación. Actualmente sólo se recomienda un sistema de segunda generación, a saber: DVB-T2. Se están desarrollando otros sistemas de segunda generación, por ejemplo el ATSC 2.0, que según las estimaciones estará listo a finales de 2012.

En el Cuadro 4.2 se describen las normas de primera y segunda generación recomendadas por la UIT.

Cuadro 4.2: Sistemas DTTB de primera y segunda generación

Norma	Recomendación UIT-R	Tecnología	Carga útil en un canal de 8 MHz
ATSC	Rec. BT.1306-6 Sistema A	Monoportadora	6,0-27,5 Mbit/s
DVB-T	Rec. BT.1306-6 Sistema B	Multiportadora (OFDM)	5,0-31,7 Mbit/s
ISDB-T	Rec. BT.1306-6 Sistema C	Multiportadora (OFDM segmentada)	4,9-31,0 Mbit/s
DTMB	Rec. BT.1306-6 Sistema D	Monoportadora o multiportadora (OFDM)	4,8-32,5 Mbit/s
DVB-T2*	Rec. BT.1877	Multiportadora (OFDM)	5,4-50,4 Mbit/s

* Norma de segunda generación.

En la Recomendación UIT-R BT.1368²⁷ figura información sobre las relaciones de protección para todas las normas, incluidas las relaciones de protección de una norma interferida por otra. Se está preparando una nueva Recomendación de la UIT sobre criterios de protección para las normas DTTB de segunda generación. Ahora bien, la descripción detallada de las características técnicas de la norma y la información sobre planificación de red y frecuencias figura en un proyecto de nuevo Informe²⁸.

Todos los sistemas de primera y segunda generación son flexibles en cuanto a lo que su aplicación se refiere. Seleccionando la variante de sistema adecuada, puede variarse la carga útil (velocidad neta de datos del múltiplex) y el valor de C/N (que determina la potencia del transmisor para una determinada zona de cobertura). Como se indica en la sección 4.4, necesita llegarse a un equilibrio entre la potencia del transmisor, la capacidad múltiplex y la zona de cobertura. Esto se aplica tanto a los sistemas de primera como de segunda generación; no obstante, los sistemas de segunda generación tienen gamas más amplias.

A una potencia de transmisión y una zona de cobertura determinadas, la carga útil de la transmisión DTTB de un sistema de segunda generación es mayor que la de un sistema de primera generación. Por ejemplo, en una aplicación en el Reino Unido la carga útil aumentó de 24 Mbit/s con DVB-T a 40 Mbit/s con DVB-T2, siendo idénticas la potencia del transmisor y la zona de cobertura.

Por otra parte, a una potencia de transmisor y una carga útil determinadas, la zona de cobertura de la transmisión DTTB de segunda generación es mayor. La mayor eficiencia también puede utilizarse para reducir la potencia del transmisor, manteniendo la misma zona de cobertura en lugar de ampliarla.

²⁶ Recomendación UIT-R BT.1877 – Métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal de la segunda generación.

²⁷ Recomendación UIT-R BT.1368-9 – Criterios para la planificación, incluidas las relaciones de protección, de los servicios de televisión digital terrenal en las bandas de ondas métricas/decimétricas.

²⁸ Proyecto de nuevo Informe UIT-R BT.[DVB-T2PLAN], Aspectos relativos a la planificación de redes y frecuencias de DVB-T2 (véase la Contribución 6/43 a la Comisión de Estudio 6). En este Informe se dan orientaciones sobre la planificación de frecuencias y de la red de DVB-T2. Ha sido preparado por los miembros de la EBU que participan en la planificación de redes DVB-T2. La finalidad es que ayude a los operadores de redes de radiodifusión a planificar sus redes y a las Administraciones a definir el conjunto de parámetros más adecuado de las enormes posibilidades que ofrece el sistema DVB-T2.

Los sistemas de segunda generación son especialmente interesantes en situaciones en las que se requiere:

- emitir a velocidad de datos más elevada, por ejemplo para servicios HDTV o para ofrecer más servicios de TVSD cuando el espectro disponible es limitado;
- reducir lo más posible la potencia del transmisor.

En noviembre de 2011 se lanzó la iniciativa FOBTV (Futuro de la Televisión de Radiodifusión)²⁹ con el fin de colaborar en el desarrollo de una única norma DTTB mundial. Los objetivos de la FOBTV son:

- a. crear modelos de ecosistema futuro para la radiodifusión terrenal, teniendo en cuenta los contextos empresarial, reglamentario y técnico;
- b. definir los requisitos de los sistemas de radiodifusión terrenal de la próxima generación;
- c. fomentar la colaboración de laboratorios de desarrollo de la TVD;
- d. recomendar las principales tecnologías que habrán de servir de base para las nuevas normas;
- e. pedir la normalización de determinadas tecnologías (capas) a las organizaciones de normalización adecuadas (ATSC, DVB, ARIB, TTA, etc.).

La iniciativa FOBTV espera que surja una nueva norma en un plazo de cinco años.

4.3.3 Sistemas de TVM

Las redes de TVM ofrecen servicios de radiodifusión multimedia para dispositivos receptores de bolsillo, utilizando una norma de transmisión de TVM especial, o una parte concreta de la transmisión DTTB. Ejemplos de normas de TVM especiales son DVB-H, DVB-NGH (una versión mejorada de DVB-H), DVB-SH, T-DMB, MediaFlo y ATSC-M/H. Las normas DTTB que permiten ofrecer un servicio móvil dentro de la múltiplex DTTB son:

- ISDB-T, con la opción de utilizar 1 segmento RF (de los 13 segmentos en el múltiplex) con una modulación robusta y una velocidad de códigos para servicios TVM;
- DVB-T2, con la opción de utilizar los canales de capa física con una modulación robusta y una velocidad de códigos para servicios TVM. La DVB-T2-Lite es un subconjunto de las especificaciones DVB-T2 y contiene algunas ampliaciones destinadas a su aplicación a dispositivos receptores de bolsillo.

La Recomendación UIT-R BT.1833³⁰ describe los requisitos de usuario de los sistemas TVM y las características del sistema relacionadas con los requisitos de usuario de ocho sistemas TVM. El proyecto de revisión de esta Recomendación describe un noveno sistema. En la Recomendación UIT-R BT.2016³¹ se recomiendan varios sistemas para la radiodifusión multimedia destinada a la recepción móvil en receptores de bolsillo. En el Cuadro 4.3 se resumen estos sistemas.

²⁹ Memorando de entendimiento de la Iniciativa futuro de la televisión terrenal de radiodifusión; véase www.fobtv.org

³⁰ Recomendación UIT-R BT.1833-1, Radiodifusión de multimedia y aplicaciones de datos para recepción móvil mediante receptores de bolsillo.

³¹ Recomendación UIT-R BT.2016 – Métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la radiodifusión terrenal multimedia para la recepción móvil utilizando receptores manuales en las bandas de ondas métricas/decimétricas.

Cuadro 4.3: Sistemas TVM

Norma	Recomendación UIT-R	Características
T-DMB	Rec. BT 1833 Sistema A Rec. BT.2016 Sistema A	Servicios multimediales terrenales basados en el sistema T-DAB
AT-DMB	Rec. BT.2016 Sistema A	Versión mejorada de T-DMB, el doble de eficiente y compatible con los sistemas anteriores
ATSC-M/H	Rec. BT 1833 Sistema B	Servicios multimediales terrenales; mejora del sistema ATCS
ISDB-T 1seg	Rec. BT.1833 Sistema C	Servicios multimediales terrenales; parte de multiplex ISDB-T
-	Rec. BT.1833 Sistema E	Componente terrenal de los servicios multimediales por satélite en la banda 2,6 GHz. Sistema de satélite denominado sistema E en la Recomendación UIT-R BO.1130 ³²
ISDB-T	Rec. BT.1833 Sistema F Rec. BT.2016 Sistema F	Servicios multimediales terrenales
DVB-H	Rec. BT.1833 Sistema H	Servicios multimediales terrenales; mejora del sistema DVB-T
DVB-SH	Rec. BT.1833 Sistema I Rec. BT.2016 Sistema I	Componente terrenal de los servicios multimediales por satélite a 2,2 GHz.
MediaFlo	Rec. BT.1833 Sistema M	Servicios multimediales terrenales
DVB-T2-lite	Proyecto de revisión de la Rec. BT.1833-1 Sistema T2	Servicios multimediales terrenales basados en el sistema DVB-T2

Otro sistema, que de momento no se describe en Recomendaciones de la UIT, es el denominado RAVIS (Sistema de información audiovisual en tiempo real)³³. RAVIS es un sistema de radiodifusión digital terrenal que emplea las bandas I y II de ondas métricas con un ancho de banda de 100, 200 ó 250 kHz. El sistema se ha concebido para ofrecer servicios audio, vídeo y multimediales a receptores fijos, móviles y portátiles. Este sistema se ha probado en Rusia.

Las perspectivas del mercado internacional de la TVM son variables. Los servicios TVM están teniendo éxito en Corea y Japón utilizando las normas T-DMB y ISDB-T 1-seg, respectivamente. Sin embargo, varios países han comenzado a ofrecer servicios TVM utilizando la norma DVB-H. Debido a la limitada asimilación en el mercado, estos servicios DVB-H se han dejado de ofrecer o se dejarán en breve. Asimismo, las transmisiones de TVM en Estados Unidos utilizando MediaFlo también han cesado. No obstante, las cifras de los servicios multimediales por redes de comunicaciones móviles (3G y 4G) muestran un alto crecimiento (Figura 2.2).

4.4 Cobertura de servicios mayor, mejor y más amplia

En muchos países los objetivos de la conversión a digital incluyen más servicios, una cobertura más amplia y una mayor calidad de imagen, HDTV inclusive. A menudo resulta difícil ofrecer más servicios y de mejor calidad en un espectro limitado.

³² Recomendación UIT-R BO.1130-4 – Sistemas de radiodifusión digital por satélite para receptores instalados en vehículos, portátiles y fijos en las bandas atribuidas al servicio de radiodifusión (sonora) por satélite en la gama de frecuencias 1 400-2 700 MHz.

³³ Sección 2.8 y Anexo 5 del Informe UIT-R 2049-5 – Radiodifusión de multimediales y aplicaciones de datos para recepción móvil.

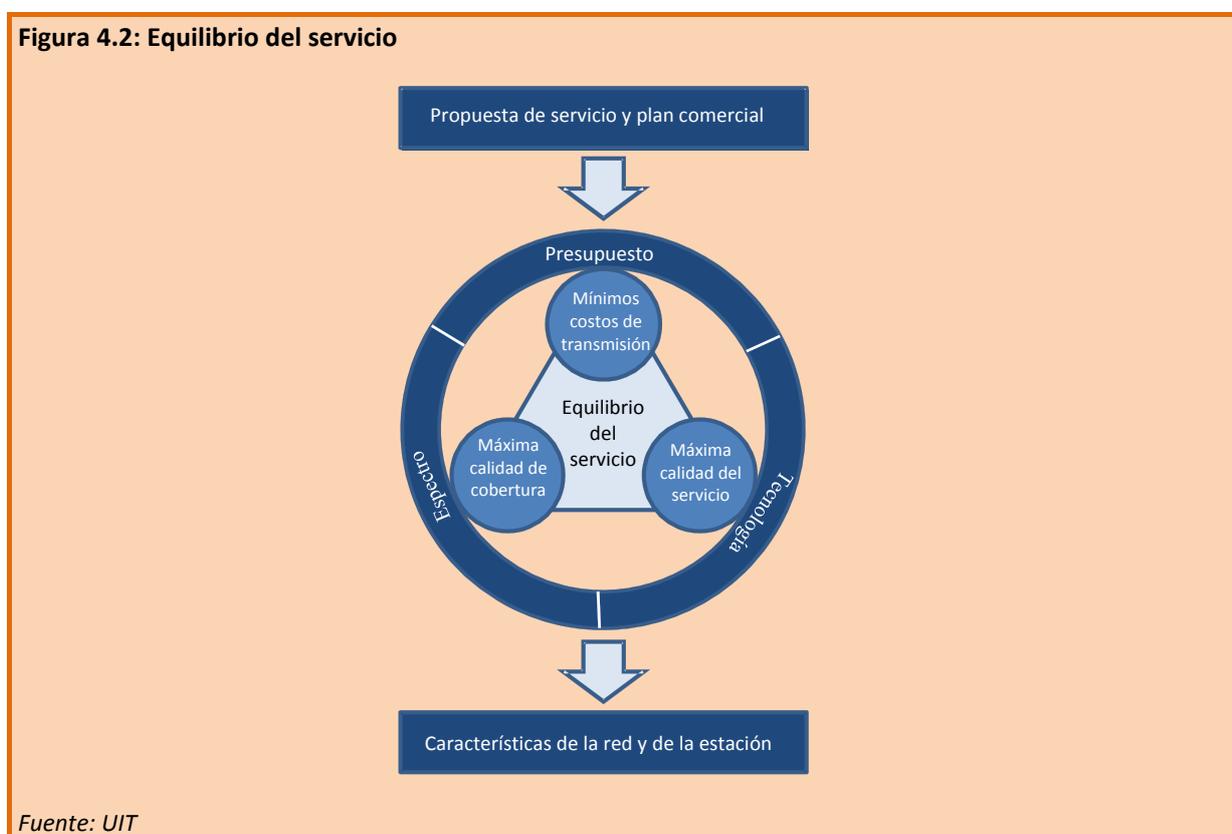
Al planificar la red se deben elegir las características de la estación y de la red con arreglo a la propuesta de servicio (incluidos el número y tipo de servicios) y el plan comercial, teniendo en cuenta el presupuesto disponible, la reglamentación del espectro y la tecnología adoptada.

Al elegir se ha de llegar a un equilibrio entre³⁴:

- los costes de transmisión, que dependen en gran medida del número de estaciones transmisoras y de las características de radiación;
- la calidad de servicio, la velocidad de datos de la red del múltiplex y el número de servicios en el múltiplex determina la velocidad de datos por servicios y, por consiguiente, la calidad de imagen y sonido;
- la calidad de cobertura, que depende del tipo de instalación receptora (fijo, portátil, móvil o de bolsillo) para el cual se ha planificado el servicio y la probabilidad de recepción del servicio requerida.

En la Figura 4.2 se ilustra ese equilibrio.

Figura 4.2: Equilibrio del servicio



Fuente: UIT

Las características de la red y de la estación que se han de seleccionar para llegar a un equilibrio (triángulo interior de la Figura 4.2) tendrán que modificarse si se cambia la propuesta de servicio o el plan comercial, o si varían las condiciones del anillo exterior de la Figura 4.2. Por ejemplo, si se altera la reglamentación o si surge una nueva norma de tecnología se habrá de llegar a un nuevo equilibrio del servicio, que podría requerir modificar la red.

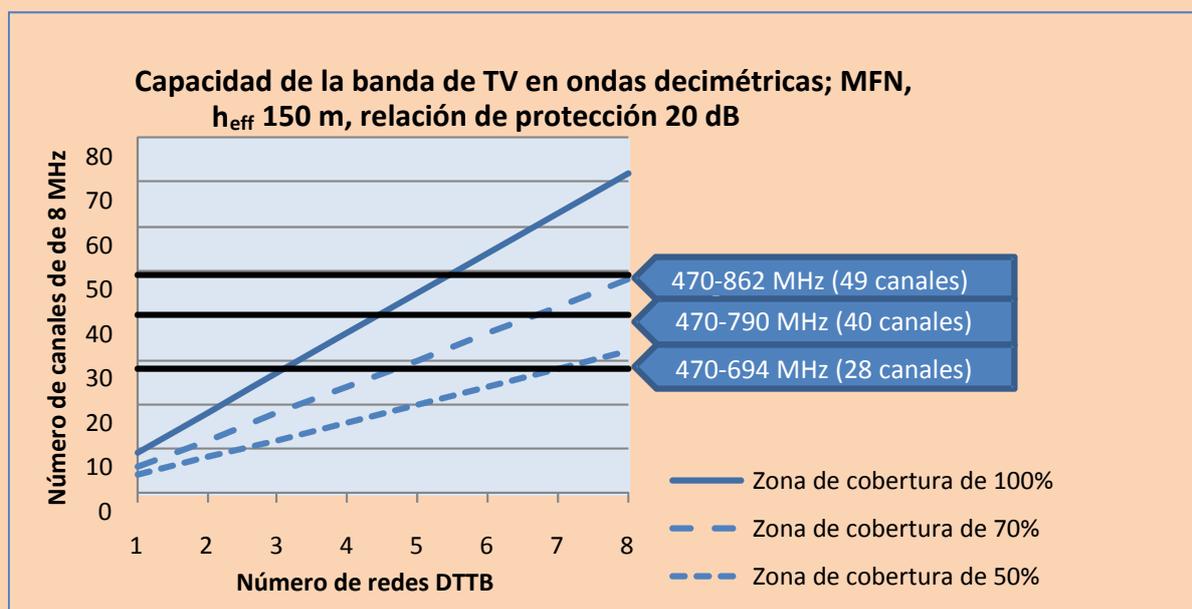
³⁴ El capítulo 4.3 de las Directrices para la transición de la radiodifusión analógica a la digital ofrece información y orientaciones sobre la planificación de redes para la televisión digital terrenal. www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/hdb/D-HDB-GUIDELINES.01-2010-R1-PDF-E.pdf

Como se indica en la sección 2, en la CMR-12 se decidió efectuar en las tres Regiones una atribución adicional para los servicios móviles (IMT) en la gama de frecuencias 698-862 MHz. Por consiguiente será necesario, especialmente en las Regiones 1 y 3, llevar a cabo una planificación de frecuencias y reconsiderar las tecnologías seleccionadas con el fin de poder dar servicio a las estaciones de radiodifusión de TV operativas y planificadas en una banda de frecuencias reducida.

En la Figura 4.3 se da un ejemplo del número de redes multifrecuencia (MFN) con cobertura nacional al que en teoría se le podría dar servicio en la banda de TV en ondas decimétricas con una disposición de canales de 8 MHz. En este ejemplo las antenas transmisoras tienen una altura efectiva de 150m. Se muestran tres curvas, una para lograr una cobertura geográfica total (100 por ciento) y otras dos para lograr una cobertura de, respectivamente, el 70 por ciento y el 50 por ciento. Las curvas se basan en los resultados de estudios teóricos realizados por la EBU³⁵.

Si la banda de frecuencias se reduce de 862 MHz a 694 MHz y el número de redes y transmisores no varía, la cobertura se reduce considerablemente (en el ejemplo de la Figura 4.3, se pasa del 100 por ciento a menos del 70 por ciento). La reducción de la banda de frecuencias puede compensarse reduciendo el número de redes y recurriendo a sistemas de compresión y transmisión más eficientes. En el ejemplo de la Figura 4.3 el grado de cobertura se mantiene si el número de redes se reduce de 5 a 3 en el caso de cobertura del 100 por ciento, y de 8 a 5 en el caso de cobertura de 70 por ciento; lo que resulta en una reducción del 40 por ciento aproximadamente. Si en este ejemplo se utilizara un sistema de transmisión DTTB de segunda generación aumentaría la carga útil del múltiplex de 24 Mbit/s a 40 Mbit/s, un aumento del 40 por ciento, compensando así la reducción de la capacidad de la banda y, por tanto, se mantendría la cobertura.

Figura 4.3: Número de MFN con una altura efectiva de la antena de 150m para lograr cobertura nacional (según el Informe BPN 038 de la EBU)



Fuente: UIT

³⁵ EBU – Informe BPN 038 del Grupo ad-hoc B/CAI-FM24 to B/MDT y FM PT24 sobre requisitos de espectro de la solución de DVB-T (marzo de 2001).

Las estimaciones de la Figura 4.3 dan una idea de la capacidad de la banda de TV en ondas decimétricas según cálculos teóricos para las redes multifrecuencia (MFN) con una altura de antena de 150m. En la práctica la capacidad puede diferir. Los resultados de los estudios de la EBU también indican que en general una utilización más eficiente del espectro (mayor capacidad de la banda) se consigue con:

1. zonas de cobertura más amplias (alturas de antena más elevadas en las MFN, redes monofrecuencia (SNF) de zona amplia), en comparación con las más pequeñas;
2. recepción fija (antena direccional en el tejado) en comparación con la recepción portátil;
3. SFN comparada con MFN.

Cuando se inició la HDTV fue necesario aumentar la capacidad en la frecuencia. Para que una oferta de DTTB resulte atractiva se suele necesitar un paquete de 20 a 30 servicios. Algunos países exigen más servicios, en particular en las grandes ciudades. Por ejemplo, para transmitir 30 servicios de HDTV, se necesitarían seis transmisores por emplazamiento utilizando MPEG4 y DVB-T2. De los ejemplos anteriores se desprende que para preparar el futuro de la HD se deberían seleccionar la norma de transmisión del espectro y la arquitectura de red más eficientes.

La materialización de diferentes arquitecturas de red y de un sistema de transmisión distinto (de segunda generación) afectará al telespectador, ya que podría ser necesario adaptar la instalación de la antena y comprar e instalar un nuevo adaptador de medios. Así, quizá se requiera un segundo periodo de transición (una vez transcurrido el primero de la televisión analógica a la digital). Al igual que en la primera transición, se habrán de resolver algunos aspectos, en particular:

- difusión simultánea del sistema antiguo y del nuevo;
- rediseño de los emplazamiento del transmisor;
- campañas de información al público.

5 Tecnología de radiodifusión sonora

5.1 Generalidades

Se han especificado varios sistemas de DTAB para diferentes bandas de frecuencias y capacidades de transmisión. Algunos sistemas pueden utilizarse en combinación con un sistema analógico en el mismo canal, otros sólo en modo digital. La selección del sistema depende sobremanera de las necesidades del servicio y de las bandas de frecuencias disponibles. Podría suceder que un mismo país tuviera varios sistemas en funcionamiento. La disponibilidad de receptores conformes a varias normas es, por tanto, una condición importante para el desarrollo de la radiodifusión digital sonora.

En la sección 5.2 se describen de manera general los sistemas de radiodifusión digital sonora. En la sección 5.3 figuran consideraciones relativas a la aplicación de estos sistemas.

5.2 Sistemas de radiodifusión digital sonora

Los sistemas DTAB se dividen según la gama de frecuencias. Los sistemas recomendados para funcionar entre 30 y 3 000 MHz se describen en la Recomendación UIT-R BS.1114³⁶ y los recomendados por debajo de 30 MHz se describen en la Recomendación UIT-R BS.1514-2³⁷.

³⁶ Recomendación UIT-R BS.1114-7 – Sistemas de radiodifusión sonora digital terrenal para receptores en vehículos, portátiles y fijos en la gama de frecuencias 30-3 000 MHz.

En el Cuadro 5.1 se indican las normas actualmente recomendadas por la UIT.

Cuadro 5.1: Sistemas de radiodifusión digital sonora en ondas métricas y decimétricas

Norma	Recomendación UIT-R	Compresión de audio	Tecnología de transmisión	Ancho de banda RF	Gama de frecuencias	Nota
DAB	Rec. BS.1114-7; Sistema A	MPEG-layer II	Multiportadora (OFDM)	1,5 MHz	Banda III 1,5 GHz	
DAB+	Rec. BS.1114-7; Sistema A	HE-AAC	Multiportadora (OFDM)	1,5 MHz	Banda III 1,5 GHz	
ISDB-TSB	Rec. BT.1114-7; Sistema F	MPEG Layer II Dolby AC-3 and HE-AAC	Multiportadora (OFDM segmentada)	0,5 MHz ó 1,5 MHz	Banda III 2,6 GHz	1
IBOC	Rec. BT.1114-7; Sistema C	HD-codec	Multiportadora (OFDM)	400 kHz	Banda II	2
IBOC	Rec. BT.1514-2	HE-AAC	Multiportadora (OFDM)	20 ó 30 kHz	MF	2
DRM30	Rec. BT.1514-2	HE-AAC	Multiportadora (OFDM)	9 ó 10 kHz y múltiples	LF/MF/HF	3
DRM+	Rec. BT.1114-7 Sistema G	HE-AAC	Multiportadora (OFDM)	100 kHz	Banda I Banda II Banda III	3

Notas al cuadro:

1. ISDB-TSB puede utilizarse en una sola transmisión con un ancho de banda de unos 0,5 MHz ó 1,5 MHz, o como parte de una transmisión ISDB-T de canal completo en una canal de 6, 7 u 8 MHz.
2. IBOC puede emplearse en combinación con una señal analógica en el mismo canal o sólo OFDM, en las bandas LF/MF el ancho de banda es de 30 kHz en el modo híbrido AM-OFDM y de 20 kHz en el modo sólo OFDM.
3. DRM30 y DRM+ pueden utilizarse en combinación con una señal analógica en el mismo canal o en modo OFDM exclusivamente.

El sistema de compresión de audio MPEG4 HE-AAC (versión 2) (Codificación de audio avanzada muy eficiente) se normalizó en 2006. Junto con otras técnicas de codificación, tales como la duplicación de la banda espectral (SBR) se ha logrado una mejora considerable de la codificación de audio. Según el Consorcio WorldDMB con la DAB+ (con HE-AAC y SBR) se necesitan unos 40 kbit/s para tener una buena calidad audio, comparable a 128 kbit/s con DAB, y compresión de audio MPEG layer II³⁸. Un multiplex DAB+ podría contener, por ejemplo, 28 servicios a 40 kbit/s más uno a 32 kbit/s mientras que un multiplex DAB tendría nueve servicios a 128 kbit/s. Cabe esperar que los países que adopten la DAB ahora, emplearán la DAB+ con HE-AACv2. Al final todas las transmisiones DAB acabarán utilizando HE-AACv2. Ahora bien, HE-AACv2 no es compatible con la compresión MPEG de capa II y se tendrán que cambiar los receptores si se pasa a HE-AACv2. Por consiguiente podría ser necesario un periodo de transición (costoso y que exigiría mucho espectro) en el que se emitiría simultáneamente DAB y DAB+.

Cabe observar que en la práctica no se ofrecen todos los sistemas de radiodifusión sonora digital del Cuadro 5.1 en todas las gamas de frecuencias y la UIT tampoco recomienda todas las combinaciones de

³⁷ Recomendación UIT-R BS.1514-2 – Sistema de radiodifusión sonora digital terrenal en las bandas de radiodifusión por debajo de 30 MHz.

³⁸ WorldDMB report DAB+; The additional audio coding in DAB (marzo de 2008).

sistemas y parámetros de planificación de bandas de frecuencias. En la Recomendación UIT-R BT.1615³⁹ se describen los parámetros para la planificación, en particular las relaciones de protección y los valores de la mínima intensidad de campo para frecuencias inferiores a 30 MHz y en la Recomendación UIT-R BT.1660⁴⁰ para la banda de ondas métricas.

En el Cuadro 5.2 se muestran los sistemas y los parámetros de planificación de bandas de frecuencias estipulados en esas Recomendaciones. En el Cuadro, las casillas en blanco indican bandas de frecuencias para las que no se recomienda el sistema correspondiente con arreglo a las Recomendaciones UIT-R BT.1114-7 y BT.1514-2 (véase el Cuadro 5.1). El guion ("-") indica que, si bien el sistema sí se recomienda en la banda de frecuencias indicada, no se describen parámetros de planificación en la Recomendación UIT-R BT.1615 ó BT.1660.

Cuadro 5.2: Sistemas y bandas de frecuencias con parámetros de planificación recomendados

Sistema	LF	MF	HF	VHF (Banda I)	VHF (Banda II)	VHF (Banda III)	UHF Gama 1,5 GHz	UHF Gama 2,6 GHz
DAB (+)						BT.1660-5	-	
ISDB-TSB					BT.1660-5	BT.1660-5		-
IBOC		BT.1615-1			-			
DRM30	BT.1615-1	BT.1615-1	BT.1615-1					
DRM+				BT.1660-5	BT.1660-5	BT.1660-5		

En el Cuadro 5.3 se indican los acuerdos de la UIT en las bandas de frecuencias indicadas en los Cuadros 5.1 y 5.2, así como si los sistemas correspondientes están autorizados en los acuerdos pertinentes.

³⁹ Recomendación UIT-R BT.1615-1 – "Parámetros de planificación" para la radiodifusión sonora digital en frecuencias inferiores a 30 MHz.

⁴⁰ Recomendación UIT-R BT.1660-5 – Bases técnicas para la planificación de la radiodifusión sonora digital terrenal en la banda de ondas métricas.

Cuadro 5.3: Aplicabilidad de los sistemas de radiodifusión digital sonora según los acuerdos de la UIT

Banda de frecuencia	Acuerdo	Zona	Aplicabilidad de los sistemas digitales conforme a los Acuerdos vigentes	Nota
LF/MF	GE75	Regiones 1 y 3	<ul style="list-style-type: none"> Se permite DRM30 con un ancho de banda nominal de 9 kHz, siempre que la radiación se reduzca al menos 7 dB en todas las direcciones, respecto de la radiación de la asignación de frecuencia modula MA al Plan. No se permite IBOC sin la revisión del Acuerdo. 	1
MF	RJ81	Región 2	<ul style="list-style-type: none"> No se permite DRM30 sin la revisión del Acuerdo. No se permite IBOC sin la revisión del Acuerdo. 	1
MF (1 605-1 705 kHz)	RJ88	Región 2	<ul style="list-style-type: none"> Se permite DRM30 con un ancho de banda nominal de 10 kHz, si se cumplen las condiciones del N° 3.2 del Anexo 2 al Acuerdo RJ88. No se permite IBOC sin la revisión del Acuerdo. 	1
HF	Artículo 12 del Reglamento de Radiocomunicaciones	Todas las regiones	<ul style="list-style-type: none"> Se permite si se cumple la condición estipulada en la Resolución 517 (Rev.CMR-07) del RR. 	2
Banda I	RRC-06-Rev ST61	Zona europea de radiodifusión	<ul style="list-style-type: none"> No se permite DRM+ sin la revisión del Acuerdo; el Acuerdo sólo permite la TV analógica. 	
Banda I	RRC-06-Rev GE89	Zona africana de radiodifusión	<ul style="list-style-type: none"> No se permite DRM+ sin la revisión del Acuerdo; el Acuerdo sólo permite la TV analógica. 	
Banda II	GE84	Región 1 y parte de la Región 3	<ul style="list-style-type: none"> Se permite DRM+ siempre y cuando no cause más interferencia ni requiera mayor protección (sección 3.1 del Capítulo 3 al Anexo 2 del Acuerdo GE84). No se permite ISDB-TSB; no cabe en la disposición de canales. No se permite IBOC no cabe en la disposición de canales. 	3
Banda III	GE06	Partes de las Regiones 1 y 3	<ul style="list-style-type: none"> Se permite DAB y DAB+ con arreglo a las asignaciones o adjudicaciones a la T-DAB. Se permite ISDB-TSB (en modo canal completo) si se cumplen las condiciones del Artículo 5.1.3 del Acuerdo GE06. Se permite DRM+ si se cumplen las condiciones del Artículo 5.1.3 del Acuerdo GE06. 	
Gama de 15 GHz	Ningún plan de la UIT	-	-	4
Gama de 2,6 GHz	Ningún plan de la UIT	-	-	

Notas al cuadro:

1. Véase la Carta Circular CCRR/20 de la UIT, de 6 de septiembre de 2002 y la sección 5.1 del Informe UIT-R BS.2144⁴¹.
2. En el número 5.134 del Reglamento de Radiocomunicaciones se insta a las Administraciones a utilizar las bandas de radiodifusión en ondas decamétricas para facilitar la introducción de emisiones con modulación digital, de conformidad con lo dispuesto en el número 5.134 y en la Resolución 517 (Rev.CMR-07).
3. El ECC de la CEPT observa que quizá se requieran reglas de procedimiento relativas al Acuerdo GE-84 para tener en cuenta los parámetros del sistema digital⁴².
4. El MA02revCO07 estipula la disposición especial regional dentro de la CEPT para la introducción de la DAB y la radiodifusión móvil de multimedios en la gama de frecuencias 1 452 a 1 479,5 MHz.

5.3 Aplicación de sistemas de radiodifusión digital sonora

La selección del sistema de radiodifusión digital sonora dependerá de:

- las necesidades del mercado;
- las bandas de frecuencias disponibles (entre 150 kHz y 2,6 GHz);
- la capacidad del sistema;
- las características de propagación de la banda de frecuencias;
- el precio y disponibilidad de receptores.

Por ejemplo, en algunos países la radiodifusión digital sonora en la gama de ondas kilométricas y hectométricas, utilizando DRM30, es la única forma viable de dar servicio a zonas vastas con baja densidad de población. Otros países prefieren utilizar parte de la banda 174-230 MHz (Banda III) una vez desconectada la televisión analógica para cubrir zonas grandes o pequeñas con un lote de muchísimos servicios de alta calidad técnica utilizando DAB o DAB+. Además, la gama de frecuencias 47 a 68 MHz (Banda I) podría utilizarse en principio para la radiodifusión digital sonora utilizando DRM+⁴³, aunque no existe un marco reglamentario al respecto ni se ha puesto nunca en práctica.

Las bandas de ondas decamétricas se utilizan principalmente en la radiodifusión internacional, por propagación ionosférica. La banda 26 MHz no se utiliza mucho para la radiodifusión internacional, por lo que podría emplearse junto con DRM30 para la radiodifusión local por propagación troposférica⁴⁴, pero nunca se ha puesto en práctica.

En muchos países, la banda inferior de radiodifusión en ondas métricas (Banda II) se utiliza mucho en las transmisiones de MF. En algunas zonas la banda está llegando a su límite de capacidad. En estas situaciones, ofrecer radiodifusión digital en esta banda (utilizando, por ejemplo, DRM+ o IBOC) resulta imposible sin afectar a los servicios existentes. En este caso se suele preferir la banda superior de radiodifusión en ondas métricas (Banda III) para la radiodifusión digital sonora.

⁴¹ Informe UIT-R BS.2144 – Planning parameters and coverage for Digital Radio Mondiale (DRM) broadcasting at frequencies below 30 MHz.

⁴² Sección 7.2.4 del Informe 177 del ECC, Possibilities for Future Terrestrial Delivery of Audio Broadcasting Services (abril de 2012).

⁴³ Informe UIT-R BS.2208 – Possible use of VHF Band I for digital sound broadcasting services.

⁴⁴ Proyecto de nuevo Informe UIT-R BS.[DRM26local] – Digital Radio Mondiale (DRM) in the 26 MHz band (25 670-26 100 kHz).

Tanto DRM+ como IBOC pueden transmitir una señal analógica y una digital en el mismo canal. Se debe velar por que la calidad de la señal MF existe y la cobertura no se vean afectadas⁴⁵. Cabe observar que la disposición de canales en la banda de frecuencias no siempre es idéntica en todas las regiones. Por consiguiente, los sistemas diseñados para una anchura de banda y una disposición de canales determinadas quizá no funcionen satisfactoriamente en países con una disposición de canales distinta debido a la interferencia inaceptable entre canales adyacentes.

Al principio, en Europa se tenía previsto utilizar la Banda II para DAB una vez se dejara de emitir transmisiones MF. No hay indicios de que la banda quede libre de transmisión MF en el futuro inmediato. Ahora bien, en principio la utilización de la DAB en la Banda II podría ser una opción a largo plazo.

La radiodifusión digital sonora en las bandas superiores de ondas decimétricas (1,5 GHz con DAB y 2,6 GHz con ISDB-TSB) también es una opción. En Europa se ha acordado un plan de frecuencias para la DAB en 1,5 GHz⁴⁶, pero la aplicación de la DAB en esta banda es muy limitada. Por ese motivo, la CEPT está examinando la utilización de la gama de 1,5 GHz en Europa.

Los sistemas que se utilizan en las bandas inferiores de frecuencias (por ejemplo, DRM) tienen menos capacidad que los sistemas que emplean las bandas superiores (por ejemplo, DAB). Los sistemas de baja capacidad resultan a veces más atractivos para los organismos de radiodifusión que los de alta capacidad, por ejemplo a los organismos de radiodifusión locales que sólo ofrecen unos cuantos servicios, o los que no desean compartir el múltiplex con muchos otros porque los requisitos (u obligaciones) de cobertura son diferentes.

6 Conclusiones

Los dos principales adelantos en la radiodifusión terrenal que determinarán las tendencias en la radiodifusión sonora y de televisión en los próximos años son los siguientes:

1. La rápida expansión de redes de datos de alta capacidad, que ofrece a los consumidores acceso a Internet de banda ancha. Internet irá cobrando importancia en cuanto a medio de difusión de contenido audiovisual, radiodifusión inclusive.
2. La evolución constante de la tecnología de radiodifusión digital, que dará lugar a un considerable aumento de la capacidad en el ancho de banda transmitido y permitirá ofrecer más servicios, mayor calidad de imagen y cobertura más amplia.

A continuación se resumen las conclusiones y las principales tendencias a finales de la década.

Radiodifusión a finales de la década

- a) Muchos países de todas las regiones habrán concluido el proceso de conversión a digital (DSO) para sus servicios de televisión, o estarán en una fase avanzada del mismo.
- b) Habrá aumentado el número de servicios de radiodifusión digital sonora, en particular por Internet.
- c) Por motivos de costes, habrán cerrado más estaciones analógicas de ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas cuya cobertura también se ofrece por MF, por radiodifusión digital sonora o por Internet.

⁴⁵ Véase también la sección 4.8 del Informe UIT-R BS.2144 – Planning parameters and coverage for Digital Radio Mondiale (DRM) broadcasting at frequencies below 30 MHz.

⁴⁶ El Acuerdo Especial Maastricht 2002, revisado en Constanța, 2007 (MA02revCO07).

- d) La MF seguirá siendo un mecanismo de radiodifusión sonora importante. En general, el cierre de estaciones MF aún queda lejos, pero algunos países habrán cesado la radiodifusión analógica.
- e) Las redes móviles ofrecerán en promedio una velocidad de datos superior a 3 Mbit/s (suficiente para imágenes de buena calidad en pantalla no demasiado grandes) y el vídeo móvil representará más del 70 por ciento del tráfico total de datos móviles. Las redes móviles, junto con el acceso a Internet de banda ancha, facilitarán el desarrollo de servicios de radiodifusión y multimedios por Internet a gran parte de la población.

Conceptos relativos a los servicios

- a) La proliferación del acceso a Internet de banda ancha (móvil, fijo, WLAN inclusive) tendrá gran repercusión en los servicios de radiodifusión:
 - por una parte, es un medio competitivo para suministrar servicios de radio y TV, respecto de las redes terrenales, por cable y por satélite;
 - por la otra, es un medio que permite ofrecer servicios avanzados de radio y televisión.
- b) Los servicios de televisión interactivos se basarán en soluciones híbridas de radiodifusión-banda ancha (HBB); ya sea presentando la información solicitada en la pantalla principal de la TV controlada con el mando a distancia del televisor o mediante una pantalla auxiliar (por ejemplo, tableta o teléfono inteligente).
- c) La importancia relativa de la radiodifusión y de la banda ancha variará según el país dependiendo de las condiciones del mercado y del marco reglamentario. También podría ser diferentes en el caso de los servicios de radiodifusión sonora y de televisión. En cualquier caso, se espera una gran demanda de los servicios HBB, que ofrecerán programación lineal para el público en general junto con servicios personalizados.
- d) No se prevé que la banda ancha acabe sustituyendo a la radiodifusión en cuanto medio principal de radiodifusión lineal para el público en general, aunque no puede excluirse esta posibilidad a largo plazo en algunos mercados.

Evolución de la radiodifusión sonora

- a) Muchos países introducirán la radiodifusión digital sonora de cobertura nacional y regional en partes de la banda de frecuencias 174-230 MHz (Banda III), cuando quede libre al dejar de emitir televisión analógica. Los países con asignaciones o adjudicaciones a la DAB en el Acuerdo de Ginebra de 2006 las utilizarán como base.
- b) Además, en muchos países también se instalarán estaciones de radiodifusión digital sonora en las bandas de ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas con el fin de atender las necesidades del mercado, tales como cobertura en zonas de baja densidad de población, radiodifusión internacional y radiodifusión local.
- c) En un mismo país podrá haber más de un sistema de radiodifusión digital sonora en diferentes bandas de frecuencia, o en las mismas bandas, para satisfacer las diversas necesidades del mercado. Así, la disponibilidad de receptores multibanda y compatibles con varias normas es fundamental para el desarrollo de la radiodifusión digital sonora.
- d) Cada vez serán más las soluciones de radiodifusión digital sonora que utilicen codificación de la fuente muy eficiente (por ejemplo, DAB+). Al final acabarán reemplazándose todas las transmisiones con codificación de la fuente menos eficiente.

Evolución de la radiodifusión de televisión

- a) Cada vez serán más los países que ofrezcan todos los servicios de TV en calidad HD.
- b) El tamaño de las pantallas aumentará y para las grandes (> 50 pulgadas) algunas redes DTTB emplearán el formato de presentación 1080p/50 ó 60.
- c) La UHD TV se adoptará en algunos países, con sistemas de compresión avanzados. No se espera su utilización en redes DTTB.
- d) Aparecerá el nuevo sistema de compresión, el doble de eficiente, denominado HEVC/MPEG-H/H.265. La eficiencia de codificación de este sistema será el doble que la de MPEG4. Al principio se utilizará para servicios UHD TV. También es probable que se incluya en las especificaciones de normas relativas a la DTTB.
- e) Los sistemas de transmisión de segunda generación se irán adoptando en un creciente número de países para obtener capacidad suficiente en las redes DTTB con el fin de:
 - ofrecer un paquete de servicios HDTV atractivo;
 - compensar la reducción de la banda de TV en ondas decimétricas, debido a la introducción de los servicios IMT.
- f) Se ha preparado una única norma mundial de nueva generación, denominada FOBT, con el objetivo de lograr la compatibilidad mundial de las normas DTTB.
- g) Las perspectivas del mercado de TVM son variables. Existen muchos sistemas, ya sea como sistema de TVM especial o como parte de una transmisión DTTB. Además, las cifras de los servicios multimedia por redes de comunicaciones móviles (3G y 4G) muestran un elevado crecimiento.
- h) Aumentará el número de servicios por la plataforma terrenal, con mayor calidad de imagen (HDTV inclusive) y mejor calidad de recepción. En los países donde la banda de TV en ondas decimétricas se limite a 694 MHz, podrán llevarse a cabo las siguientes actividades:
 - vasta replanificación de frecuencias con el fin de dejar espacio suficiente para la transmisión de servicios en una banda de frecuencias reducida;
 - aplicación de normas de transmisión de segunda generación;
 - rediseño de las estaciones transmisoras;
 - organización de un periodo de transición para que los telespectadores puedan comprar nuevos receptores;
 - campañas de información al público sobre los cambios necesarios en las instalaciones receptoras.

Anexo

Glosario de siglas y acrónimos

1080i/25 ó 30	HDTV con 1080 líneas verticales, barrido entrelazado y 25 ó 30 cuadros por segundo
1080p/25 ó 30	HDTV con 1080 líneas verticales, barrido progresivo y 25 ó 30 cuadros por segundo
1080p/50 ó 60	HDTV con 1080 líneas verticales, barrido progresivo y 50 ó 60 cuadros por segundo
2D	Bidimensional
3DTV	Televisión tridimensional
3G	Redes de comunicaciones móviles de tercera generación
4G	Redes de comunicaciones móviles de cuarta generación
720p/50 ó 60	HDTV con 720 líneas verticales, barrido progresivo y 50 ó 60 cuadros por segundo
AC-3	Código Audio Dolby Digital
ADSL	Línea digital de abonado asimétrica
AM	Modulación de amplitud
ARIB	Asociación de Industrias y Empresas de Radiocomunicaciones de Japón
AT-DMB	Radiodifusión de multimedios digital terrenal avanzada (norma TVM)
ATSC	Comité para sistemas de TV avanzados (norma DTTB)
ATSC-M/H	Comité para sistemas de TV avanzados – Móvil/de bolsillo (norma TVM)
AVC	Codificación de vídeo avanzada
BB	Banda ancha
BBC	British Broadcasting Corporation
BC	Radiodifusión
BML	Lenguaje de marca de radiodifusión (norma de software intermedio)
C/N	Relación portadora-ruido
CA	Acceso condicional
CEPT	Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones
CMR-07	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2007
CMR-12	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2012
CMR-15	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2015
DAB	Radiodifusión sonora digital (norma de radiodifusión sonora digital)
DAB+	Radiodifusión digital sonora, sistema mejorado (norma de radiodifusión sonora digital)
dB	Decibelio
DNS	Servicio de nombres de dominio

DRM	Digital Radio Mondiale
DRM+	Digital Radio Mondiale para la banda de ondas métricas (norma de radiodifusión sonora digital)
DRM30	Digital Radio Mondiale por debajo de 30 MHz (norma de radiodifusión digital sonora)
DSO	Conversión a digital
DTMB	Radiodifusión de multimedios digital terrenal (norma DTTB)
DTTB	Radiodifusión de televisión digital terrenal (sinónimo de DTV)
DTV	Televisión digital terrenal (sinónimo de DTTB)
DVB	Radiodifusión de vídeo digital
DVB-H	Radiodifusión de vídeo digital – Dispositivos de bolsillo (norma TVM)
DVB-NGH	Radiodifusión de vídeo digital – Dispositivos de bolsillo de próxima generación (norma TVM)
DVB-SH	Radiodifusión de vídeo digital – Servicios por satélite a dispositivos de bolsillo (norma TVM)
DVB-T	Radiodifusión de vídeo digital – Terrenal (norma DTTB)
DVB-T2	Radiodifusión de vídeo digital – Terrenal de 2ª generación (norma DTTB)
EBU	Unión Europea de Radiodifusión
ECC	Comité de Comunicaciones Electrónicas en Europa
EPG	Guía electrónica de la programación
FM	Modulación de frecuencia
FOBTV	Futuro de la Televisión de Radiodifusión
GE06	Acuerdo de Ginebra de 2006 (Plan de radiodifusión digital en ondas métricas y decimétricas en partes de las Regiones 1 y 3)
GE75	Acuerdo de Ginebra de 1975 (Plan de radiodifusión en ondas hectométricas en la Región 1 y 3)
GHz	Gigahertzio
HBB	Híbrido de radiodifusión-banda ancha
HbbTV	Sistema de televisión híbrido de radiodifusión-banda ancha
HD	Alta definición
HDTV	Televisión de alta definición
HE-AAC	Codificación de audio avanzada muy eficiente
Heff	Altura efectiva de la antena
HF	Banda de frecuencias de ondas decamétricas (3-30 MHz)
IBOC	por canal dentro de banda (norma de radiodifusión sonora digital)
IMT	Telecomunicaciones Móviles Internacionales

IP	Protocolo Internet
ISBD-T	Radiodifusión digital de servicios integrados – Terrenal (norma DTTB)
ISDB-T 1seg	Un segmento de radiofrecuencia de radiodifusión digital de servicios integrados – Terrenal (norma TVM)
ISDB-TSB	Radiodifusión digital de servicios integrados (norma de radiodifusión sonora digital)
ISO/CEI	Organización Internacional de Normalización / Comisión Electrotécnica Internacional
kbit/s	Kilobits por segundo
LF	Bandas de frecuencias de ondas kilométricas (30-300 kHz)
LTE	Long Term Evolution, a menudo denominado 4G (norma de comunicaciones móviles)
MA02revCO07	Acuerdo Especial Maastricht 2002, revisado en Constanța, 2007 (Plan Europeo de DAB en la gama de 1,5 GHz)
Mbit/s	Megabits por segundos
MediaFlo	Media Forward Link Only (norma TVM)
MF	Bandas de frecuencias de ondas hectométricas (300-3 000 kHz)
MFN	Red multifrecuencia
MHEG	Grupo de Expertos en multimedia e hipermedios (norma de software intermedio)
MHP	Plataforma residencial de multimedia (norma de software intermedio)
MHz	Megahertzio
MPEG	Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento
OFDM	Multiplexación por división ortogonal de frecuencia
OTT	TV superpuesta; proveedor de servicio de radiodifusión por Internet
PC	Computador personal
PVR	Videgrabadora personal
RAVIS	Sistema de información audiovisual en tiempo real (norma de radiodifusión sonora y de multimedia digital)
RDS	Sistema de radiocomunicación de datos
RJ81	Acuerdo de Río de Janeiro de 1981 (Plan de radiodifusión en ondas hectométricas en la Región 2)
RJ88	Acuerdo de Río de Janeiro 1988 (Plan de 1 605-1 705 kHz en la Región 2)
RRC-06-Rev GE89	Conferencia Regional de Radiocomunicaciones de 2006 para la revisión del Acuerdo de Ginebra de 1989 (Plan de TV analógica en la Banda I en la zona de radiodifusión africana)
RRC-06-Rev ST61	Conferencia Regional de Radiocomunicaciones de 2006 para la revisión del Acuerdo de Estocolmo de 1961 (Plan de TV analógica en la Banda I en la zona de radiodifusión europea)

SBR	Sistema de duplicación de la banda del espectro
SDTV	Televisión de definición normal
SFN	Red monofrecuencia
T-DAB	Terrenal – Radiodifusión sonora digital (norma de radiodifusión sonora digital)
T-DAB+	Terrenal – Radiodifusión sonora digital, sistema mejorado (norma de radiodifusión sonora digital)
T-DMB	Terrenal – Radiodifusión de multimedios digital (norma TVM)
TTA	Asociación de Tecnología de Telecomunicaciones en Corea
TVIP	Televisión por el Protocolo Internet
TVM	Televisión móvil
UHDTV	Televisión de definición ultraalta
UHF	Frecuencias de ondas decimétricas (300-3 000 GHz)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-D	UIT – Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones
UIT-R	UIT – Sector de Radiocomunicaciones
UIT-T	UIT – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
USA	Estados Unidos de América
VCEG	Grupo de Expertos en Codificación de Vídeo
VHF	Frecuencias de ondas métricas (30-300 MHz)
WLAN	Red de área local inalámbrica

Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)
Oficina del Director

Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza
Correo-e: bdtdirector@itu.int
Tel.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

Director Adjunto y
Jefe del Departamento de
Administración y Coordinación
de las Operaciones (DDR)
Correo-e: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5784
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Infraestructura,
Entorno Habilitador y
Ciberaplicaciones (IEE)
Correo-e: bdtiee@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Innovación y
Asociaciones (IP)
Correo-e: bdtip@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Apoyo a los
Proyectos y Gestión del
Conocimiento (PKM)
Correo-e: bdtipkm@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

África

Etiopía
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina Regional
P.O. Box 60 005
Gambia Rd., Leghar ETC Building
3rd floor
Addis Ababa – Etiopía

Correo-e: itu-addis@itu.int
Tel.: +251 11 551 4977
Tel.: +251 11 551 4855
Tel.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

Camerún
Union internationale des
télécommunications (UIT)
Oficina de Zona
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé – Camerún

Correo-e: itu-yaounde@itu.int
Tel.: +237 22 22 9292
Tel.: +237 22 22 9291
Fax: +237 22 22 9297

Senegal
Union internationale des
télécommunications (UIT)
Oficina de Zona
19, Rue Parchappe x Amadou
Assane Ndoye
Immeuble Fayçal, 4^e étage
B.P. 50202 Dakar RP
Dakar – Senegal

Correo-e: itu-dakar@itu.int
Tel.: +221 33 849 7720
Fax: +221 33 822 8013

Zimbabwe
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona de la UIT
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792 Belvedere
Harare – Zimbabwe

Correo-e: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 4 77 5939
Tel.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

Américas

Brasil
União Internacional de
Telecomunicações (UIT)
Oficina Regional
SAUS Quadra 06, Bloco "E"
11^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
70070-940 Brasília, DF – Brazil

Correo-e: itubrasilia@itu.int
Tel.: +55 61 2312 2730-1
Tel.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

Barbados
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown – Barbados

Correo-e: itubridgetown@itu.int
Tel.: +1 246 431 0343/4
Fax: +1 246 437 7403

Chile
Unión Internacional de
Telecomunicações (UIT)
Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Casilla 50484 – Plaza de Armas
Santiago de Chile – Chile

Correo-e: itusantiago@itu.int
Tel.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

Honduras
Unión Internacional de
Telecomunicações (UIT)
Oficina de Representación de Área
Colonia Palmira, Avenida Brasil
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso
P.O. Box 976
Tegucigalpa – Honduras

Correo-e: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 22 201 074
Fax: +504 22 201 075

Estados Árabes

Egipto
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina Regional
Smart Village, Building B 147, 3rd floor
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo – Egipto

Correo-e: itucairo@itu.int
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asia-Pacífico

Tailandia
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
Thailand Post Training Center ,5th floor
111 Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210 – Tailandia

Dirección postal:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Tailandia

Correo-e: itubangkok@itu.int
Tel.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

Indonesia
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
Sapta Pesona Building, 13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10001 – Indonesia

Dirección postal:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10001 – Indonesia

Correo-e: itujakarta@itu.int
Tel.: +62 21 381 3572
Tel.: +62 21 380 2322
Tel.: +62 21 380 2324
Fax: +62 21 389 05521

Países de la CEI

Federación de Rusia
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscú 105120 – Federación de Rusia

Dirección postal:
P.O. Box 25 – Moscú 105120
Federación de Rusia

Correo-e: itumoskow@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070
Fax: +7 495 926 6073

Europa

Suiza
Union internationale des
télécommunications (UIT)
Oficina de Desarrollo de las
Telecomunicações (BDT)
Unidade Europa (EUR)
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza
Correo-e: eurregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 5111



Unión Internacional de Telecomunicaciones
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza
www.itu.int