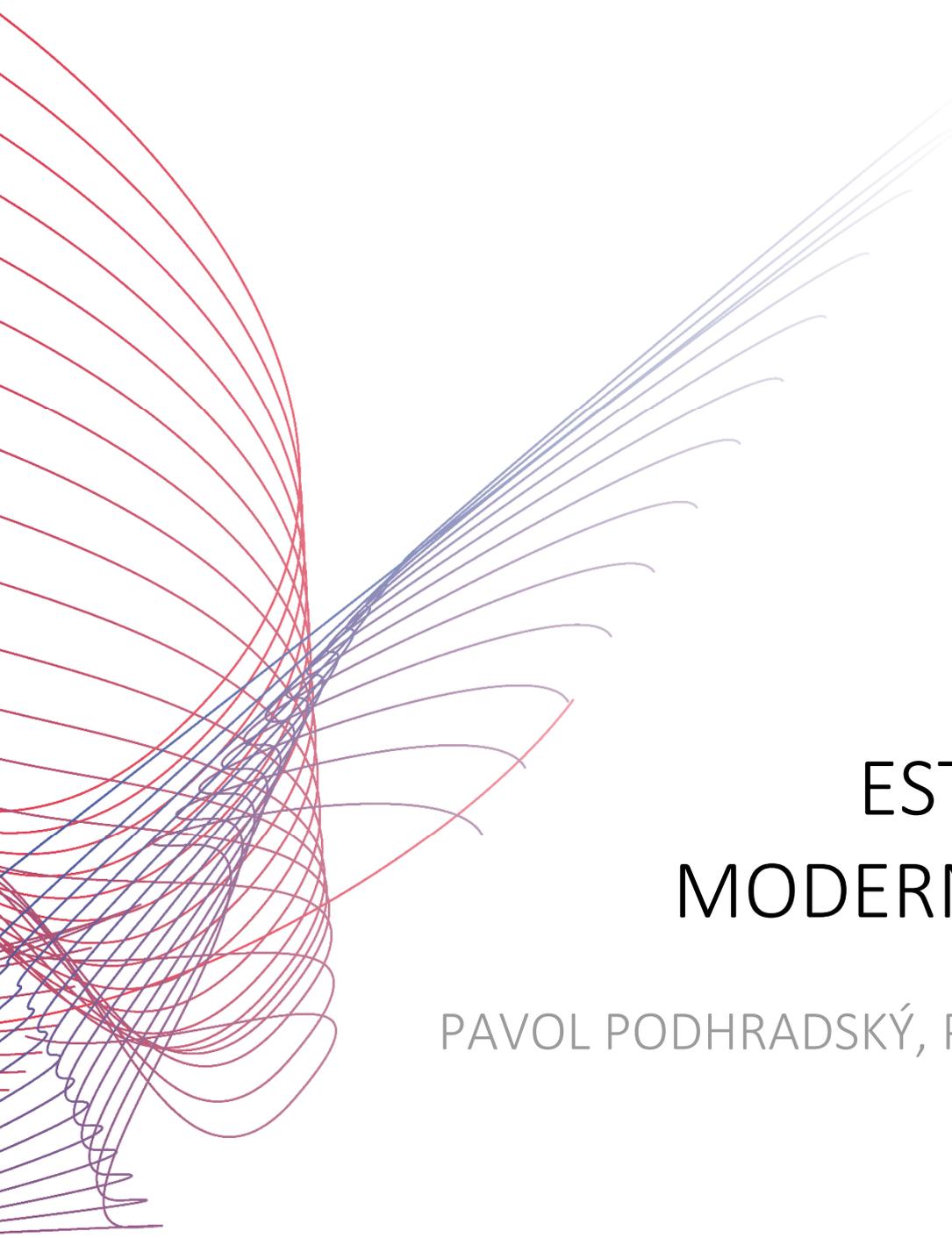




# TECH pedia



## ESTÁNDARES MODERNOS DE TV

PAVOL PODHRADSKÝ, PETER TRÚCHLY

**Título:** Estándares modernos de TV  
**Autor:** Pavol Podhradský, Peter Trúchly  
**Traducido por:** Jorge Salazar  
**Publicado por:** České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
**Dirección de contacto:** Technická 2, Praha 6, Czech Republic  
**Número de teléfono:** +420 224352084  
**Print:** (only electronic form)  
**Número de páginas:** 35  
**Edición:** Primera edición, 2017  
  
**ISBN** 978-80-01-06289-0

**TechPedia**

European Virtual Learning Platform for  
Electrical and Information Engineering

<http://www.techpedia.eu>



El presente proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea.

Esta publicación (comunicación) es responsabilidad exclusiva de su autor. La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

## NOTAS EXPLICATIVAS



Definición



Interesante



Nota



Ejemplo



Resumen



Ventajas



Desventajas

---

## ANOTACIÓN

Este módulo proporciona un breve resumen sobre conceptos analógicos y digitales de televisión. En la actualidad, las tendencias de evolución en el ámbito de la radiodifusión de televisión se centran en la nueva integración de la radiodifusión y las infraestructuras TIC. La principal intención de este módulo de aprendizaje es proporcionar una visión general de las normas de difusión de vídeo digital (DVB), así como las normas de la Hybrid Broadcast Broadband Television (HbbTV).

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este curso es adquirir los conocimientos básicos en el área de la televisión digital y los sistemas de radiodifusión de vídeo digital (DVB), el concepto de la Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV), pero sobre todo el conocimiento en el campo de los estándares de televisión DVB y HbbTV.

## LITERATURA

- [1] Lundström, Lars-Ingemar. *Understanding Digital Television - An Introduction to DVB Systems with Satellite, Cable, Broadband and Terrestrial TV*. Elsevier, 2006. 316 pages. ISBN 978-0-240-80906-9
- [2] Benoit, Hervé. *Digital Television - Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework*. Third Edition. Elsevier, 2006. 289 pages. ISBN: 978-0-240-52081-0
- [3] O'Driscoll, Gerard. *The Essential Guide to Digital Set-Top Boxes and Interactive TV*. Prentice Hall, 2000. 320 pages. ISBN 0130173606
- [4] Wu, Yiyang et al. Comparison of terrestrial DTV transmission systems: the ATSC 8-VSB, the DVB-T COFDM, and the ISDB-T BST-OFDM. *IEEE Transactions on Broadcasting* (Vol. 46 , No. 2). 2000. pp. 101 - 113
- [5] Sarginson, P.A. *MPEG-2: Overview of the systems layer*. BBC Research & Development Department, 1996.
- [6] DVB Standards & BlueBooks, <http://www.dvb.org/standards/>
- [7] DVB Project. *DVB-T2 - 2nd Generation Terrestrial: The World's Most Advanced Digital Terrestrial TV System*. DVB Fact Sheet, May 2015
- [8] DVB Project. *DVB-S2 - 2nd Generation Satellite*. DVB Fact Sheet, August 2012
- [9] DVB Project. *DVB-C2 - 2nd Generation Cable: The World's Most Advanced Digital Cable TV System*. DVB Fact Sheet, July 2012

- [10] Ciochina-Duchesne, Cristina; Castelain, Damien; Bouttier, Arnaud. Satellite Profile in DVB – NGH Physical layer technical choices and motivations. 6th Advanced Satellite Multimedia Systems Conference (ASMS) and 12th Signal Processing for Space Communications Workshop (SPSC), 2012
- [11] DVB Project. DVB-MHP - Multimedia Home Platform: Open Middleware for Interactive TV. DVB Fact Sheet, May 2011
- [12] ETSI TS 102 796 V1.3.1,  
[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts%5C102700\\_102799%5C102796%5C01.03.01\\_60%5Cts\\_102796v010301p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts%5C102700_102799%5C102796%5C01.03.01_60%5Cts_102796v010301p.pdf)
- [13] ETSI TS 102 796 V1.1.1,  
[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/102700\\_102799/102796/01.01.01\\_60/ts\\_102796v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102796/01.01.01_60/ts_102796v010101p.pdf)
- [14] ETSI TS 102 796 V1.2.1,  
[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts%5C102700\\_102799%5C102796%5C01.02.01\\_60%5Cts\\_102796v010201p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts%5C102700_102799%5C102796%5C01.02.01_60%5Cts_102796v010201p.pdf)
- [15] Podhradský, Pavol; Mikóczy, Eugen; Dúha, Ján; Trúchly, Peter at al. NGN – Selected topics, LdV IMProvet, Educational publication, 137 pages, Published by ČVUT Praha, ISBN: 978-80-01-05295-2, August 2013, CD versions (SK, EN, CZ)
- [16] Podhradský, Pavol; Trúchly, Peter; Londák, Juraj; Schumann, Sebastian. New generation of multimedia services/applications, Educational publication, 32 pages, Published by ČVUT Praha, on-line versions (SK, EN, CZ, DE, ES)

# Indice

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>TV analógica y digital, concepto y comparación.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Descripción de los estándares MPEG y especificaciones básicas.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Estándares para la transmisión de televisión digital .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Estándares DVB .....</b>	<b>16</b>
5.1	Televisión digital - terrestre .....	18
5.2	Televisión digital - satélite .....	20
5.3	Televisión digital - cable .....	22
5.4	Televisión digital para dispositivos móviles .....	24
5.5	Televisión digital – plataforma multimedia doméstica .....	26
<b>6</b>	<b>HbbTV (<i>Hybrid Broadcast Broadband TV</i>) .....</b>	<b>27</b>
6.1	Estándares HbbTV .....	29
6.2	Servicios HbbTV .....	34
<b>7</b>	<b>Anexo: Estándares Modernos de TV – Televisión por Internet .....</b>	<b>35</b>

# 1 Introducción

La *televisión (TV)* ha alcanzado una gran cantidad de hitos importantes a lo largo de los años de su evolución a partir de una televisión mecánica primitiva (1884) a través de los televisores electrónicos analógicos hasta la televisión digital de hoy. Los orígenes de la televisión mecánica se pueden encontrar cuando un disco Nipkow fue inventado y patentado. Este disco mecánico daba vueltas y a través de pequeños agujeros las imágenes eran escaneadas y aparecían en una pequeña pantalla en el otro extremo. También hubo aparatos de televisión comerciales (Octagon, modelos Baird), pero esta televisión primitiva era sólo de interés para clientes "curiosos".

La televisión electrónica fue capaz de evolucionar cuando se desarrolló un *tubo de rayos catódicos (CRT – cathode-ray tube)* [1]. Éste utiliza un haz de electrones que crea la imagen en una superficie fluorescente de la pantalla (línea a línea). La primera televisión electrónica fue analógica y en blanco y negro, y ya en la década de los 50 comenzó a aparecer la televisión en color. Después de la Segunda Guerra Mundial en los Estados Unidos se produjo un auge significativo en producción televisiva aumentando drásticamente el número de hogares con televisores. Para la televisión analógica se desarrollaron tres sistemas de codificación - NTSC, PAL y SECAM. Los países europeos adoptaron los sistemas PAL/SECAM. Los organismos de radiodifusión han estado distribuyendo la televisión analógica a través de un conjunto de canales dentro de las bandas de muy alta y ultra-alta frecuencia - un canal de televisión por una portadora (canal) de frecuencia.

En la década de los 80 fue posible transmitir video analógico con señales de audio digital, pero una conversión de televisión analógica a digital requiere de eficientes algoritmos de codificación y de procesadores de altas prestaciones. Con la invención de los algoritmos de compresión MPEG en el comienzo de la década de los 90 la televisión digital ganó toda una amplia gama de posibilidades para su realización y estandarización. En la actualidad, la televisión digital se transmite a través del cable, aire y por satélite en las resoluciones estándar y de alta definición. El rápido progreso de las tecnologías de la información y la comunicación ha cambiado los televisores ordinarios por televisores inteligentes que están equipados para la conexión de banda ancha. Esta capacidad proporciona a los usuarios finales una gran cantidad de otras aplicaciones, así como el acceso a servicios de IPTV [2].

Los esfuerzos actuales se centran en un desarrollo de televisión digital híbrida. En 2009 nace el consorcio **HbbTV** (*Hybrid Broadcast Broadband TV*) con el principal objetivo de combinar los servicios de radiodifusión, banda ancha e IPTV para ofrecer entretenimiento a los usuarios a través de la gama de sus dispositivos (televisores, descodificadores).



Octagon



Baird model "C"

1928



1940 - 1960



1990 - 2014

Fig. 1 - Evolución de la TV

## 2 TV analógica y digital, concepto y comparación

$E=m \cdot c^2$

La *televisión analógica (ATV)* transmite una señal analógica cuyos valores de amplitud varían en un intervalo continuo. Esta señal transporta la señal de audio (sonido), la señal de vídeo (información sobre el brillo y el color de la imagen) y la información de sincronización (horizontal, vertical). La señal de audio es modulada usando modulación de frecuencia y la señal de vídeo se transmite utilizando la modulación de amplitud todo ello dentro del ancho de banda de un canal, es decir, una cadena de TV ocupa todo el ancho de banda disponible para una frecuencia de canal.

—

La naturaleza analógica de la señal transmitida hace que la televisión analógica por lo general ofrezca una menor calidad de imagen. La señal analógica está sujeta a interferencias y ruidos durante la transmisión (principios físicos de la propagación de señal, reflexiones, clima) lo que resulta en una imagen final nevada (ruido, granularidad) y con dobles imágenes (*ghosting*). Con el aumento de la distancia entre la antena de usuario y el transmisor, la señal analógica disminuye su intensidad y no puede ser completamente regenerada.

La *televisión digital (DTV)* transmite señal digital. Debido a que las señales de audio y vídeo de origen son señales analógicas éstas deben ser primero digitalizadas, es decir, convertidas en una serie de 0s y 1s. Como se menciona en la siguiente sección, las señales digitalizadas tienen que ser comprimidas y luego combinadas para formar una señal de transporte (*stream*) que se ajuste para su radiodifusión.

+

Las señales de DTV están protegidas por códigos de corrección de errores que permiten regenerar la señal original y eliminar el ruido y las interferencias [1]. Por lo tanto los usuarios pueden ver canales de TV (imagen y sonido) en la misma calidad como fueron transmitidos (sin *ghosting*). Esta tecnología proporciona a los usuarios con imágenes en definición estándar (SD) y en *alta definición (HD)* y sonido de calidad **CD** (*Compact Disc*). La televisión digital puede utilizar el ancho de banda de un canal de manera más eficaz. Los algoritmos de compresión (y multiplexación) permiten a los operadores insertar más canales de televisión (así como de radio) dentro del mismo ancho de banda previamente ocupado por un canal de televisión analógica. La televisión digital ofrece una gran cantidad de innovaciones con un nuevo modelo de operación que contribuye significativamente a la convergencia de ordenadores, televisión e Internet. Los beneficios para los usuarios son notables, cientos de canales de televisión y acceso a una amplia gama de nuevos servicios.

DTV y ATV pueden utilizar el mismo medio para la radiodifusión (cable, aire y por satélite). Pueden compartir la misma banda de frecuencia, pero no las mismas frecuencias al mismo tiempo. DTV no es compatible con ATV. Los usuarios tienen que comprar un decodificador digital (**STB** – *set-top-box*) [3]. La figura 2 muestra

cómo la calidad de imagen se comporta en base a la intensidad de la señal. Sencillamente, la imagen digital se ve en calidad perfecta o no hay imagen. Existe un gran intervalo de tiempo en que la imagen digital permanece en perfecta calidad de imagen, mientras que la televisión analógica se está convirtiendo en cada vez más granulada y/o con *ghosting*.

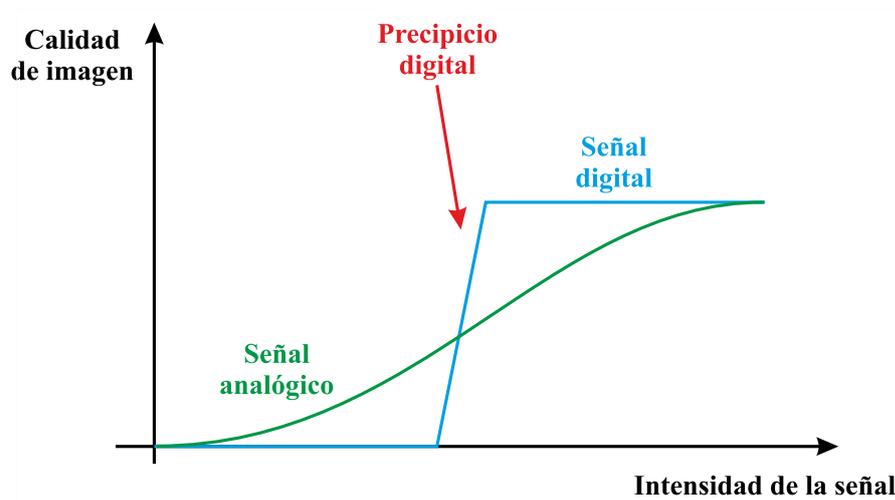


Fig. 2 - Televisión digital – cómo la calidad de imagen depende de la intensidad de la señal

### 3 Descripción de los estándares MPEG y especificaciones básicas

Como ya se ha mencionado, la televisión digital transmite señal digital, pero su contenido multimedia, es decir, vídeo y audio proceden de sus fuentes analógicas y tienen que ser convertidos en un formato digital (conversor analógico-digital).



Sin embargo, la señal de vídeo analógica que necesita un ancho de banda de 5 MHz en el caso de una señal de TV de estándar europeo de 625 líneas, con 720 píxeles por línea ello asciende a 414.720 (576 x 720) píxeles por imagen (*frame*). Después de la digitalización, una señal de vídeo en blanco y negro (con 25 imágenes por segundo) requeriría una velocidad de aproximadamente 83 Mbps (o aproximadamente 250 Mbps para vídeo en color). Estas velocidades de transmisión son demasiado altas y casi inaplicables en sistemas reales (por ejemplo, a través de satélite). Afortunadamente, las señales de vídeo, así como las señales de audio contienen una gran cantidad de información redundante que se puede eliminar a través de técnicas de compresión adecuadas. Utilizando compresión, la velocidad de transmisión se puede disminuir (basado en la calidad y resoluciones) a varios Mbps.

La información redundante representa (por ejemplo) la información que se puede predecir y no es necesario transmitir porque el receptor (decodificador) es capaz de añadirla. Las técnicas de compresión también se basan en las limitaciones relacionadas con la percepción humana de la información acústica y visual. Las señales de audio contienen alguna información que no se oye por el oído humano y se puede quitar. La señal de vídeo contiene una gran cantidad de información que se repite en tramas consecutivas y en base a este principio los algoritmos adecuados pueden disminuir una cantidad de datos transferidos desde el transmisor al receptor.

Para la compresión de fotografías digitales se desarrolló el formato JPEG que está utilizando la transformada discreta del coseno. En el caso de imágenes en movimiento, se formó el Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (**MPEG** - *Moving Pictures Experts Group*) con la tarea de desarrollar técnicas de compresión eficientes para trabajos con clips de vídeo en ordenadores y su transmisión entre ordenadores u otros dispositivos.



La tecnología DVB adoptó los estándares de compresión MPEG [2].

El primer estándar definido por este grupo fue el MPEG-1. Este estándar proporciona vídeo de calidad media a tasas bajas de bits de hasta 1,5 Mbps para sistemas interactivos con almacenamiento de vídeo en CD-ROM. También se hizo muy popular para la distribución de los clips de vídeo a través de Internet. Sin embargo, MPEG-1 no fue capaz de reemplazar la televisión analógica. Sobre la base del principio de MPEG-1 fue desarrollado el nuevo estándar MPEG-2. La definición MPEG-2 fue influenciada por la necesidad de codificación de la televisión estándar y su distribución a través de los sistemas terrestres, de cable y satélite.



---

El estándar MPEG-2 está optimizado para la radiodifusión y también para tasas de bits más altas (2 Mbps y más) en base a la calidad y resolución del vídeo final. También es adecuado para el almacenamiento de películas en, por ejemplo, DVDs. El estándar MPEG-2 es compatible con MPEG-1, es decir, el decodificador MPEG-2 puede decodificar todos los flujos de datos codificados en MPEG-1 [2].

---

El estándar MPEG-4, publicado en 1998, ofrece codificación de objetos audiovisuales.

---



Contiene algoritmos más complejos que permiten a este estándar proporcionar a los usuarios vídeo en la misma calidad, pero con velocidades de transmisión más bajas que las de MPEG-2. MPEG-4 es compatible con una gran variedad de velocidades de bits y se puede utilizar para televisión por Internet (IP) con baja tasa de bits, así como distribución de televisión en alta definición. La ITU estandarizó este estándar como H.264.

---



El estándar MPEG-2 (tal como el MPEG-1) define tres partes principales:

- MPEG-2 sistema (parte 1) que especifica cómo se produce el flujo final de datos MPEG-2,
  - MPEG-2 vídeo (parte 2) que especifica cómo se codifican las secuencias de vídeo elementales,
  - MPEG-2 audio (parte 3) que especifica cómo se codifican las secuencias de audio elementales.
- 

El codificador de vídeo MPEG-2 toma imágenes de vídeo sin comprimir y los codifica mediante el cual las imágenes de tamaño fijo se convierten (comprimidas) a imágenes (unidades de acceso, Fig. 3) de tamaño variable. Su tamaño depende de la complejidad de la imagen original y del tipo de cada imagen, si se trata de una imagen I, P o B [2]:

- Las imágenes/fotos I (*Intra*) son codificadas de manera similar a las imágenes JPEG, sin ninguna referencia a otras imágenes de vídeo. Contienen toda la información necesaria para reconstruir las imágenes originales pero proporcionan tasas de compresión más bajas.
- La imagen P (*Predicted*) se codifica en referencia a una imagen (I o P) precedente. Esta imagen sólo lleva información sobre un cambio (movimiento) entre la imagen anterior y la real.
- La imagen B (*Bi-directional*) es similar a la imagen P, pero también se codifica en referencia a una imagen que la sigue es por eso que están codificadas por interpolación bidireccional. Las imágenes B proporcionan los índices de compresión más altos.

El codificador de vídeo MPEG produce secuencias de imágenes I, P, B formando *grupos de imágenes (GOP - groups of pictures)*. Cada GOP comienza con una

imagen I seguida de una imagen P y/o B (Fig. 4). La presencia y número de imágenes P y B en un GOP influyen en la tasa de compresión final, retardo de codificación, la posibilidad de editar y propagación de errores.

El parte de audio MPEG-1 define tres capas de audio: la Capa I (la más usada en cintas de audio digital de Philips), la Capa II (codificador más eficaz para las tasas de bits fijas de 32 a 192 kbps por canal), la Capa III (más popular como formato MP3). El MPEG-2 mejora estos codificadores de audio mediante la codificación de más de dos canales de audio (hasta 5.1 multicanal), así como por otros codificadores de audio (MPEG-2 AAC).



Con las nuevas resoluciones de *ultra alta definición* (**UHD** - *ultra high definition*, 4K como 3840x2160 y 8K como 7680x4320) ha aparecido una nueva demanda de códecs de vídeo eficientes. El códec H.264/MPEG-4 AVC fue mejorado para soportar estas resoluciones y en 2013 fue desarrollado un nuevo estándar de compresión de vídeo estandarizado como H.265 / MPEG-H, denominado estándar *High Efficiency Video Coding* (**HEVC**). En comparación con su predecesor, HEVC debería duplicar la tasa de compresión manteniendo el mismo nivel de calidad de vídeo.

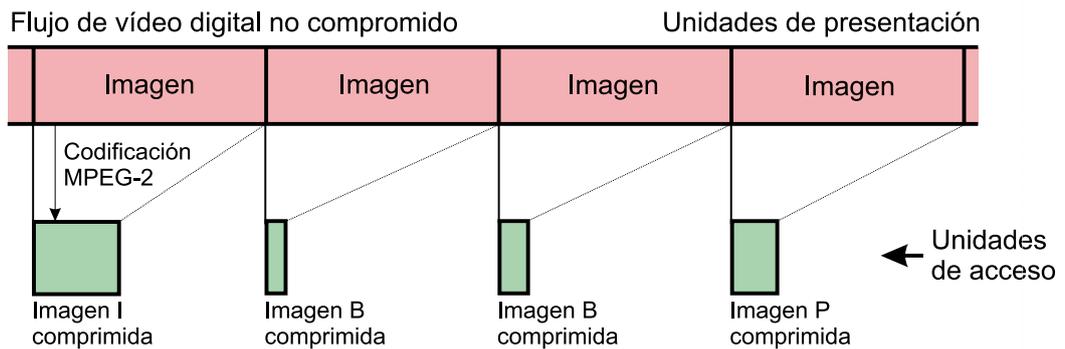


Fig. 3 – Codificación por un codificador MPEG-2

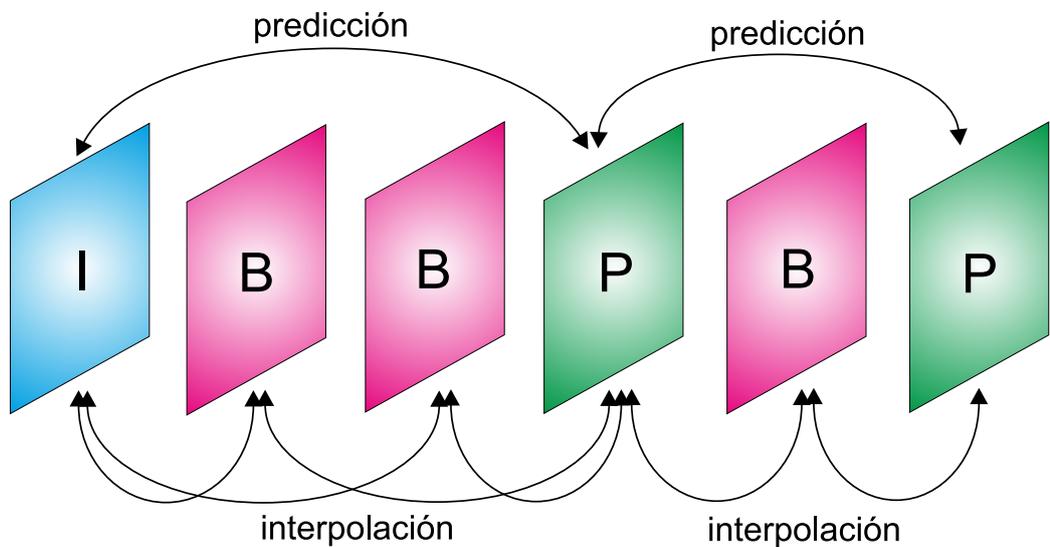


Fig. 4 – Grupo de imágenes para un codificador de vídeo MPEG

## 4 Estándares para la transmisión de televisión digital

Durante la evolución de la televisión digital se han desarrollado y desplegado varios estándares de emisión en el mundo (Fig. 5). La mayoría de estos estándares adoptaron el principio de multiplexación MPEG (MPEG-TS, *MPEG transport stream*) y el códec de vídeo MPEG-2. Sin embargo, presentan diferencias en la forma en que procesan un flujo de transporte a la salida del multiplexor MPEG y así como en los formatos de vídeo y audio que se utilizan antes de la codificación. Se pueden distinguir los siguientes estándares digitales de radiodifusión televisiva [4]:

- *Digital Video Broadcasting (DVB)* - DVB representa un conjunto de estándares abiertos mantenido por el Proyecto DVB (consorcio) que cubre la radiodifusión de la televisión digital y publicado por un Comité Técnico Conjunto (JTC) de las organizaciones de normalización ETSI, **CENELEC** (*Comité Europeo de Normalización Electrotécnica*) y la **EBU** (*European Broadcasting Union*). Se utiliza modulación **OFDM** (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*). DVB fue primero adoptada por Europa y más tarde implementada en Asia, África y Australia.
- *Advanced Television System Committee (ATSC)* – Los estándares ATSC se han aplicado en América del Norte y Corea del Sur y permiten la difusión de la televisión digital por cable, terrestre y por satélite en calidad SD y HD. Para la codificación de audio se utiliza Dolby Digital AC-3 y para la codificación de vídeo MPEG-2 o ITU-T H.264 (MPEG-4). Los flujos de transporte son modulados por **8VSB** (*eight-level vestigial sideband*) por vía terrestre y por 16VSB o 256-QAM a través de cable. En lugar de la radiodifusión de TV ATSC vía satélite, en los EE.UU. y Canadá se utilizan sistemas ya sea DVB-S o de propiedad para ofrecer televisión digital vía satélite.
- *Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)* – Los estándares ISDB adoptados en Japón, Filipinas, Sri Lanka y los países de América del Sur también ofrecen televisión digital por cable, terrestre y por satélite, así como la televisión digital móvil y la radio digital. Todos ellos también se basan en estándares MPEG-2 o MPEG-4. En función del medio de transmisión, se utiliza modulación PSK (satélite) o OFDM con BPSK/QAM (terrestre).
- *Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting (DTMB)* – DTMB es una fusión de varios estándares multimedia chinos con el objetivo de proporcionar la televisión digital a los usuarios fijos y móviles en China, Hong Kong y Macao. El estándar aplica métodos mejorados para la sincronización, la corrección de errores y la transmisión (OFDM modificada).
- *Digital Multimedia Broadcasting (DMB)* – La tecnología DMB representa un sistema de transmisión de radio digital que permite la emisión de contenidos multimedia (TV, radio, datos) a dispositivos móviles. Fue desarrollado en Corea del Sur.

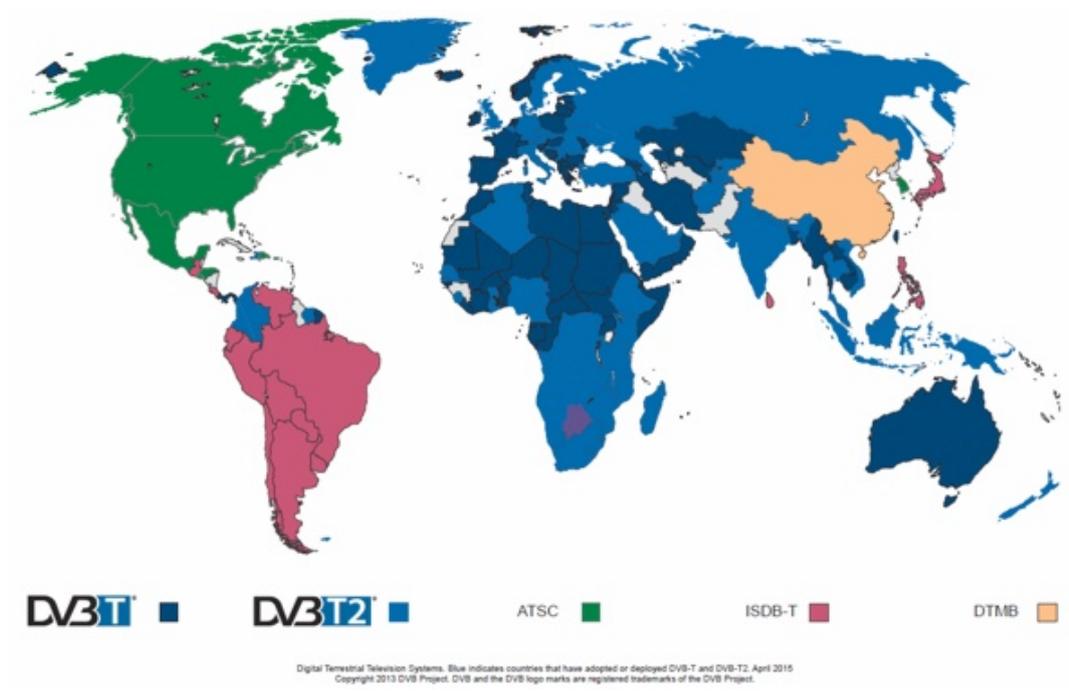


Fig. 5 - Despliegue de los estándares de televisión digital en el mundo

## 5 Estándares DVB

DVB es un conjunto de normas que abarcan no sólo la compresión de vídeo/audio sino todas las funciones relacionadas con la entrega de video digital a los usuarios finales u otros proveedores. Dicho sistema tiene que multiplexar todos los flujos de entrada (video, audio, señales de datos) en un flujo de transporte final y enviarlo vía un medio de transmisión dado en una forma apropiada. Como ya se mencionó, la capa MPEG-2 sistema (parte 1) define cómo se multiplexan juntos varios flujos elementales que representan uno o varios programas. Los flujos elementales pueden transportar vídeo, audio, datos y otra información. Este proceso de multiplexación crea un único flujo de datos (transporte multi-programa) que puede ser almacenado o transmitido a través de un medio físico.



En general, la capa MPEG-2 sistema realiza la multiplexación, paquetización, temporización y sincronización y acceso condicional.

La Fig. 6 muestra un diagrama de bloques que ilustra las principales operaciones que deben realizarse en el lado del transmisor DVB para transmitir un contenido digital a los usuarios [5]. Primero, todos los programas tienen que ser codificados y multiplexados junto con información, tal como marcas de tiempo, tablas y otros datos de soporte (por ejemplo, teletexto). El flujo de transporte resultante está equipado con códigos de protección de errores y está modulada. En la última fase, la señal es amplificada y enviada a través del medio de transmisión.

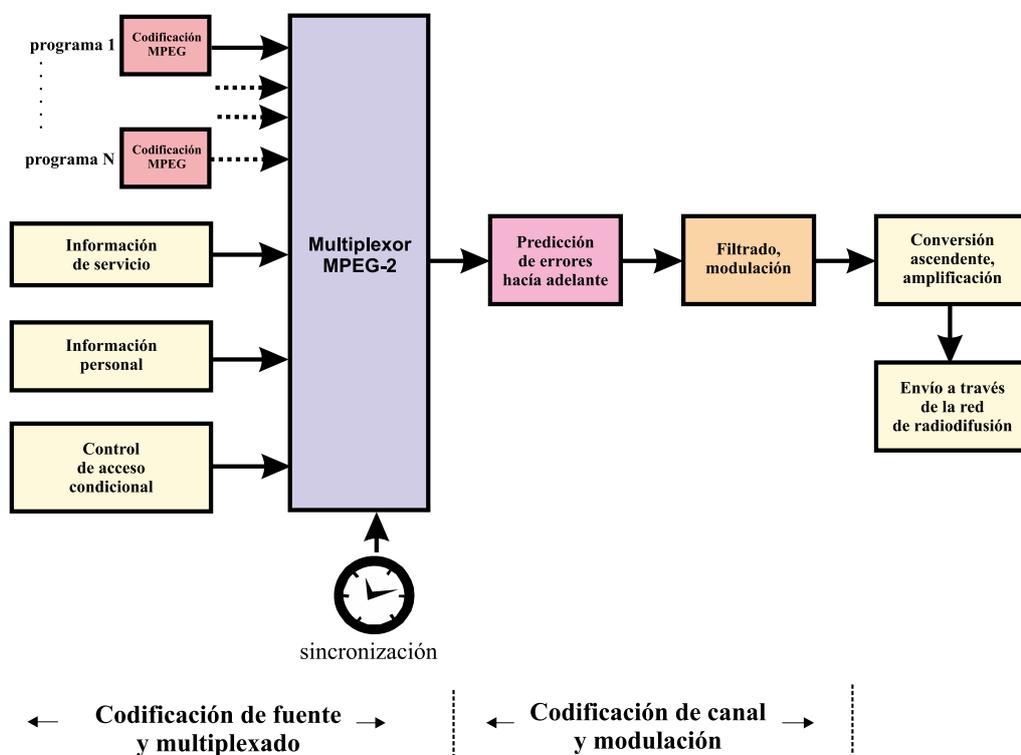


Fig. 6 – Diagrama de bloques de un transmisor DVB

---

Los estándares DVB [6] cubren la difusión de televisión a través de cable (DVB-C, DVB-C2), satélite (DVB-S, DVB-S2, DVB-S2X, DVB-SH) y transmisiones terrestres (DVB-T, DVB-T2, DVB-H), canal de retorno (DVB-RCS/ECA/RCC), difusión de microondas (DVB-MC/MS), la transmisión de servicios de datos de alta velocidad (DVB-Data). También definen la información de servicio (DVB-SI), el algoritmo de cifrado común (DVB-CSA), la interfaz común (DVB-CI), los protocolos independientes de red, la plataforma doméstica multimedia basada en Java (DVB-MHP) así como subtítulos, medición, multiplexación, 3D-TV, IPTV, codificación de fuente, etc.

---

Las siguientes subsecciones tratan de los estándares DVB existentes que definen los métodos y algoritmos de enlace de datos y la capa física del modelo de comunicación para la difusión de televisión a dispositivos de usuarios finales fijos y móviles. Utilizan el mismo proceso de multiplexación para producir un flujo de transporte DVB, pero se diferencian en la manera en cómo se ajusta este flujo para la difusión a través del medio dado.

## 5.1 Televisión digital - terrestre

---



El servicio DVB-T se llevó a cabo por primera vez en el Reino Unido en 1998. Hasta la fecha, DVB-T se ha desplegado en más de 70 países y el mismo número de países se han decidido por DVB-T2, que es capaz de transmitir televisión y radio estándar, de alta y ultra-alta definición y móvil.

---

Los servicios DVB-T/T2 se transmiten por vía terrestre utilizando las frecuencias de la banda de ultra alta frecuencia (**UHF** - *ultra-high frequency*) en un rango de 300 MHz a 3 GHz [1]. Comparten la misma banda con la TV analógica por lo que su implementación depende de la liberación de las frecuencias ocupadas por los canales de televisión analógicos. Un canal de 8 MHz que lleva sólo un canal de televisión analógico puede llevar dentro varios canales de televisión y radio digitales DVB-T junto con otra información.

---



La tecnología DVB-T puede reutilizar la misma infraestructura utilizada por la televisión analógica terrestre (operadores de radiodifusión y transmisores existentes).

---



En el lado de recepción, los usuarios tienen que comprar un nuevo receptor que puede ser en forma de dispositivo independiente (decodificador) o bien como un decodificador receptor integrado (IRD) en el propio televisor.

---

La Tabla 1 compara la DVB-T con la DVB-T2 [7].

---



Nuevos códigos de corrección de errores: **LDPC** (*Low Density Parity Check*) combinado con **BCH** (*Bose-Chaudhuri-Hocquengham*) permite a DVB-T2 transmitir una señal muy robusta frente a errores. Ambos códigos están basados en la modulación **OFDM** (*orthogonal frequency division multiplexing*) con un gran número de frecuencias subportadoras, la cual es muy robusta en un entorno de propagación por trayectos múltiples, y hacen uso del entrelazado de bits, tiempo y frecuencia. En general, DVB-T2 es muy flexible ya que ofrece una gran cantidad de modos.

---

OFDM coloca intervalos de guarda entre símbolos OFDM lo que con una velocidad de símbolos baja le permite eliminar la interferencia entre símbolos. Este principio ofrece también a los operadores la posibilidad de crear la denominada red de frecuencia única, donde los transmisores emiten señal en la misma frecuencia. Los estándares DVB-T pueden incorporar una modulación jerárquica que es capaz de combinar dos flujos de transporte separados para dos tipos diferentes de receptores en un único flujo DVB.

Tabla 1 Comparación entre los estándares de DVB-T y DVB-T2

<b>Parámetros</b>	<b>DVB-T</b>	<b>DVB-T2</b>
FEC	<i>Convolutional &amp; Reed Solomon Coding</i> - 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Modulaciones	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Intervalo de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128, 1/8, 19/256, 1/16, 1/32, 1/128
Número de subportadoras	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Ancho de banda	6, 7, 8 MHz	1.7, 5, 6, 7, 8, 10 MHz
<i>Bit rate</i> típico	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Max. <i>bit rate</i> (20 dB C/N)	31.7 Mbit/s (utilizando 8 MHz)	45.5 Mbit/s (utilizando 8 MHz)
C/N requerido (24 Mbit/s)	16.7 dB	10.8 dB

## 5.2 Televisión digital - satélite

La habilidad natural de los satélites para distribuir señales a grandes áreas de la superficie de la Tierra se ha utilizado para la radiodifusión de televisión analógica y radio durante décadas. Esta capacidad se refiere principalmente a los satélites geoestacionarios que se colocan en una órbita geoestacionaria es decir, a una distancia cerca de 36.000 kilómetros de la Tierra (sobre el ecuador).



Cada satélite geoestacionario aparece fijo en el cielo para el usuario en Tierra por lo que no hay necesidad de un sistema de seguimiento de la antena del satélite.



Por otro lado, las transmisiones por satélite son propensas a sufrir errores de enlace, por lo que cada señal antes de ser transmitida tiene que ser adaptada a tales condiciones difíciles de propagación.

La carga útil de los satélites de comunicación consiste básicamente en transpondedores. Su función es recibir, restaurar, amplificar, procesar, re-modular y enviar señales a la Tierra. Actualmente, el satélite geoestacionario convencional contiene aproximadamente entre 20 y 30 transpondedores. Un solo transpondedor puede tener un ancho de banda que va de 26 hasta 72 MHz (por ejemplo, 36 MHz en el satélite ASTRA 3A). En la televisión analógica por satélite, un solo transpondedor se hacía cargo de un canal de televisión.



Aplicando la tecnología DVB, un solo transpondedor de satélite de 36 MHz puede llevar un número de canales de TV (entre 4 - 20, dependiendo de la resolución, la codificación de vídeo y *bit rates*) o canales de radio (150).

En la actualidad, los satélites proporcionan servicios DVB por todo el mundo. El estándar DVB-S apareció en los años 90 y utiliza MPEG-2 para la codificación de vídeo. En el transmisor DVB-S, el flujo de transporte está equipado con un código *Reed Solomon* externo (con una tasa de codificación 188/204), intercalada (resistencia a errores de bloque) y codificada por un código convolucional interno (con una tasa de codificación de 1/2 a 7/8). Después, al flujo de transporte codificado se le aplica una modulación **QPSK** (*Quaternary Phase Shift Keying*) de modulación [1].

**DVB-S2** (*DVB - satélite segunda generación*) está basado en DVB-S, pero integra nuevas características y algoritmos [8]. Se basa en los mismos códigos FEC como DVB-T2 (LDPC+BCH). Se utilizan las modulaciones QPSK y 8-PSK para la radiodifusión de televisión y 16-BPSK y 32 **APSK** (*Amplitude and Phase Shift Keying*) para aplicaciones profesionales (servicios interactivos, periodismo). A fin de permitir la compatibilidad hacia atrás con DVB-S también puede utilizar la modulación jerárquica.



DVB-S2 también permite cambiar adaptativamente la codificación y los parámetros de la modulación (ACM) para adaptar la señal a las condiciones reales de transmisión (imagen a imagen) para cada usuario en particular (servicios

interactivos y de punto a punto). DVB-S2 aumenta la eficiencia de la transmisión en un 30% (en comparación con DVB-S).

---

DVB-S2X (estandarizado en 2014) extiende la especificación DVB-S2 añadiendo opciones adicionales de imagen, codificación y modulación y así incrementar la eficiencia espectral, dar mejor soporte a la TV UHD y a futuras redes interactivas de banda ancha.

## 5.3 Televisión digital - cable

El primer estándar para la distribución de televisión digital a través de cable coaxial (DVB-C) se publicó en 1994 y poco a poco comenzó a reemplazar a la televisión por cable analógica en todo el mundo [1], [2]. Encontró su aplicación en diversas redes, tales como las grandes redes de televisión por antena comunitaria (**CATV** - *community antenna TV*), pequeñas redes de TV por satélite (**SMATV** - *satellite master antenna TV*, Fig. 7), así como las redes híbridas de fibra coaxial (**HFC** - *hybrid fiber coax*). Este estándar utiliza los códigos Reed Solomon para codificar un flujo de transporte que lleva vídeo codificado en MPEG-2 o MPEG-4 entre otros y que después se le aplica *modulación de amplitud en cuadratura (QAM)*.

Con el fin de que los operadores de cable compitan con otros operadores de televisión por satélite y terrestre, se definió el estándar DVB-C2 (2008) para poder utilizar el ancho de banda disponible de manera más eficiente y para proporcionar más canales de televisión y nuevos servicios a los usuarios [9]



---

Además de la radiodifusión de televisión en SD y HD, este estándar también puede proporcionar a los usuarios servicios innovadores interactivos (IP) (por ejemplo, vídeo bajo demanda). Al igual que DVB-T2, DVB-C2 también implementa LDPC+BCH para las funciones FEC, así como la modulación OFDM con esquemas de modulación de 16- a 4096-QAM para lograr un aumento del 30% en la eficiencia de transmisión(espectro).

---



---

Por ejemplo, cuando se utiliza la modulación QAM-4096 sobre un ancho de banda de 8 MHz se pueden lograr las tasas de hasta 83,1 Mbit/s.

---

La señal DVB-C2 puede ser adaptada (optimizada) para diferentes condiciones y requisitos de la red, ya que soporta una gran cantidad de modos y opciones. Se espera que ambos estándares (DVB-C y DVB-C2) coexistan durante muchos años.

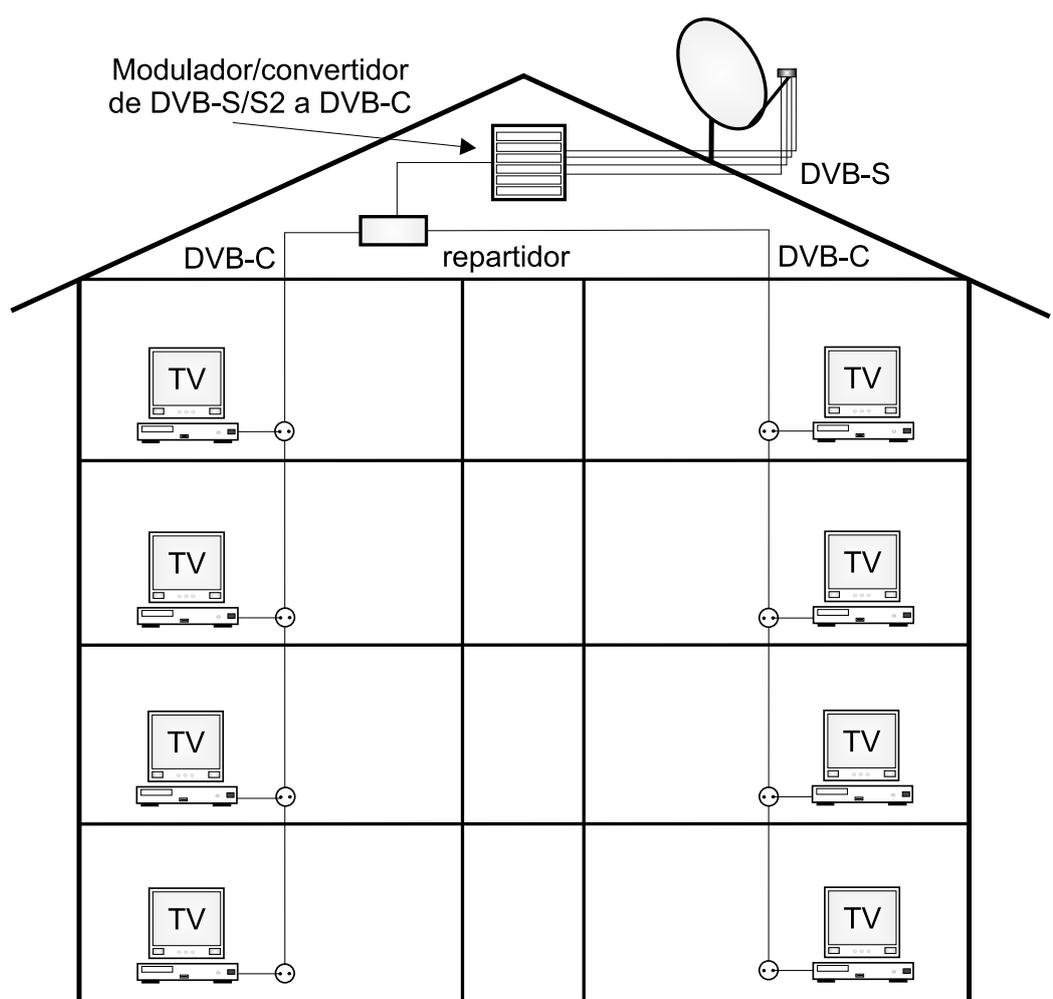


Fig. 7 – Ejemplo de aplicación de f DVB-S a DVB-C SMATV

## 5.4 Televisión digital para dispositivos móviles

---



El estándar DVB-T, como tecnología contrastada para la entrega de televisión a dispositivos fijos, también puede ser transmitida a dispositivos móviles, pero dichas transmisiones no son eficientes ya que no tienen en cuenta la limitada vida de la batería y las difíciles condiciones de recepción.

---

Es por eso que en el año 2004 se definió y se publicó el estándar DVB-H para ofrecer televisión digital a los dispositivos móviles (teléfonos móviles y PDAs). Este estándar se basa en el DVB-T y puede compartir el mismo multiplex con él. DVB-H también soporta las transmisiones de datos a dispositivos móviles gracias a la encapsulación multiprotocolo en flujos MPEG-2. Las bandas de frecuencias asignadas a la radiodifusión DVB-H son VHF, UHF y L (1,452 a 1,492 GHz). Este estándar utiliza multiplexación en el tiempo para ahorrar energía en los dispositivos móviles. Los servicios DVB-H se transmiten en ráfagas permitiendo a los dispositivos de móviles entrar en modo de reposo entre ráfagas del servicio seleccionado (Fig. 8).

---



En 2013, ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) publica un nuevo estándar para **DVB-NGH** (*DVB Next Generation Handheld*) que actualiza y sustituye a DVB-H [10].

---

Con el fin de suministrar vídeo, audio y datos en formato digital a dispositivos móviles, DVB también definió otro estándar, DVB-SH, que representa un sistema híbrido satélite/terrestre que trabaja en banda S (en torno a 2,2 GHz). DVB-SH se basa en satélites que proporcionan cobertura a grandes áreas y en repetidores terrestres que cubren aquellos lugares a los que no llega señal de los satélites. Los satélites pueden utilizar OFDM o multiplexación por división de tiempo para la radiodifusión de señales. Se utiliza el potente turbo código 3GPP2 para la FEC. La capa superior para DVB-SH (protocolos, señalización, etc.) viene definida por la norma DVB-IPDC.

---



Las pruebas e implantación de los estándares DVB para ordenadores portátiles se iniciaron a partir de 2007 en muchos países (por ejemplo, Finlandia, India, Italia, Estados Unidos, China, Sudáfrica) pero esta tecnología no tuvo éxito debido a los pocos dispositivos disponibles, la falta de un modelo de negocio y las nuevas tecnologías como 4G/LTE que ya ofrecían la capacidad necesaria para este tipo de servicio.

---

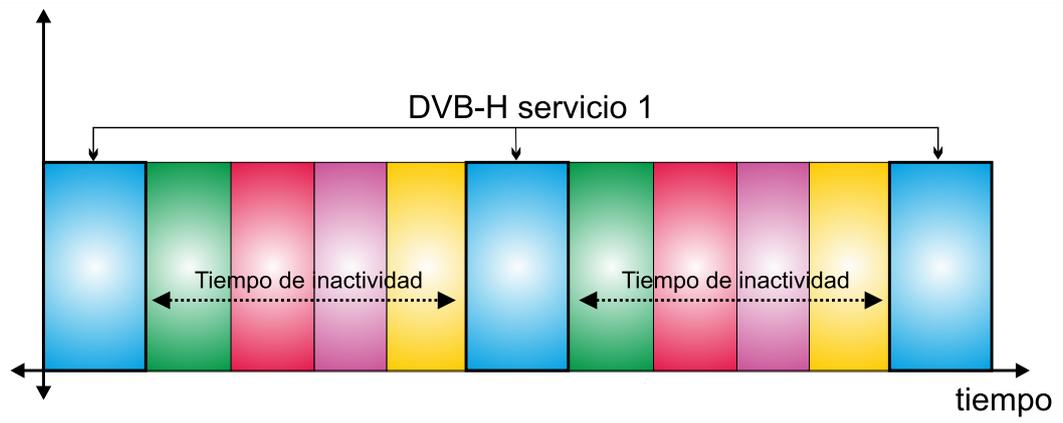


Fig. 8 – Principio de multiplexación en el tiempo

## 5.5 Televisión digital – plataforma multimedia doméstica

Para ofrecer a los usuarios una televisión digital interactiva, el proyecto DVB definió y publicó el estándar DVB-MHP [11]. Servicios tales como juegos, votaciones, compras y otros servicios de información se transfieren (difundidos) en flujo DVB junto a los flujos de vídeo y audio. Este estándar define un sistema de software abierto (*middleware*) que permite a las aplicaciones desarrolladas en Java ser ejecutadas en terminales de televisión de proveedores independientes. Para grupos específicos de servicios (votación, correo electrónico, compras, etc.) esta plataforma espera del terminal de TV que sea equipado mediante un canal de retorno que puede ser implementado por una línea de teléfono, un canal de banda ancha (DSL) o por ejemplo, DVB-RTC.



---

DVB-MHP fue implementado en algunos países de Europa (Italia, Bélgica, Polonia) así como en Corea y Australia.

---



---

Actualmente, los grandes fabricantes de televisores ofrecen televisores inteligentes equipados con una interfaz de banda ancha y su propia plataforma para la instalación y ejecución de aplicaciones basadas en web (desarrolladas en HTML), por ejemplo, los televisores Samsung poseen Smart Hub. La solución alternativa a DVB-MHP es HbbTV que también proporciona aplicaciones a los usuarios mediante flujo DVB.

---

## 6 HbbTV (*Hybrid Broadcast Broadband TV*)

$E=m \cdot c^2$

*Hybrid broadcast broadband TV (HbbTV)* es una iniciativa global centrada en la armonización de los servicios de radiodifusión y de banda ancha y sobre la propuesta de especificaciones técnicas de cómo entregar estos servicios y aplicaciones a los usuarios finales a través de televisores, decodificadores y dispositivos de pantalla múltiple.

La Especificación Técnica (TS - *Technical Specification*) ha sido elaborada por el Comité Técnico Conjunto (JTC - *Joint Technical Committee*), la Unión Europea de Radiodifusión (EBU - *European Broadcasting Union*), el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) y el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI - *European Telecommunications Standards Institute*).

La Fig. 9 representa la arquitectura del sistema general HbbTV con un terminal híbrido [12]. La descripción de la arquitectura del sistema HbbTV se introduce en [12] y se pueden encontrar más detalles en [12], [13], [14], [15].

Las funcionalidades del terminal híbrido crean condiciones para su conexión a los dos segmentos de la red híbrida (radiodifusión y banda ancha). De esta manera, el terminal híbrido puede recibir contenido estándar de emisión A/V, los datos de aplicación y la información de señalización de la aplicación. Además el terminal híbrido puede estar conectado a Internet a través de una interfaz de banda ancha. Esto permite la comunicación bidireccional con el proveedor de la aplicación. Sobre esta interfaz el terminal puede recibir los diferentes tipos de contenido multimedia (por ejemplo, flujo con contenido A/V bajo demanda), la descarga de contenido A/V, etc. La interfaz de banda ancha también puede permitir la conexión de pantallas adicionales (como *smartphone*, *tablet*, etc. ) a la misma red local que el terminal híbrido (Fig. 9).

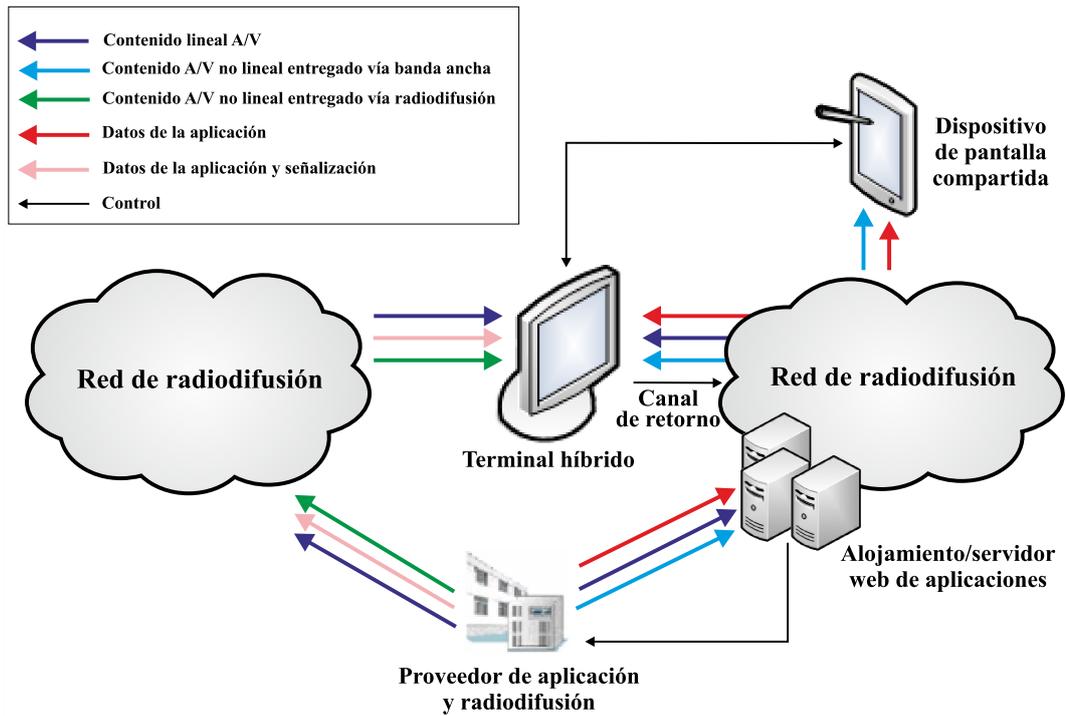


Fig. 9 - Arquitectura general del sistema HbbTV

## 6.1 Estándares HbbTV

---



Las especificaciones técnicas de HbbTV están siendo desarrolladas por los líderes de la industria para mejorar la experiencia de vídeo de los usuarios finales (consumidores) al permitir servicios innovadores e interactivos a través de redes integradas de transmisión y de banda ancha. En el proceso de desarrollo de la especificación técnica de HbbTV TS se han utilizado elementos de especificaciones ya existentes de otros estándares, incluyendo **OIPF** (*Open IPTV Forum*), **CEA** (*Consumer Electronics Association*), DVB y **W3C** (*World Wide Web Consortium*).

---

### ETSI TS 102 796 V1.1.1

Esta especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.1.1 fue publicada por el instituto de estandarización ETSI en julio de 2010.

Este documento define una plataforma para señalización, transporte y presentación mejorada e interactiva de aplicaciones diseñada para funcionar con terminales híbridos (conexión a red de difusión DVB y conexión de banda ancha a Internet) [13].

Los principales usos de la conexión a red de difusión son los siguientes:

- La transmisión de servicios estándar de televisión, radio y datos.
- Señalización de aplicaciones relacionadas con la radiodifusión.
- Transporte de aplicaciones relacionadas con la difusión y datos asociados.
- Sincronización de aplicaciones y servicios de TV/radio/datos.

Los principales usos de la conexión de banda ancha son los siguientes:

- Transporte de aplicaciones independientes y relacionadas con la difusión y de datos asociados.
- Transporte de contenido bajo demanda.
- Transporte de aplicaciones relacionadas e independientes de radiodifusión y datos asociados.
- Intercambio de información entre las aplicaciones y los servidores de aplicaciones.
- Descubrimiento de aplicaciones independientes de radiodifusión.

Las aplicaciones se presentan mediante un navegador/JavaScript HTML.

La especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.1.1 se describe con más detalle en [13].

## ETSI TS 102 796 V1.2.1

La versión 1.5 es la última de la especificación HbbTV fue publicada por ETSI como la especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.2.1 en noviembre de 2012 [14].

Incorporaciones clave del estándar HbbTV 1.5 incluyen:

- Acceso a los servicios de televisión de pago con soporte para múltiples DRM utilizando cifrado común
- Soporte para *streaming* adaptativo HTTP (basado en MPEG-DASH) para optimizar dinámicamente el compromiso calidad de imagen/ancho de banda, extendiendo la distribución lineal de contenidos (canales temáticos y de eventos, etc.)
- El acceso a la tabla de planificación DVB IET de la aplicación HbbTV para construir una mejor guía electrónica de programas (EPG) de 7 días.

La especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.2.1 se describe con más detalle en [14].

## ETSI TS 102 796 V1.3.1

A finales de 2012 se iniciaron los trabajos en el HbbTV 2.0. La especificación recoge los requisitos más importantes de la especificación HbbTV. La especificación HbbTV 2.0 fue publicada por la asociación HbbTV en marzo 2015.

En octubre de 2015 fue publicada la versión 2.0 de la especificación HbbTV como la especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.3.1 [12].

Se actualizaron algunas tecnologías y se especificaron nuevas características dentro de esta especificación ETSI TS 102 796 V1.3.1.

Las tecnologías actualizadas incluyen:

- Los estándares básicos de web han sido actualizados desde la generación de HTML4, CSS2, DOM2 a la generación de HTML5, CSS3, DOM3.
- El perfil de MPEG DASH se ha actualizado y se ha basado en la 2ª edición de la norma ISO/IEC 23.009-1 incluyendo características adicionales, incluidas la ya añadidas en esa edición.
- Una versión actualizada de CI Plus incluyendo la posibilidad de un terminal híbrido utilizando un sistema de DRM en un CICAM en lugar de o además de uno integrado en el propio terminal; la posibilidad de utilizar el sistema de archivos auxiliares CICAM (ETSI TS 103 205, cláusula 9) que permite al huésped recuperar datos/recursos del CICAM.

Las nuevas características proporcionan soporte para:

- Video codificado en HEVC a través de banda ancha.
- Envío y presentación de subtítulos asociados con el contenido ISO/BMFF.

- Una aplicación en el terminal híbrido lanzando una aplicación en una pantalla complementaria y viceversa.
- Comunicación entre aplicaciones en un terminal híbrido y aplicaciones en un dispositivo complementario o segundo terminal híbrido.
- Inserción de anuncios en el contenido bajo demanda.
- Envío de contenido A/V a través de emisión (no en tiempo real) para su posterior presentación.
- Sincronización con un terminal híbrido entre el contenido emitido a través de la banda ancha y otros contenidos enviados ya sea a través de emisión o de banda ancha.
- Sincronización entre el contenido presentado en un terminal híbrido y aplicaciones o contenidos que se presentan en una pantalla complementaria o en un segundo terminal híbrido.
- Descarga de objetos carruseles DSM-CC.
- Arrancar una aplicación residente en el CICAM.

El documento actual define una plataforma para la señalización, transporte y presentación de aplicaciones mejoradas e interactivas diseñadas para funcionar en terminales híbridos que incluyen tanto una conexión de emisión compatible DVB como una conexión de banda ancha a internet.

Los principales usos de la conexión de emisión son:

- Transmisión de servicios de televisión estándar, radio y datos.
- Señalización de aplicaciones relacionadas con la radiodifusión.
- Transporte de aplicaciones relacionadas con la radiodifusión y datos asociados.
- Transporte de contenido bajo demanda para servicios *Push*.
- Sincronización de aplicaciones y servicios de TV/radio/datos.

Los principales usos de la conexión de banda ancha son:

- Transporte de contenido tanto bajo demanda como en vivo.
- Transporte de aplicaciones relacionadas e independientes con la radiodifusión y de datos asociados.
- Intercambio de información entre las aplicaciones y los servidores de aplicaciones.
- Ejecución de aplicaciones en una pantalla complementaria.
- Comunicación con aplicaciones en una pantalla complementaria o en un segundo terminal híbrido.

- Sincronización de medios y aplicaciones entre un terminal híbrido y una pantalla complementaria o un segundo terminal híbrido.

Las aplicaciones se presentan mediante un navegador/JavaScript HTML.

La especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.3.1 se describe con más detalle en [12].

En la Fig. 10 se ilustra el paso de las normas existentes DVB, EBU, OIPF, CEA, W3C, CI+, ISO, IEC (*International Electrotechnical Commission*) a la actual especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.3.1, denominada como especificación HbbTV 2.0.

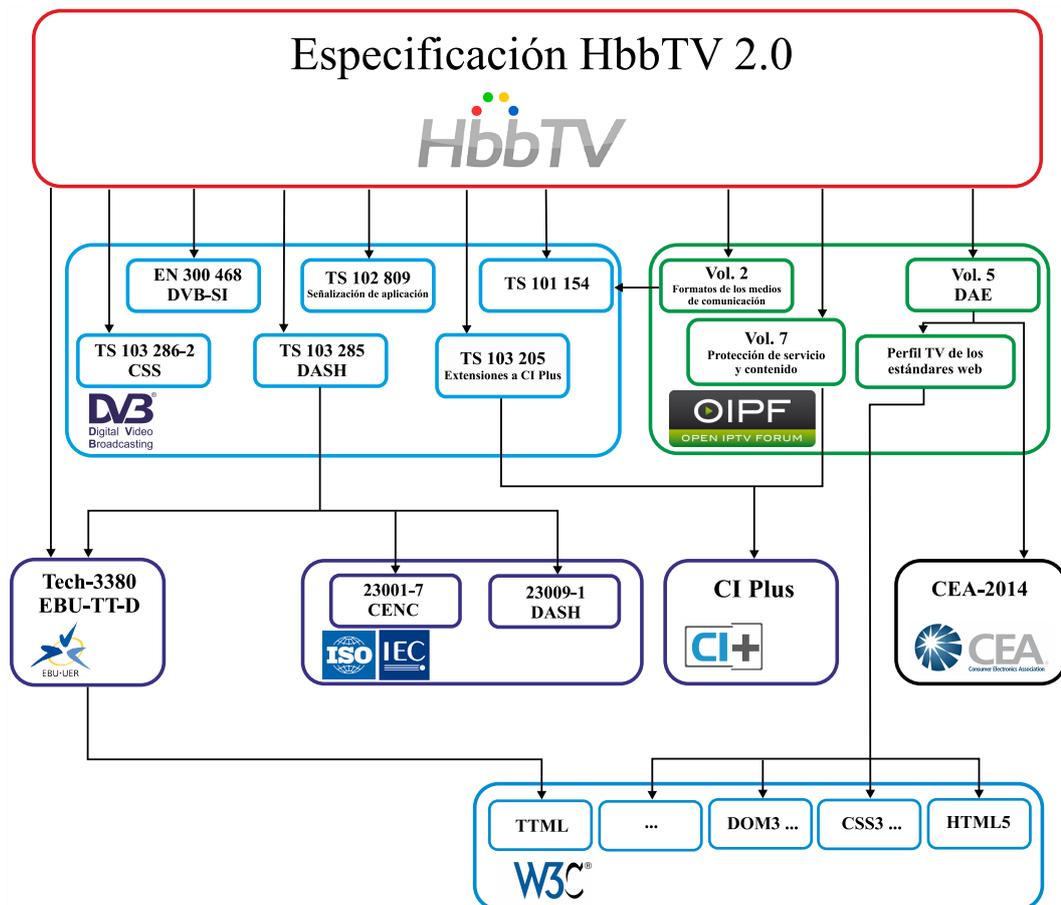


Fig. 10 – Paso de los estándares existentes DVB, EBU, OIPF, CEA, W3C, CI+, ISO, IEC a la actual especificación técnica ETSI TS 102 796 V1.3.1

La Fig. 11 muestra la penetración de HbbTV en Europa y en el mundo.

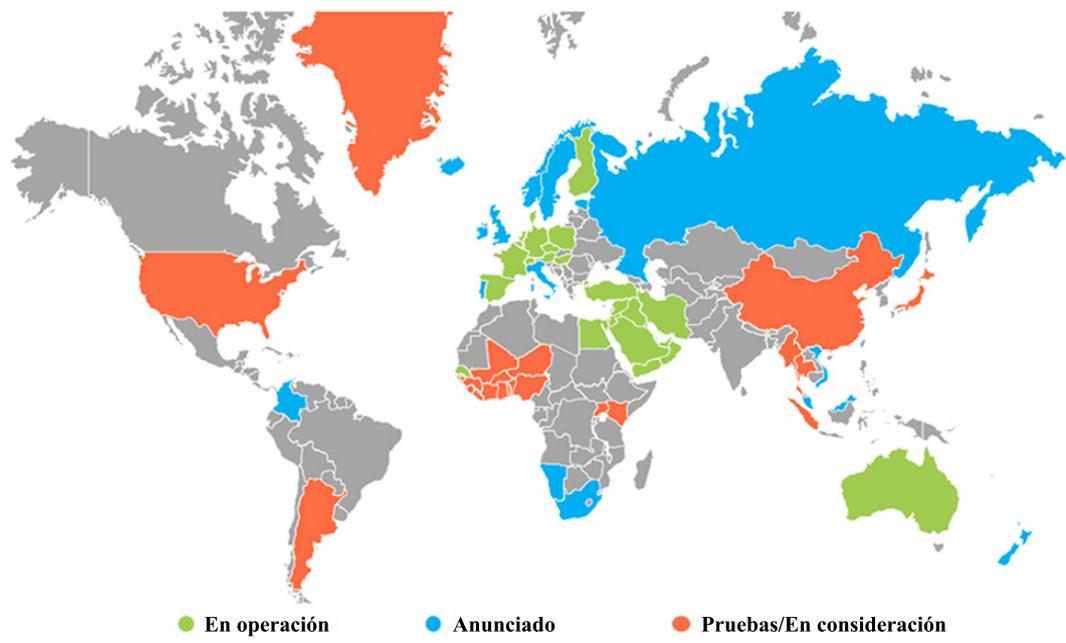


Fig. 11 - Penetración de HbbTV en el mundo

## 6.2 Servicios HbbTV

---



A continuación se proporciona la lista de servicios que se entrega a través de la infraestructura de HbbTV.

- Teletexto mejorado,
- Servicios en diferido y vídeo bajo demanda (VOD),
- Guías electrónicas de programas (EPG),
- Publicidad interactiva,
- Transmisión en vivo,
- PVR - Grabación de vídeo personal,
- Portales web,
- Personalización,
- Votación y juegos,
- Redes Sociales,
- Otras aplicaciones multimedia.

La descripción de los servicios HbbTV se introduce en el aprendizaje del módulo LM12: Nueva generación de servicios-aplicaciones multimedia [16].

---

## **7 Anexo: Estándares Modernos de TV – Televisión por Internet**

El tema Televisión por Internet - IPTV es elaborado y proporcionado a los estudiantes y profesores dentro del módulo de aprendizaje independiente LM 19 A: Estándares modernos de televisión – Televisión por Internet.