

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



**TELEVISIÓN INTERACTIVA
EN EL SISTEMA ATSC**

TESIS
que para obtener el título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

PRESENTAN

LUGO HERNÁNDEZ CÉSAR
SILVA PALMA EFRAÍN



DIRECTOR DE TESIS
DR. VÍCTOR GARCÍA GARDUÑO

Ciudad Universitaria, México, Enero 2012

Introducción	3
1.1 <u>¿Por qué televisión digital?</u>	3
1.2 <u>Panorama de los estándares de televisión digital</u>	5
1.2.1 ATSC <i>Digital Television Standard</i>	5
1.2.2 DVB-T (<i>Digital Video Broadcasting - Terrestrial</i>)	5
1.2.3 ISDB-T (<i>Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial</i>)	6
1.2.4 DTMB (<i>Digital Terrestrial Multimedia Broadcast</i>)	6
1.2.5 SBTVD (<i>Sistema Brasileiro de Televisão Digital</i>)	7
1.3 <u>Situación en México</u>	9
1.4 <u>Descripción general del sistema ATSC</u>	11
1.4.1 Formatos Fuente	13
1.4.2 Sistema de codificación de fuente	14
1.4.3 Servicio de multiplexaje y transporte	14
1.4.4 Sistema de transmisión de RF	15
1.4.5 Receptor	16
Como generar servicios diferentes al de la TV analógica	19
2.1 <u>Fundamentos de transporte y multiplexado</u>	19
2.1.1 Conceptos del stream de transporte (TS)	19
2.1.2 Conceptos de multiplexado	23
2.2 <u>PSIP (Program and System Information Protocol)</u>	25
2.2.1 Nomenclatura, numeración y navegación, problema N ³	25
2.2.2 Resolviendo el problema N ³	26
2.2.3 Tablas principales de PSIP	27
2.3 <u>Radiodifusión de datos</u>	33
2.3.1 Modelos de sistemas de datos	34
Televisión Interactiva	41
3.1 <u>¿Qué es iTV?</u>	42
3.2 <u>Clasificación de las aplicaciones interactivas</u>	42
3.2.1 Guía electrónica de programación	43
3.2.2 Datos complementarios	44
3.2.3 Noticias personalizables	46
3.2.4 Juegos	48
3.2.5 Votaciones	49
3.2.6 Ventas y anuncios	50
3.2.7 Video en demanda (VOD)	52

3.3	<u>Software middleware</u>	53
3.3.1	ACAP (<i>Advanced Common Application Platform</i>)	56
3.3.2	MHP (<i>Multimedia Home Platform</i>)	59
3.3.3	ARIB-AE y BML	61
3.3.4	Ginga	62
3.3.5	MHEG-5	63
3.3.6	MPEG-4	63
3.3.7	Middleware de propietarios	64
3.4	<u>Canal de retorno: Consideraciones técnicas y comerciales</u>	67
3.5	<u>Esquema de un sistema de radiodifusión de datos</u>	69
	 Medición de audiencia	 71
4.1	<u>Rating</u>	71
4.1.1	Share de audiencia	73
4.1.2	Rating de audiencia	74
	 Glosario	 75
	 Bibliografía	 79
	 Conclusiones	 83

Introducción

1.1 ¿Por qué televisión digital?

La televisión analógica en sus diferentes formatos ha servido de una manera eficiente a los usuarios desde sus inicios hasta nuestra época, con sus pequeños desperfectos pero nada que no haya sido tolerado, entonces porque cambiar algo que ha demostrado su funcionalidad y sencillez por algo nuevo que no ha sido probado.

Algunas personas podrían pensar que solo es un movimiento por parte de los fabricantes de equipo para obligar a los usuarios, generadores de contenido y estaciones radiodifusoras a comprar equipo nuevo y más caro. Y que las mejoras que pueda traer el cambio no son significativas comparadas con la inversión que se tiene que hacer.

Pero los beneficios que trae el cambio de sistema son de gran relevancia tanto para el usuario como para las televisoras, los cambios que se planea tener no solo son en aspectos técnicos, también se planea cambiar la manera en que las personas interactúan con la TV y la manera en que las empresas pueden generar ganancias.

Con el sistema analógico **NTSC** y sus contrapartes **SECAM** y **PAL** usadas en otros países, el video, el audio y alguna información limitada es transmitida mediante la modulación de una portadora de RF de tal manera que un receptor de un diseño relativamente simple pueda fácilmente demodular y reproducir los elementos de una señal, y su información relacionada.

Los sistemas de televisión analógicos, por su naturaleza, son definidos de forma rígida y sus elementos como cámara, transmisión y los parámetros de imagen están estrechamente acoplados como parte de un sistema fijo, lo cual limita la habilidad para modificar muchas de las elecciones básicas del sistema.

Como se ha demostrado en otros países, el cambio a un sistema de televisión digital (**DTV**) ha permitido un aumento importante en el rendimiento, flexibilidad, calidad y en una variedad más amplia de servicios. La DTV puede entregar programas libres de obstáculos de transmisión en el área de servicio y contenidos adicionales mientras sigue ocupando un canal de transmisión de 6 [MHz].

En términos de rendimiento, la habilidad de proveer imágenes de alta definición con sonido envolvente de alta calidad es esencial para el futuro de la radiodifusión televisiva, ya que a los consumidores se les ofrece cada vez más estas mejoras en otras formas de entrega de señal televisiva como los sistemas de cable o satelitales.

El principal problema que ha frenado la rápida adopción de los sistemas digitales ha sido la complejidad de los equipos, tanto receptores y transmisores, y el precio que estos implican.

Históricamente en el diseño de cualquier sistema de radiodifusión (sea radio o televisión) el objetivo siempre ha sido concentrar toda la sofisticación técnica al final de la transmisión, de tal manera que facilite la producción de receptores baratos y simples.

Debido a que hay más receptores que transmisores, este enfoque trae consigo ventajas comerciales. Si bien este concepto sigue siendo válido, la complejidad de la señal transmitida y la compresión de los componentes de audio y video que utilizan los sistemas digitales requieren de un considerable poder de procesamiento en el receptor, el cual es ahora muy práctico y económicamente factible, debido al enorme avance que se ha logrado en la tecnología de circuitos integrados.

Ya que los receptores tienen este poder de procesamiento y los estándares digitales proveen una manera de transmitir datos, ahora los nuevos sistemas de televisión son capaces de ejecutar aplicaciones independientes que pueden ser utilizadas para complementar los contenidos de la TV, o como un medio capaz de entregar otros servicios diferentes, lo cual resulta en una experiencia nueva para el usuario.

La televisión analógica ha servido bien a los usuarios finales, pero ha alcanzado su límite en su capacidad de mejorar; es por esto que la capacidad de la televisión digital para evolucionar es su mayor valor.

1.2 Panorama de los estándares de televisión digital¹

Al igual que en la televisión analógica, diferentes estándares han sido desarrollados por diversos grupos y dependiendo de las ventajas técnicas aportadas por los estándares o de las situaciones comerciales de cada país, se han formado bloques de países que han adoptado estos estándares.

1.2.1 **ATSC Digital Television Standard**



Publicado en Diciembre de 1995 por la **ATSC** con el nombre de “**A/53**” y adoptado por la **FCC**, es un estándar de televisión digital que describe un sistema diseñado para transmitir video y audio de alta calidad, con información auxiliar dentro de un solo canal de radiodifusión terrestre de 6 [MHz], utiliza la modulación **8-VSB** y el estándar **MPEG-2** como método de compresión de video y transporte.

Las principales ventajas del diseño de este sistema es su sistema de capas, lo cual le otorga gran flexibilidad para agregar funciones, y el uso de la modulación 8-VSB logra que sea el estándar más eficiente en términos de potencia utilizada, esto lo hace la mejor opción para cubrir grandes extensiones. Este tipo de modulación permite alcanzar tasas de transmisión de datos muy altas conservando un ancho de banda reducido.

Sus desventajas son su alta susceptibilidad al multitrayecto, lo cual no lo hace deseable para zonas densamente pobladas o recepción en dispositivos móviles, y el uso del estándar MPEG-2 no lo hace el más eficiente en términos de compresión. Además no fue creado pensando en aplicaciones interactivas con un canal de retorno.

1.2.2 **DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial)**



Publicado en Marzo de 1997 por la **DVB** como “EN 300 744” y adoptado por la **ETSI**. Este estándar describe un sistema de transmisión de audio, video y datos auxiliares usando el estándar MPEG-2 y una modulación **COFDM**, dentro de canales de emisión televisiva terrestre de 5 hasta 8 [MHz].

El estándar DVB-T forma parte de toda una familia de estándares de la industria europea para la transmisión de televisión digital según diversas tecnologías como satelital (DVB-S), cable (DVB-C), móvil (DVB-H) y más recientemente IP (DVB-IPTV).

El uso de COFDM le otorga una alta inmunidad contra los efectos del multitrayecto además de una capacidad limitada de recepción móvil, la completa compatibilidad con la familia de estándares DVB es una de sus principales ventajas.

¹ Bibliografía de consulta [1] [2] [16] [17] [18] [23] [28] [31] [34].

En Junio de 2008 fue publicada la segunda generación de este sistema (DVB-T2) que tiene como principal ventaja la sustitución de la compresión de video MPEG-2 por el formato **MPEG-4**², además se sustituye la corrección de errores **Reed-Solomon** por una **LDPC** (*Low-density parity-check*). Debido al gran éxito de la generación anterior se espera una transición a largo plazo³.

1.2.3 ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial*)



Publicado por **ARIB** en mayo de 2001 como STD-B31 es un conjunto de normas para realizar transmisiones de televisión digital en un canal de 6 [MHz]. Usa el estándar MPEG-2 como sistema de compresión y transporte, y una modulación de tipo **BST-OFDM** (*band-segmented transmission orthogonal frequency division multiplexing*).

Como la norma europea DVB, ISDB está conformado por una familia de componentes. La más conocida es la de televisión digital terrestre pero también la conforman la de televisión satelital (ISDB-S), televisión por cable (ISDB-C), servicios multimedia para unidades móviles (ISDB-Tmm) y radio digital (ISDB-Tsb).

Posee las ventajas del sistema DVB-T, pero el uso de BST-OFDM le permite una mejor recepción en dispositivos móviles y le da la capacidad de realizar una modulación jerárquica de las portadoras, lo cual le permite optimizar servicios para diferentes escenarios dentro de un mismo canal de 6 [MHz].

Además de transmisión de audio y video, también define conexiones de datos con Internet como un canal de retorno sobre varios medios (**ADSL**, **ISDN**, redes celulares, **WLAN**) y con diferentes protocolos. Lo que lo hace altamente eficiente para interfaces interactivas como la transmisión de datos y guías electrónicas de programación.

1.2.4 DTMB (*Digital Terrestrial Multimedia Broadcast*)



Creado en conjunto por las universidades de Jiaotong y Tsinghua y publicado a finales de 2006 es el estándar de televisión digital terrestre para terminales fijas y móviles de la República Popular China.

La modulación es implementada mediante el estándar **TDS-OFDM** (*time domain synchronous-orthogonal frequency-division multiplexing*) en un canal de 8 [MHz], el cual ofrece grandes ventajas en la zona de cobertura y una gran resistencia al efecto doppler.

Este estándar no especifica el uso de un de códec de vídeo en específico, así que cada televisora tiene la facultad de usar cualquiera de los codecs que admite vídeo de alta definición.

² Con MPEG-4 se hace referencia a la parte 10 del estándar, también es conocido como H.264 o AVC.

³ Al momento de escribir este texto ningún país ha adoptado el sistema DVB-T2, el primer país en realizar transmisiones en algunas zonas restringidas es Inglaterra.

Panorama de los estándares de televisión digital

Su principal ventaja es su alta tasa de transferencia de datos, su flexibilidad en el uso de codecs y la mejor recepción en dispositivos móviles. Su principal desventaja es que dada la ausencia de una restricción en los codecs de video, la electrónica de los receptores es más cara y se pueden presentar problemas de compatibilidad.

1.2.5 SBTVD (*Sistema Brasileiro de Televisão Digital*)



En 1998 el ministerio brasileño de comunicaciones, ordeno a **ANATEL**⁴ el iniciar una serie de estudios para la elección de un estándar de DTV. ANATEL creó diferentes grupos de estudio con universidades, instituciones de investigación y desarrollo y diferentes empresas privadas relacionadas con el tema.

Después de 3 años de análisis y desarrollo se concluyó que se adoptaría el sistema ISDB-T como base para crear un nuevo sistema que cumpliera con las necesidades del mercado del país. Creado en conjunto por ANATEL y diversas universidades de Brasil, fue publicado en diciembre de 2007 bajo el nombre de SBTVD.

Las principales diferencias con ISDB-T es el uso de MPEG-4 como estándar de compresión y la definición de un canal de retorno a través de **WiMAX** para tener una interactividad completa. Además cuenta con soporte para la inclusión de caracteres de idiomas derivados del latín⁵.

También fue desarrollado su propio middleware, llamado **Ginga**, el cual fue diseñado para construir aplicaciones más robustas que podrían ser ejecutadas por diferentes tipos de receptores y que según su gobierno serian aplicaciones primordialmente de carácter social.

Debido a la gran calidad técnica del sistema y a la gran influencia económica de Brasil en el bloque Mercosur su implementación no se ha limitado a su país de origen, y ha sido adoptado por varios países de Sudamérica como Argentina, Chile, Venezuela y Paraguay.

⁴ Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil.

⁵ Debido a estas características el sistema SBTVD no es compatible con ISDB-T y es considerado en este trabajo como un estándar independiente.

Distribución de los estándares a nivel mundial

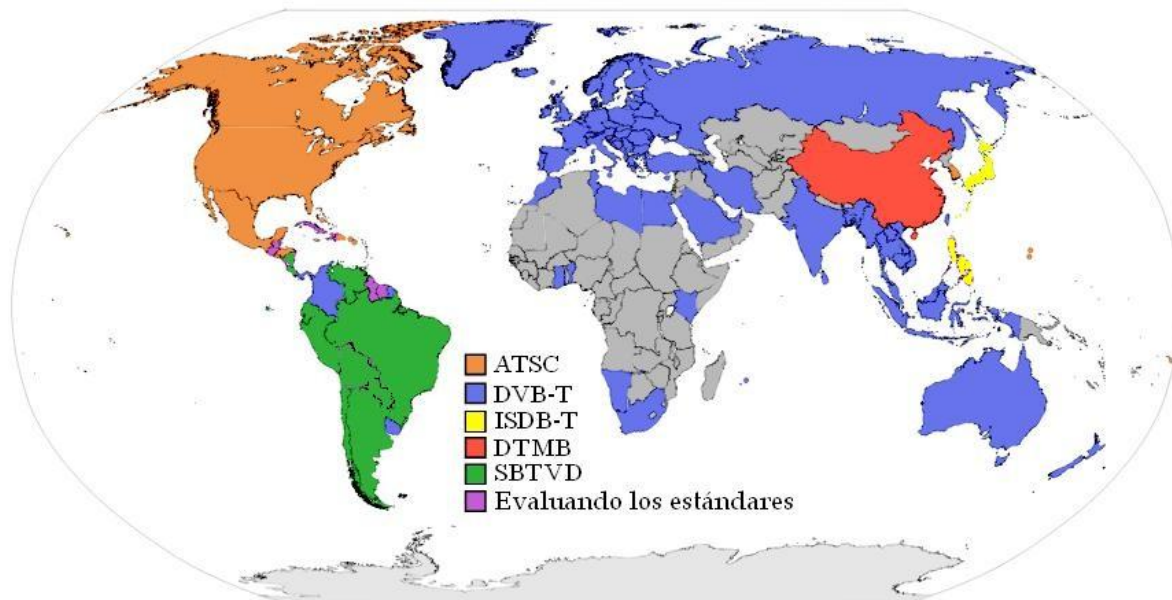


Ilustración 1-1

Tabla comparativa de características de los estándares

Sistema	ATSC	DVB-T	DVB-T2	ISDB-T	DTMB	SBTVD
Transmisión	1 portadora	COFDM		BST-OFDM	TDS-OFDM	BST-OFDM
Modulación	8-VSB	64 QAM	256 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM
Ancho de canal	6 MHz	8 MHz ⁶		6 MHz	8 MHz	6 MHz
Transporte	MPEG-2	MPEG-2		MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
Máxima tasa de transferencia	19.4 Mbps	19.7 Mbps	33.5 Mbps	19.3 Mbps	24.3 Mbps	19.3 Mbps
Codificación de video	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-4	MPEG-2	MPEG-2 MPEG-4 AVS ⁷	MPEG-4
Codificación de audio	AC-3 ⁸	MP2 ⁹	AAC ¹⁰	AAC	AC-3, MP2, AVS	AAC
Corrección de errores	Reed Solomon + Trellis Code	Reed Solomon + convolucional	BCH + LDPC	Reed Solomon + convolucional	BCH + LDPC	Reed Solomon + convolucional
Middleware	ACAP	MHP		ARIB-AE, BML	MHEG-5	Ginga

Tabla 1-1

⁶ DVB-T y T2 cuentan con un modo de 6 MHz, pero la calidad de la señal se ve comprometida así como su robustez.

⁷ *Audio Video Standard* (AVS) es un códec de compresión chino para audio y video digital, es la competencia directa de H.264 y de AAC.

⁸ También es conocido con el nombre comercial de Dolby Digital.

⁹ MPEG-1 audio layer II es un formato de compresión de audio con pérdidas, también forma parte de MPEG-2

¹⁰ *Advanced Audio Coding* (AAC) es la parte 3 de MPEG-4 dedicada a la compresión de audio con pérdidas, también forma parte de MPEG-2.

1.3 Situación en México¹¹

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación el 30 de julio de 1999 se creó el Comité Consultivo de Tecnologías Digitales para la Radiodifusión, el cual se encargaría de iniciar la evaluación los distintos estándares para elegir el que se adecuara de mejor manera a las necesidades del país¹².

En Julio de 2004, conforme con el resultado de los estudios y evaluaciones del Comité, se publicó el acuerdo en el cual se adoptaría el estándar ATSC argumentando los siguientes motivos:

- a) El ancho de banda utilizado por canal es de 6 [MHz], igual que el formato NTSC.
- b) Uso eficiente de potencia en relación a la cobertura.
- c) La disponibilidad de aparatos de recepción en condiciones favorables de calidad, diversidad y precio.
- d) Potencial de desarrollo de nuevos servicios y de aplicaciones móviles.
- e) Las mejores condiciones para la recepción de las señales originadas en el territorio nacional y que por su ubicación pudieran ser captadas en el extranjero.

El primer punto argumentado por el Comité no es definitivo debido a que los 3 estándares evaluados pueden trabajar en un canal de 6 MHz y en el caso del estándar ATSC y el ISDB-T sus desempeños son muy parecidos.

El segundo punto es el más fuerte técnicamente hablando, debido a que el estándar ATSC fue diseñado para cubrir grandes zonas debido a las necesidades geográficas de los EUA. Esto resulta cierto en el país vecino con sus grandes planicies, pero en el caso de México nuestra geografía resulta ser un poco diferente lo cual hace que esta ventaja no sea tan clara.

La fabricación de receptores del estándar ATSC resulta ser la más económica de las 3 dado que su modulación es relativamente más sencilla que la de los demás estándares, además de que el precio se ve reducido al no utilizar MPEG-4, lo cual debería de favorecer el periodo de transición.

El sistema original ATSC fue diseñado sin tomar en cuenta la recepción de dispositivos móviles debido a que fue concebido en una época anterior a la de los teléfonos inteligentes y sistemas de televisión para autos. Por lo tanto el soporte para dispositivos portátiles es limitado.

¹¹ Bibliografía de consulta [13] [14] [15].

¹² Los estándares que se evaluaron fueron el ATSC, DVB-T e ISDB-T, con base en información documental y experimental.

Una solución a esto fue el diseño del estándar **ATSC-M/H**, el cual debe de ser compatible con el sistema original y no introducir ningún tipo de modificación a los receptores fijos, pero esto no se dio hasta Noviembre de 2009 fecha en la que fue publicado este estándar.

Dada nuestra fuerte dependencia económica con el país del norte este resulta ser el mayor motivo de la adopción de su sistema, ya que al compartir límites geográficos resulta técnicamente y económicamente factible el contar con una zona en la cual la programación transmitida sea la misma y pueda ser recibida por toda la población de la zona.

Como se puede apreciar el estándar ofrece pocas ventajas técnicas en comparación con los otros sistemas y podría pensarse que la adopción de otro estándar habría sido la decisión adecuada, pero dada la relación comercial que existe entre México y Estados Unidos, esto nos ata de manera inmediata a los estándares implementados en el país vecino. De manera paralela pasa lo mismo con el sistema **IBOC** para radio digital.

Originalmente la etapa de transición del sistema NTSC a ATSC estaba dividida en 6 periodos trianuales con el 31 de diciembre de 2021 como fecha final para tener una réplica digital de todos los canales analógicos en todas las zonas de cobertura.

En septiembre de 2010 el presidente de la Republica publicó un decreto en el cual se modifica la etapa de transición dando como nueva fecha límite el 31 de diciembre de 2015, argumentando que el tráfico de servicios de telecomunicaciones tenderá a triplicarse para el año 2020, por lo que se requiere optimizar el aprovechamiento del espectro radioeléctrico en beneficio de la población.

1.4 Descripción general del sistema ATSC¹³

El diseño del sistema de televisión digital desarrollado por la ATSC, por primera vez, anticipó y permitió la separación de cámara, transmisión, y propiedades de imagen. Este estándar, establecido en el año de 1995, fue el primero para la DTV, y fue el primer sistema en otorgar flexibilidad sin perder calidad.

El estándar ATSC es pionero en una arquitectura por capas que separa los formatos de imagen, codificación de fuente, transporte de datos y transmisión, como se muestra en la siguiente ilustración.

Arquitectura por capas del sistema ATSC

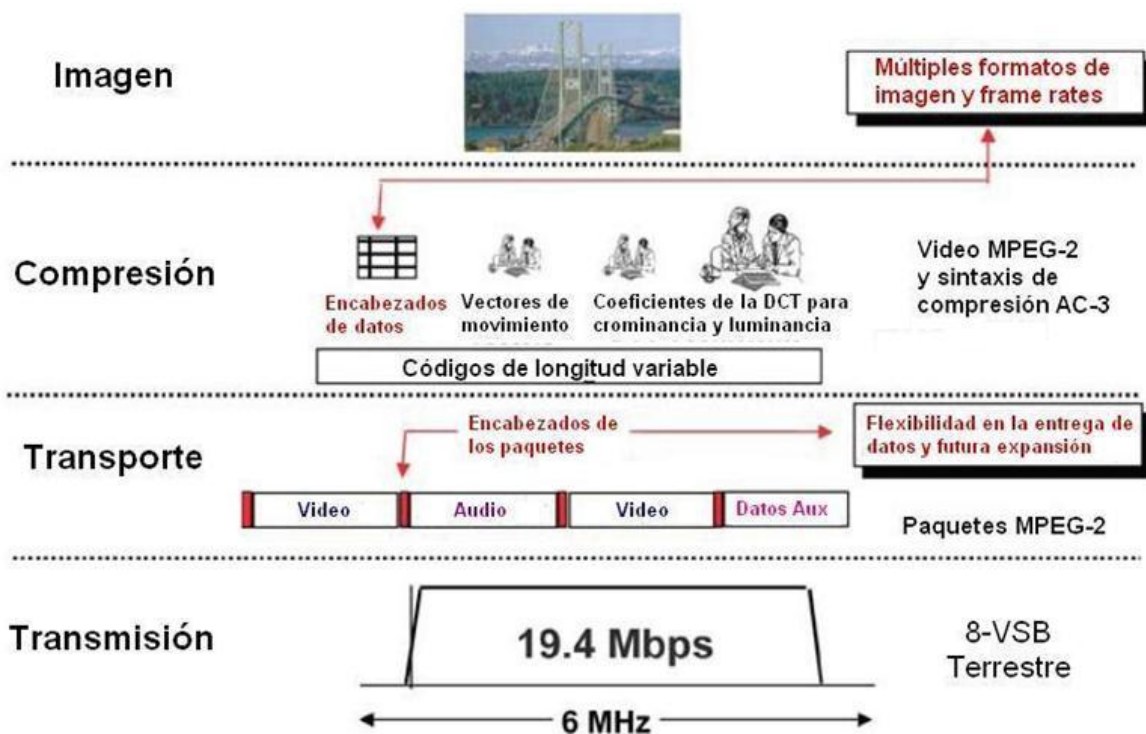


Ilustración 1-2

El sistema puede entregar cerca de 19 [Mbps] de transmisión en un canal de 6 [MHz] de radiodifusión¹⁴ y cerca de 38 [Mbps] en un canal de 6 [MHz] de televisión por cable.

En una transmisión de **HDTV** sin compresión se necesitaría un **bitrate** de transmisión de cerca de 1.244 [Gbps]¹⁵. Esto es debido a que cada imagen es de 1080×1920 *pixeles* y el video tiene una tasa de 30 imágenes por segundo, además de que se utilizarían 10 bits por *pixel* y se multiplicaría por un factor de 2 que representa el valor necesario para un submuestreo de color 4:2:2.

¹³ Bibliografía de consulta [5] [22] [23].

¹⁴ El uso de la palabra radiodifusión será usada en sustitución del término *terrestrial broadcasting*.

¹⁵ $1080 \times 1920 \times 30 \times 2 \times 10 = 1.244$ [Gbps], *bitrate* de transmisión para video entrelazado de máxima resolución.

Para codificar video de alta definición se requiere de una reducción de bitrate mayor a un factor de 60^{16} . Para lograr esta reducción de bitrate, el sistema usa tecnologías de compresión de audio y video. Estos esquemas de compresión optimizan los escasos recursos del canal de transmisión mediante la representación de video, audio y fuentes de información con la menor cantidad de bits posibles pero preservando el nivel de calidad requerido para la aplicación deseada.

Debido a la complejidad de la señal se requieren niveles adicionales de procesamiento después de que un receptor de **ATSC** demodula la señal de RF, antes de que un programa¹⁷ completo pueda ser ensamblado y presentado.

El receptor primero procesa el **bitstream** extraído de la señal recibida para producir un conjunto de elementos de programa (video, audio, datos auxiliares) que coinciden con los servicios seleccionados por el usuario. Esta selección es hecha usando información del sistema y del servicio, la cual es transmitida como parte de la señal digital. El audio y el video son entregados comprimidos de forma digital y deben de ser decodificados para su presentación.

El video puede ser de alta definición (**HDTV**) o de definición estándar (**SDTV**). HDTV tiene una resolución de aproximadamente el doble de la televisión convencional y una relación de aspecto de imagen de 16:9. El audio puede ser monoaural, estéreo, o multicanal. Varias formas de información pueden complementar al programa o pueden ser uno o más servicios independientes.

En un canal de 6 [MHz], una estación radiodifusora puede transmitir un solo programa de alta definición, o un programa de alta definición con uno o más programas de definición estándar, o múltiples programas **SDTV**, o virtualmente cualquier arreglo de servicios de datos.

La flexibilidad en los servicios es el beneficio clave para los radiodifusores y los consumidores. La habilidad de cambiar servicios dependiendo de las necesidades del consumidor es de vital importancia dada la relación que hay hoy en día de los sistemas de distribución terrestre, cableada y satelital.

En mercados como el de Norteamérica y México no es raro que una red de radiodifusión televisiva, cuente con servicios afiliados de cable, y provea contenido a las distribuidoras satelitales. Dada la relación entre estos servicios, es importante que la interoperabilidad sea mantenida lo mejor posible.

¹⁶ $1.244 \text{ [Gbps]} / 19.4 \text{ [Mbps]} = 64.13$, factor de compresión teórico para el *bitrate* de transmisión.

¹⁷ Un programa, en términos del stream de transporte de MPEG-2, es un servicio individual, como un solo canal de DTV. Para evitar confusión con el uso común de la palabra “programa” para referirse a un “programa de televisión”, en este texto nos referiremos a los programas de televisión como eventos y cuando se use la palabra programa será para referirse al término descrito en el estándar MPEG-2.

Descripción general del sistema ATSC

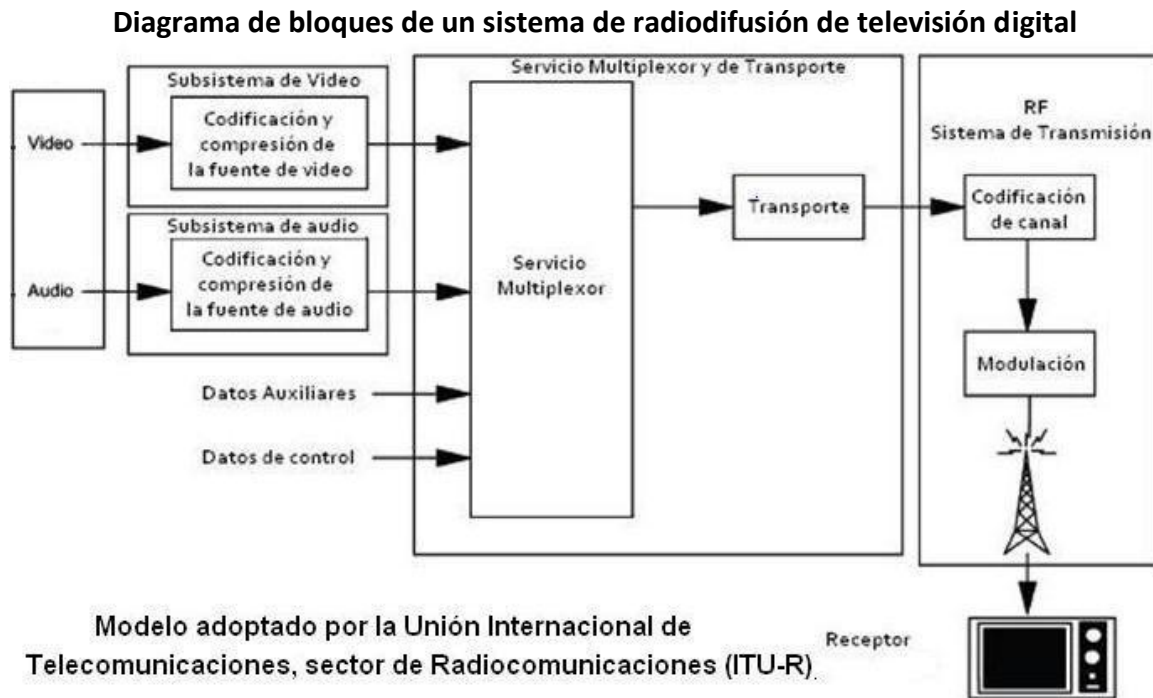


Ilustración 1-3

De acuerdo a este modelo, el sistema de televisión digital puede ser descrito en 5 elementos principales, 3 dentro de la estación radiodifusora más el contenido y receptor.

1.4.1 Formatos Fuente

Los formatos fuente para el estándar ATSC fueron cuidadosamente seleccionados para sus características de interoperabilidad con el cine (formato 16:9 y 24 cuadros por segundo), computadoras (*píxeles* cuadrados y enlace progresivo) y sistemas de televisión analógicos (480 líneas y muestreo ITU-601). Los receptores de los consumidores están diseñados para decodificar todos los **streams** de HDTV y SDTV proporcionando un servicio de programas con máxima flexibilidad.

Líneas verticales	Píxeles	Relación de aspecto	Tasa de imágenes
1080	1920	16:9	60 entrelazado 30 progresivo 24 progresivo
720	1280	16:9	60 progresivo 30 progresivo 24 progresivo
480	704	16:9 y 4:3	60 progresivo 60 entrelazado
480	640	4:3	30 progresivo 24 progresivo

Tabla 1-2

1.4.2 Sistema de codificación de fuente

El sistema de compresión que se muestra en la ilustración 1-3, se refiere a los métodos de reducción de **bitrate** apropiados para las aplicaciones de video, audio y datos auxiliares. El propósito de la compresión es reducir el número de bits necesarios para la representación de la información del audio y el video a un nivel que pueda ser contenido dentro de la capacidad del canal de transmisión.

El estándar ATSC utiliza la sintaxis de video **stream** del estándar MPEG-2 para la codificación del video y el estándar de compresión AC-3 para la codificación de audio.

El término datos auxiliares es de la redacción original del estándar A/53 y es un término amplio que incluye información de control y datos complementarios, incluyendo información asociada al programa, así como servicios de audio y video.

Como los estándares fueron desarrollados para definir como transportar y procesar datos, se volvió claro que diferentes datos servían para propósitos muy diferentes y diferentes estándares fueron necesarios para **metadatos** y contenido. La entrega de datos como una carga útil separada, puede proveer servicios independientes como información complementaria a los servicios de audio y video, como se describirá en el capítulo 3.

1.4.3 Servicio de multiplexaje y transporte

El servicio de multiplexación y transporte como se muestra en la ilustración 1-3, se refieren a los medios que dividen cada bitstream en paquetes de información, los medios que identifican a cada paquete incluyen el tipo de paquete y los métodos apropiados de intercalado o multiplexación para que los paquetes de bitstream de video, audio y datos se unan en un solo mecanismo de transporte.

La estructura y la relación de los contenidos de los *bitstreams elementales*¹⁸ son llevadas en un *bitstream* que contiene la información de los servicios, que también esta multiplexado en el mismo mecanismo de transporte.

El mecanismo de transporte es la sintaxis del **stream** de transporte del MPEG-2 (*transport stream TS*) para el empaquetado y la multiplexación de video, audio y señales de datos de los sistemas de televisión digital. La sintaxis del TS de MPEG-2 fue diseñada para aplicaciones donde el ancho de banda del canal es limitado y se requiere un mecanismo de transporte eficiente. También provee la información crítica de tiempos para que el receptor pueda realizar la sincronización de audio y video.

¹⁸ Consultar el capítulo 2.1.1.

Descripción general del sistema ATSC

En el desarrollo del mecanismo de transporte la principal consideración fue la compatibilidad entre los diferentes medios digitales como la radiodifusión terrestre, la distribución por cable y satélite, medios de grabación, e interfaces de cómputo.

El estándar MPEG-2 define tablas que proveen información de control necesaria para realizar una descripción más detallada de los streams de audio, video y datos dentro del TS. Las tablas lógicas son construidas usando una o más secciones. Estas tablas son colectivamente llamadas **PSI** (*Program Specific Information*).

PSI provee la información necesaria para localizar programas específicos o elementos de programa en el servicio de multiplexado. Cinco tablas PSI son definidas: la tabla de asociación de programa (PAT); tabla de mapa de programa (PMT); tabla de acceso condicional (CAT); tabla de información de red (NIT); y la tabla de descripción de TS (TSDT)

La programación de audio y video es transportada y etiquetada usando el PSI definido en el estándar del MPEG-2. Aunque el PSI provee información acerca de los contenidos del TS, los desarrolladores de DTV de todo el mundo, incluidos los de la **ATSC**, reconocieron que los mecanismos definidos por el estándar **MPEG-2** no eran suficientes por si mismos para proveer una interfaz amigable para el usuario.

Fue por esto que la ATSC decidió modificar el estándar original y creo el **PSIP**¹⁹ (*Program and System Information Protocol*), el cual es una colección de tablas diseñadas para operar dentro de todo tipo de TS y cuyo propósito es la transmisión de información adicional de navegación así como datos que pueden ser usados para crear una guía electrónica de programación.

La información del **PSIP** es llevada mediante una colección de tablas organizadas jerárquicamente que se repiten en los paquetes de **stream** con cierto intervalo de frecuencia. Algunas tablas anuncian eventos futuros y algunos son usados para localizar los streams digitales que conforman un evento.

1.4.4 Sistema de transmisión de RF

El sistema de transmisión de RF hace referencia a la codificación de canal y la modulación. El codificador de canal toma el **bitstream** digital empaquetado, lo reformatea y agrega códigos de corrección que asisten al receptor en la recuperación de la información original de la señal recibida, que debido a la naturaleza del canal puede contener errores.

Para proteger la información contra las ráfagas y los errores aleatorios, la información empaquetada es codificada con Reed-Solomon antes de ser entrelazada convolucionalmente para después ser codificada con códigos Trellis.

¹⁹ Para mayor información consultar el capítulo 2.2.

La modulación (o capa física) usa el **bitstream** digital, que contiene la información, para modular a una portadora que será transmitida. El sistema de modulación básica ofrece 2 modos: un modo **8-VSB** para radiodifusión terrestre y un modo **16-VSB** destinado para aplicaciones de cable.

El modo de **8-VSB** fue diseñado para optimizar el espectro, maximizando la capacidad del canal con un bajo requerimiento en el umbral de **C/N** en el receptor, alta inmunidad a interferencia de canales adyacentes y una alta robustez a los errores de transmisión.

Los atributos del modo 8-VSB permite a los canales de **DTV** coexistir en un espectro abarrotado que contiene señales analógicas y digitales. Además de esto, los requisitos bajos de potencia de 8-VSB permiten a las estaciones de ATSC DTV reducir sus consumos de potencia. Las características de eficiencia espectral y los requerimientos de potencia de 8-VSB son esenciales para la conversión de radiodifusión terrestre analógica a digital.

El modo recientemente desarrollado “Enhanced-VSB” (**E-VSB**) involucra la transmisión de señales compatibles con el estándar de **stream** de símbolos 8-VSB que puede ser recibido a una tasa menor de C/N que la convencional de 8-VSB. El modo E-VSB permite a los radiodifusores intercambiar capacidad del canal por robustez adicional.

1.4.5 Receptor

El receptor ATSC recupera los bits representando la señal original de video, audio y otros datos de la señal modulada. En particular el receptor realiza las siguientes funciones:

- Sintoniza el canal seleccionado de 6 [MHz].
- Rechaza los canales adyacentes y otras formas de interferencia.
- Demodula la señal recibida, aplicando la corrección de errores para producir un **bitstream** de transporte.
- Identifica los elementos del bitstream usando un procesador de la capa de transporte.
- Selecciona cada elemento deseado y lo manda al procesador adecuado.
- Decodifica y sincroniza cada elemento.
- Realiza procesamientos específicos de video, audio y datos.
- Muestra el programa al transductor apropiado de video o audio.

Diagrama de bloques de un receptor digital de televisión

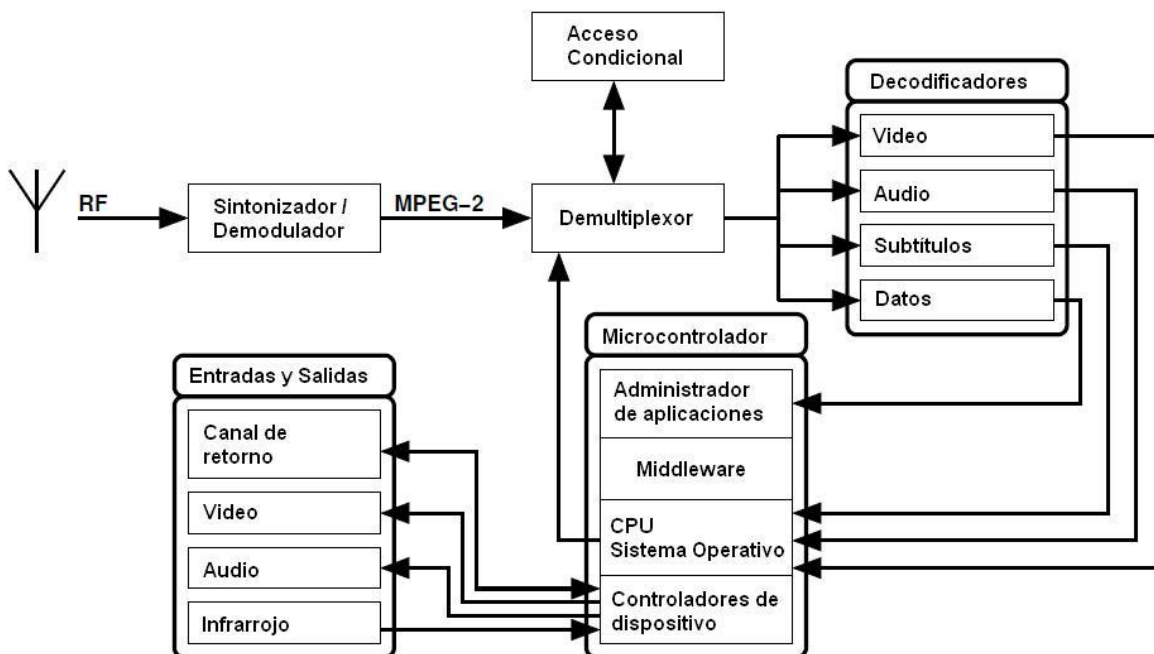


Ilustración 1-4

El ruido, la interferencia, y el multitrayecto son elementos de la transmisión terrestre con los cuales los receptores tienen que lidiar. Innovaciones en ecualización, control automático de ganancia, cancelación de interferencia y recuperación de portadora, así como recuperación de sincronización, mejora la recepción de señal y crea una diferenciación de productos basada en cualidades técnicas.

La decodificación de los elementos de transporte que constituyen la programación es usualmente una implementación sencilla de las especificaciones del **MPEG-2** y **AC-3**, aunque existen oportunidades significativas para la innovación en la eficiencia de circuitos y uso de potencia. Las innovaciones en la decodificación de video ofrecen oportunidades para ahorrar en memoria, velocidad y complejidad de los circuitos.

La diferenciación de productos basada en la calidad de imagen también es ampliamente aceptada, resultado de las innovaciones en encubrimiento de errores, conversiones de formatos y procesamiento perceptual de imágenes. La interfaz para el usuario y nuevos servicios de datos son otras áreas para la diferenciación de producto.

El desarrollo de pantallas grandes para consumidores ha sido una parte importante en la evolución de los receptores. Ya sea para ser usadas con un receptor integrado o como medio independiente de visualización, el rápido despliegue de nuevas pantallas de alta resolución ha cambiado substancialmente el entorno del video y la caída de sus precios a promovido la aceptación de la HDTV.

Como generar servicios diferentes al de la TV analógica

Como se mencionó en el primer capítulo una de las principales razones para adoptar un sistema de televisión digital era el poder ofrecer a los usuarios nuevas características con las que no se contaba y que el sistema sea capaz de ajustarse a los nuevos requerimientos que se generen a lo largo del tiempo. Para poder realizar esto se necesita de una plataforma capaz de soportar cambios y que estos puedan ser implementados de manera sencilla.

El sistema de televisión digital ATSC provee una estructura flexible para el transporte de programas de televisión y otro tipo de información digital a los usuarios. La flexibilidad es proporcionada en gran parte por el transporte empaquetado y la capa de multiplexaje, la cual incluye importantes características que proveen información de los programas y del sistema.

2.1 Fundamentos de transporte y multiplexado²⁰

La capa de transporte y multiplexado del sistema ATSC está basada en el estándar del sistema **MPEG-2**, el cual define la codificación del sistema en 2 capas jerárquicas: La capa de stream elemental empaquetado (**PES** Packetized Elementary Stream) y la capa de stream de transporte (**TS**).

Este TS provee un mecanismo para encapsular y multiplexar video, audio y datos en un **bitstream** unificado. La sintaxis del TS también incluye información con el nombre de *estampas de tiempo*, que permiten una reproducción en tiempo real y una precisa sincronización del video, audio y datos.

2.1.1 **Conceptos del stream de transporte (TS)**

El estándar MPEG-2 define la sintaxis del bitstream y los métodos necesarios para recibir y demultiplexar de manera sincronizada video codificado, audio codificado, información de control (PSI) y otra información como descripción del programa, duración, tipo, etc. La cual es referida en el estándar de MPEG-2 como datos privados.

Un TS de MPEG-2 es una serie continua de paquetes de TS. La estructura de la carga útil de los paquetes de TS puede diferir dependiendo del tipo de stream de MPEG-2 y del método de encapsulamiento.

²⁰ Bibliografía de consulta [7].

a) Encabezado

En el encabezado del paquete de TS, el PID es un valor de 13 bits usado para identificar paquetes multiplexados dentro del TS de **MPEG-2**. Asignando un valor único de PID a cada componente del bitstream permite que hasta 8192 (2^{13}) paquetes TS diferentes puedan ser llevados dentro de un TS. Otros campos del encabezado son:

- *Payload_unit_start_indicator* es usado para indicar al decodificador que el primer byte de un paquete de PES o una sección de tabla está localizada dentro de la carga útil del paquete actual de TS.
- *Transport_scrambling_control* indica si la carga útil del TS ha sido encriptada y si así fuera, cuál de las 2 llaves de codificación está actualmente en uso. El encabezado del paquete del TS y los paquetes nulos del TS nunca son codificados.
- *Adaptation_field_control* señala la inclusión del campo opcional de adaptación. El bit más significativo de los 2 que conforman el campo indica la presencia del campo de adaptación. El bit menos significativo indica la presencia de la carga útil.
- *Continuity_counter* es un contador de 4 bits que es incrementado en uno por cada paquete consecutivo de TS que tiene el mismo PID para proveer un mecanismo que reconozca los paquetes perdidos.
- *Transport_error_indicator* puede ser usado internamente por el receptor para indicar al demultiplexor del TS y al siguiente procesador que al menos hay un bit erróneo incorregible en el paquete del TS.
- *Transport_priority* puede ser usado para indicar que el paquete del TS con este campo puesto en "1" es de mayor prioridad que otros paquetes.

Encabezado de un paquete del TS en el sistema de transporte

Syntax	Number of Bits
<code>transport_packet(){</code>	
sync_byte	8
transport_error_indicator	1
payload_unit_start_indicator	1
transport_priority	1
PID	13
transport_scrambling_control	2
adaptation_field_control	2
continuity_counter	4
if(adaptation_field_control == '10' adaptation_field_control == '11'){	
adaptation_field()	
}	
if(adaptation_field_control == '01' adaptation_field_control == '11') {	
for (i = 0; i < N; i++){	
data_byte	8
}	
}	
}	

Tabla 2-1

b) Paquete nulo

El paquete nulo del TS es un paquete especial diseñado para rellenar un TS para crear un *bitrate stream* constante. Mientras los servicios individuales dentro de un servicio de multiplexaje pueden tener características de *bitrate* variable, el promedio del TS debe de tener un *bitrate* constante para operar correctamente dentro de una red práctica.

Estos paquetes de relleno son transmitidos cuando no hay otros paquetes listos para ser transmitidos. Los paquetes de relleno pueden ser añadidos y/o removidos por cualquier proceso de multiplexaje dentro del camino del paquete.

c) Estructura de la carga útil del paquete TS

El campo de la carga útil del paquete del TS lleva el contenido que va a ser reproducido. El estándar del MPEG-2 define 2 estructuras fundamentales para el **bitstream** de datos, el paquete PES y las secciones que forman las tablas.

i. Tablas y secciones

Las secciones son usadas para encapsular la información acerca del video y audio codificado, o los datos relacionados dentro del servicio de multiplexaje como podría ser el caso del tipo de stream, información necesaria para la extracción, información de la guía de programación, etc.

Las tablas lógicas son construidas mediante el uso de una o más secciones. Estas tablas son llamadas colectivamente PSI. Además, el estándar de MPEG-2 provee un mecanismo para añadir tablas adicionales, fuera del alcance del estándar mismo. Esta estructura es conocida como *private_section*. El estándar **PSIP** de la ATSC, usa la *private_section* para definir extensiones compatibles con PSI.

Una o más secciones pueden ser colocadas dentro de un paquete TS dependiendo de la longitud de la sección. Las secciones que son más grandes que un paquete TS son segmentadas a través de múltiples paquetes TS.

ii. Paquete PES

El **stream elemental** producido por un codificador de audio o video es segmentado en una serie de paquetes PES normalmente a lo largo de los límites de la trama para facilitar el acceso aleatorio a los contenidos.

Una trama es definida como una imagen progresiva, ambos campos de una imagen entrelazada, o un número fijo de muestras de audio. Una unidad de acceso es o bien la representación codificada de una imagen o una muestra de audio.

El paquete PES es usado para encapsular video y audio codificado y streams de datos elementales. Los streams elementales son llevados de manera independiente en paquetes PES separados; por lo tanto un paquete PES contiene datos de un solo stream elemental. El paquete PES consiste del encabezado seguido por la carga útil del paquete. Los paquetes PES pueden ser de longitud variable. Además los PES son segmentados en paquetes TS de una longitud fija²¹ para facilitar la transmisión en tiempo real.

Los paquetes PES llevan información de sincronización en el encabezado del paquete usando los campos de decoding timestamps y presentation timestamps, estos permiten la decodificación y presentación de las unidades de acceso en orden correcto. Además de lo anterior en el encabezado llevan información como el tamaño vertical-horizontal de las imágenes, relación de aspecto, framerate, bitrate, etc.

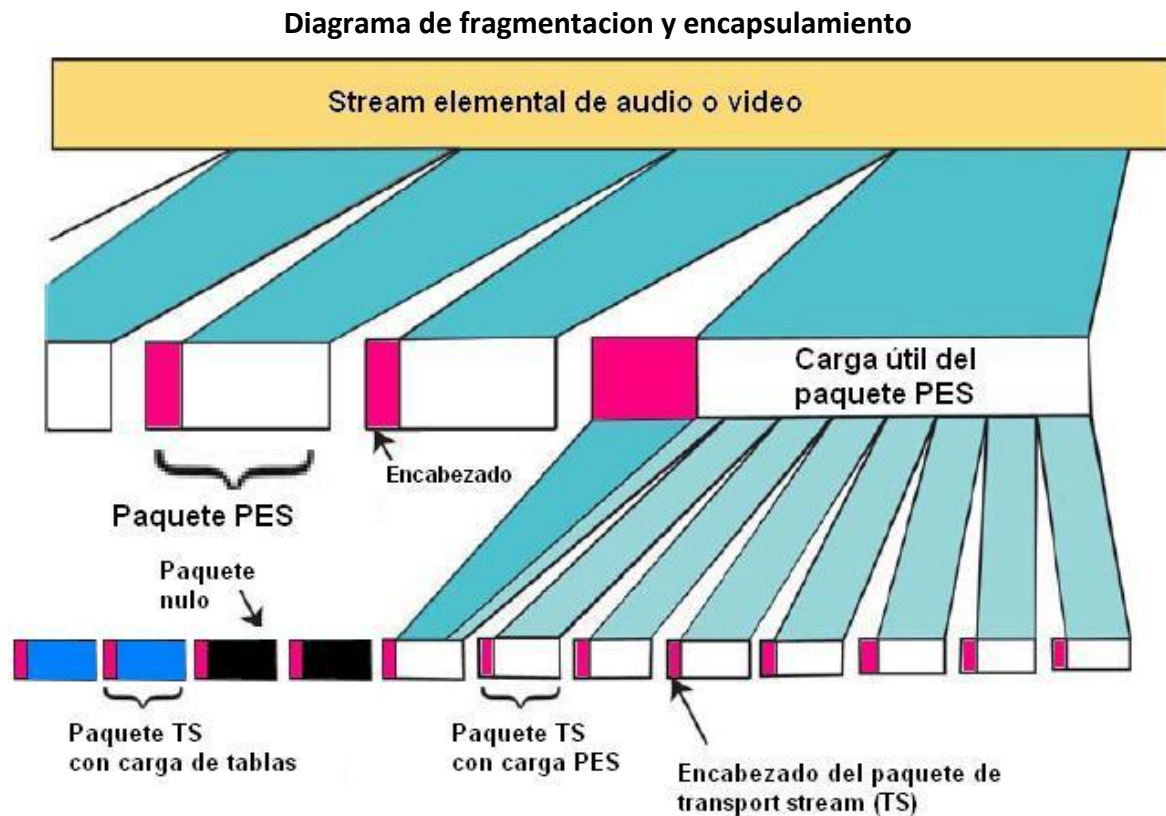


Ilustración 2-1

El identificador de paquetes (PID), contenido en el encabezado de cada paquete TS, es la llave para clasificar los componentes o elementos en el TS. El PID es usado para localizar los paquetes TS de un componente del stream en particular dentro del servicio de multiplexaje, con el fin de facilitar el ensamblado de la carga útil de cada paquete TS en su forma más elemental, eso sería paquetes de TS en paquetes de PES y los paquetes de PES en un stream elemental.

²¹ Un paquete TS tiene 188 bytes de longitud y los primeros 4 bytes conforman su encabezado.

2.1.2 Conceptos de multiplexado

Conceptualmente, el TS puede ser representado como una gran fuente de información que contiene una o más fuentes pequeñas. Cada fuente pequeña representa un programa de **MPEG-2**.

Transporte de un programa y sus diferentes elementos

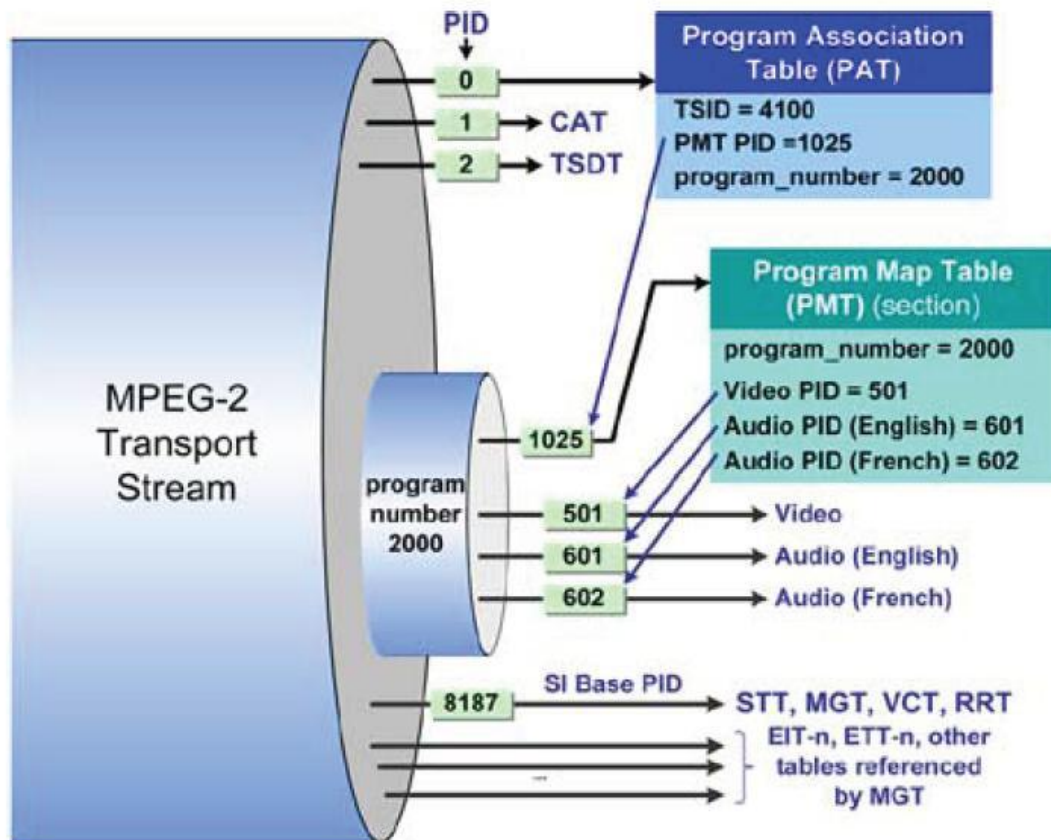


Ilustración 2-2

Un programa, en términos de **MPEG**, es un servicio individual, como un solo canal de DTV. Cada programa de MPEG-2 comprende uno o más elementos del programa, los cuales pueden ser video, uno o más audios y **stream** de datos.

El intercalado de los paquetes de TS para más de un programa en un solo **bitstream** unificado, mientras mantiene la sincronización de cada programa contenido dentro de él, es conocido como proceso de multiplexado.

Para poder presentar los streams decodificados (audio y video) de un programa con la sincronización adecuada, los streams codificados contienen muestras del reloj del sistema (STC).²²

²² System Time Clock.

Multiplexaje conceptual del stream de transporte

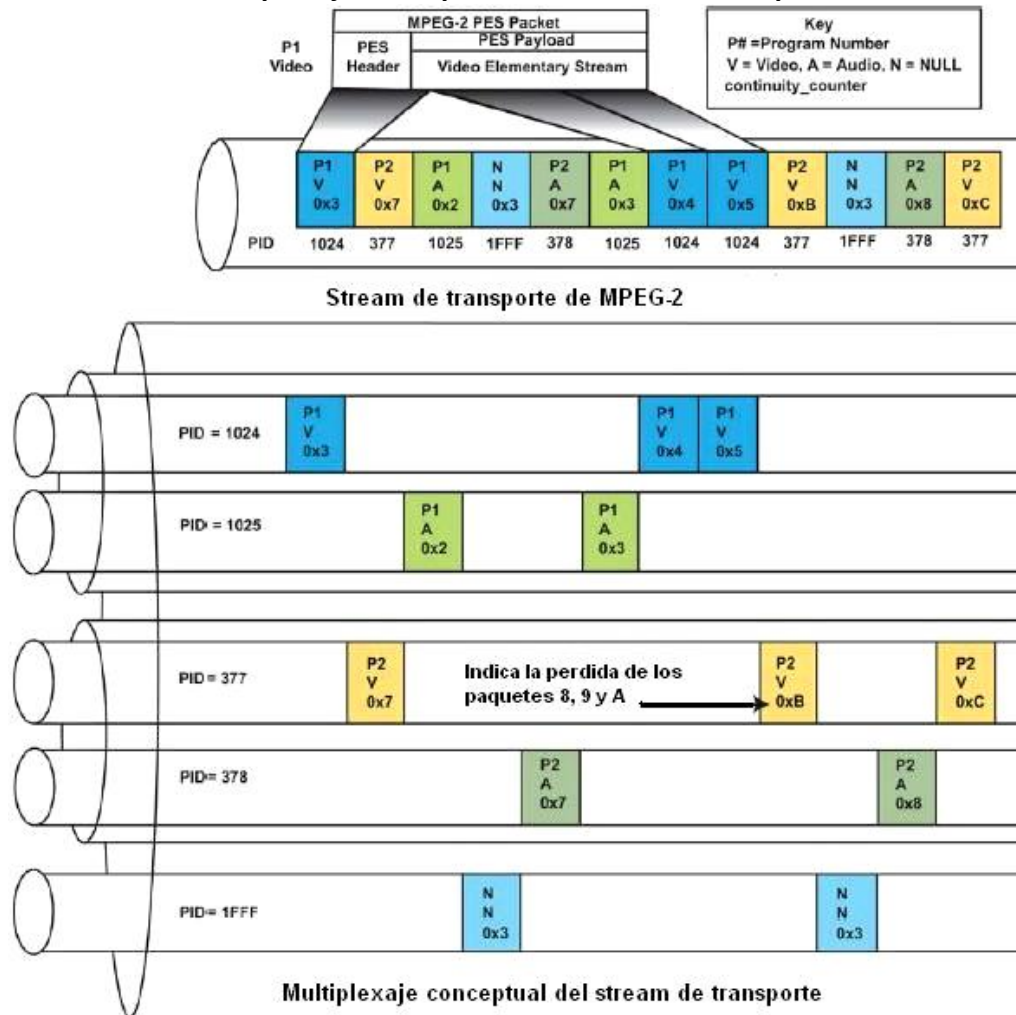


Ilustración 2-3

El stream de video del programa P1 como se ilustra consiste de 3 paquetes TS identificados por el PID 0x1024. Cada paquete TS tiene un *continuity_counter* asociado con un PID específico que permite al receptor determinar si ha ocurrido una pérdida.

En este ejemplo el valor del *continuity_counter* empieza en 0x3 y termina en 0x5 para el **stream** de video del programa P1. Los paquetes TS individuales que contienen este PID son extraídos del bitstream multiplexado y son ensamblados, en este caso componen un paquete PES que lleva un stream de video elemental.

El programa P1 también tiene un stream de audio asociado en los paquetes con el PID 0x1025. Dos paquetes de audio son mostrados. De manera similar el programa P2 está conformado de un video y un audio asociado, pero en el caso del stream de video del programa P2 se puede apreciar que el valor del *continuity_counter* da un salto del valor 0x7 al valor 0xB, lo cual señala la pérdida de los paquetes 0x8, 0x9 y 0xA.

2.2 PSIP (Program and System Information Protocol)²³

PSIP define la información del sistema (también se le conoce como información de servicio) para el sistema ATSC. PSIP describe un método para la entrega de una guía de programación y tablas de información del sistema llevadas en cualquier TS de **MPEG-2**.

El propósito primario de PSIP es facilitar la adquisición y la navegación entre servicios analógicos y digitales disponibles para un receptor en particular, también provee una plataforma para las estructuras de datos necesarias para soportar otras aplicaciones como la radiodifusión de datos.

Ya que el sistema ATSC fue diseñado para soportar radiodifusión terrestre y ya que no hay garantía de que alguna señal en particular estará disponible en cualquier lugar, es necesario que cada estación radiodifusora transmita la información de PSIP requerida para identificar su propio TS y su contenido.

Los receptores agrupan la información de los PSIP de cada TS de radiodifusión que puedan recibir y construirán una base de datos de la información que puede ser usada para implementar la adquisición y navegación de las funciones.

2.2.1 **Nombramiento, numeración y navegación, problema N³**

PSIP fue desarrollado para hacer frente a tres problemas principales relacionados con el manejo de los canales de televisión digital, ninguno de los cuales fue abordado adecuadamente por el estándar de MPEG-2.

- a) Nombres de los canales.- Las radiodifusoras querían etiquetar cada uno de sus canales digitales con un nombre fácilmente reconocible por el usuario, como las siglas de la estación de TV. Los nombres de los canales también benefician a los usuarios al proveer otra manera de identificar el canal.
- b) Numeración de los canales.- Las radiodifusoras requerían la capacidad de asignar cualquier numeración a los canales independientemente del canal de RF que usa la señal digital. Tal flexibilidad permitiría que cualquier servicio digital sea asociado con la misma numeración del canal de RF que la radiodifusora había usado por años en su servicio analógico.

Una señal digital llevada en una porción de espectro de 6 MHz podría llevar más de un canal de televisión, lo cual crearía una segunda problemática de numeración, como deberían de ser numerados estos “subcanales” y como serían representados en las guías televisivas tanto impresas como electrónicas.

²³ Bibliografía de consulta [7].

- c) Navegación.- El término navegación en este contexto se refiere a la necesidad del usuario de encontrar el servicio que busca entre una gran cantidad de servicios existentes en ese momento. Parte de la navegación involucra ser capaz de llegar directamente a este servicio dando una buena referencia. Otra parte es el “channel surfing” que sería el revisar todos los servicios disponibles en busca de alguno que sea del agrado del espectador.

2.2.2 Resolviendo el problema N³

I. Canal Virtual:

En radiodifusión analógica, si el usuario selecciona el canal 4, el receptor sabe que se debe sintonizar a la frecuencia asociada con el canal de RF 4 (66-72 MHz). La noción del usuario de un número de canal y una porción de frecuencia de 6 MHz que lleva la señal de RF modulada ha sido establecida a través del tiempo.

La situación ha cambiado con la llegada de la transmisión digital. PSIP ofrece a las estaciones digitales la libertad de definir la numeración de los canales sin importar la frecuencia de RF que usan para llevar la señal. La arquitectura de PSIP está diseñada alrededor del concepto de “canal virtual”.

Los canales virtuales son la solución de la ATSC al problema N³ de la DTV. Cuando un espectador sintoniza un canal digital, la numeración del canal que identifica es un parámetro ajustado por la estación radiodifusora en la información de PSIP.

Un canal virtual es llamado “virtual” porque su definición está dada mediante la referencia indirecta de la sección de tabla llamada *virtual channel table (VCT)*. Así que cuando un usuario selecciona el canal 4, realmente está seleccionando la porción de espectro que la VCT asocia con el canal numerado como 4.

La definición del canal que está dada en la VCT, incluye el nombre textual, tipo de canal (analógico, digital, solo audio, datos), y la numeración del canal con la que el usuario obtiene acceso.

II. Numeración en 2 partes del canal:

El protocolo **PSIP** introduce un nuevo concepto de navegación, la numeración en 2 partes del canal. Las radiodifusoras tienen la necesidad de agregar nuevos servicios digitales y que estos conserven la identidad de la marca que tienen como resultado de años de propaganda y comercialización.

Para las radiodifusoras en los Estados Unidos, la primera parte de la numeración (número principal del canal) debe de ser igual a la numeración ya en uso para su servicio analógico. La segunda parte de la numeración (número secundario del canal) identifica a un servicio dentro del grupo definido por el número principal. Desde el punto de vista del usuario, donde antes solo estaba el canal 4, ahora también están los canales 4.1, 4.2, etc.

2.2.3 Tablas principales de PSIP

Todas las tablas definidas en el estándar PSIP de la ATSC son derivadas de la forma larga de la sintaxis de la *private_section* del estándar MPEG-2. MPEG usa el término “*private*” en este contexto para denotar que está definido fuera del estándar MPEG-2.

La siguiente imagen muestra una típica guía electrónica de programación (EPG), la cual está conformada por la información de las tablas de **PSIP** que son extraídas del TS.

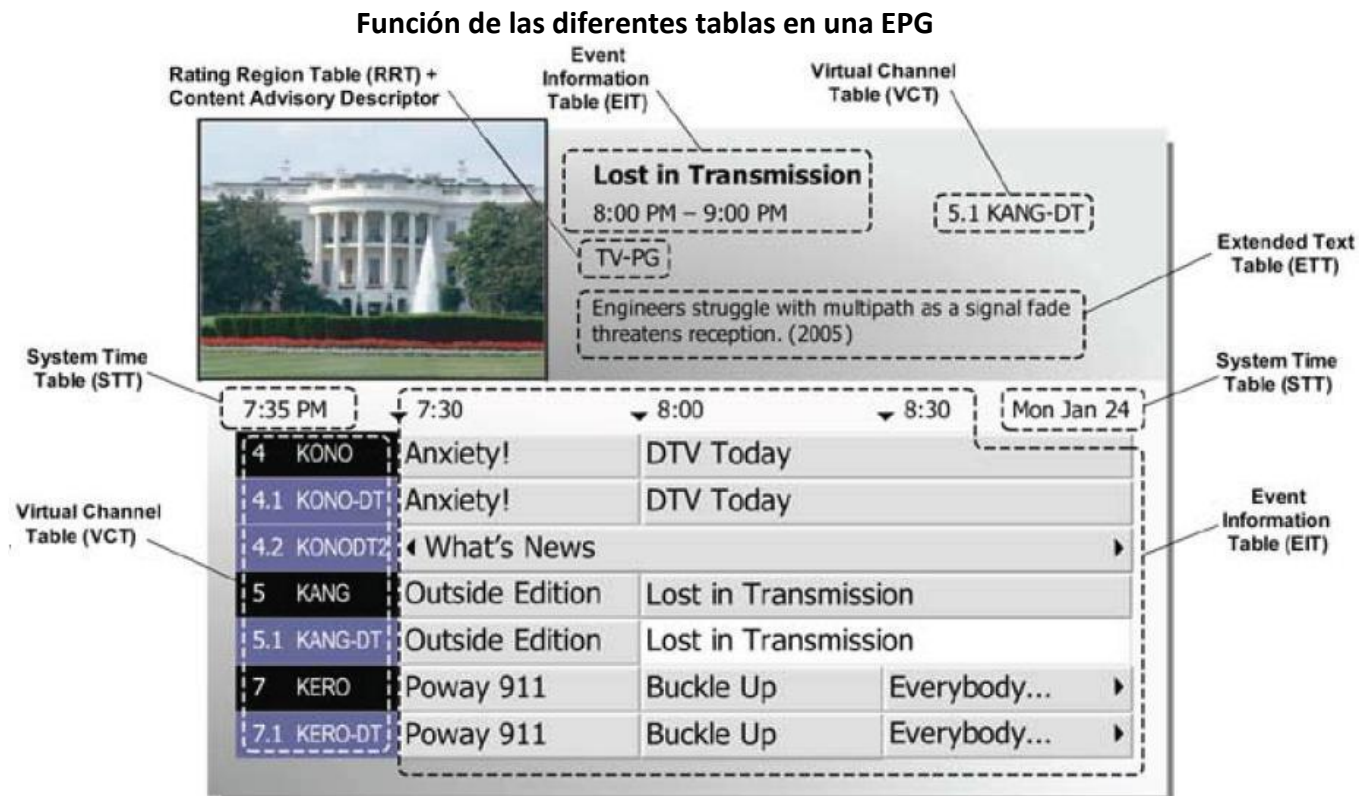


Ilustración 2-4

- Tabla de tiempo del sistema (STT System Time Table)

La STT es una pequeña sección que es enviada una vez por segundo para ajustar al receptor a la hora referida en otras tablas, particularmente la EIT, y para señalar la hora del día.

- Tabla de guía maestra (MGT Master Guide Table)

Es llamada maestra porque se refiere a todas las demás tablas, excepto la STT. El propósito de la MGT es el proveer una referencia conveniente de las diversas tablas al dispositivo receptor. La MGT ofrece la siguiente información para el beneficio de los receptores.

- Una lista de todas las tablas **PSIP** presentes en el TS. Otro tipo de tablas no definidas en el estándar PSIP también son enlistadas.
 - Para cada tipo de tabla enlistada, el valor del PID para los paquetes de TS que transportan los servicios.
 - El número de la versión de cada tipo de tabla.
 - El número total de bytes transmitidos en todas las secciones de tablas transmitidas.
- Tabla de canales virtuales (VCT Virtual Channel Table)

Una de las piezas fundamentales de datos necesaria por los receptores es una lista de servicios disponibles, incluyendo información acerca de cada servicio como su nombre y la numeración del canal. La VCT en el estándar PSIP llena esta función.

El corazón de la estructura de la VCT es la definición de cada canal virtual. Los parámetros que comprenden la definición de cada canal virtual incluyen:

- Una indicación del tipo de servicio asociado con el canal virtual, como si es analógico o digital, audio solamente o datos solamente.
- El valor de TSID asociado con el canal virtual, un número de 16 bits que relaciona este canal con los datos del número de programa de la EPG.
- Numeración del canal en una o dos partes que puede ser usada para la navegación en la EPG.
- El nombre del canal (hasta 7 caracteres) el cual típicamente indica las siglas de la estación de TV o del canal, un ejemplo sería HBO, FOX, XEWTN, etc.
- Varias indicaciones que proveen de atributos al canal virtual como ser o no visible para los usuarios, o aparecer o no en la EPG, lo cual significa que solo está disponible mediante una aplicación o solo para los operadores de la estación.

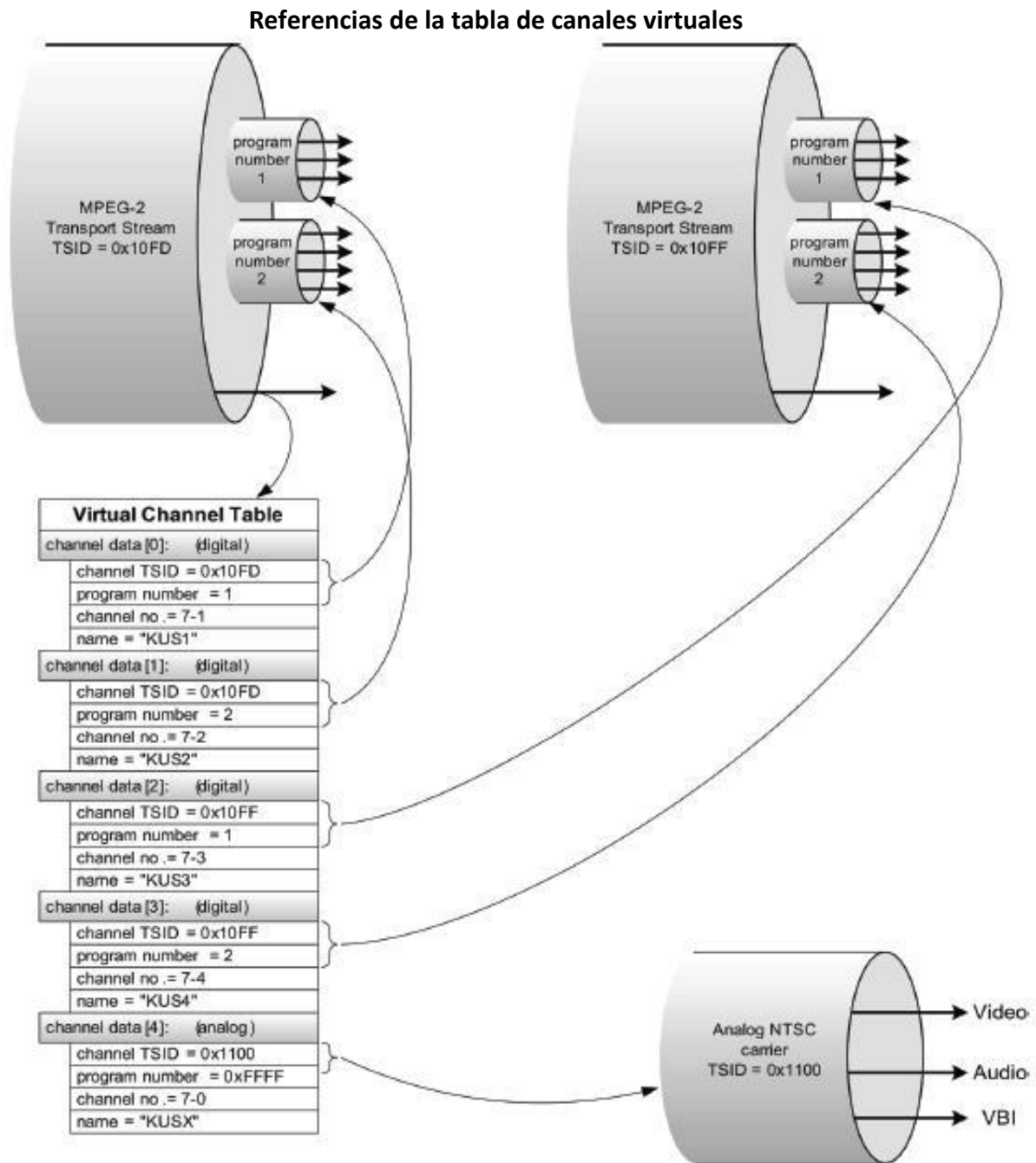


Ilustración 2-5

La imagen ilustra como la VCT hace referencia a los servicios de la programación digital que van alojados en el mismo TS, además muestra que puede señalar servicios que se encuentran en otro TS y en señales analógicas también.

- Tabla de clasificación regional (RTT Rating Region Table)

La RRT define los parámetros de clasificación, llamados dimensiones y niveles, que son usados para transmitir una advertencia del contenido del programa. Las dimensiones son aspectos particulares que caracterizan el contenido como puede ser la edad mínima recomendada, contenido de carácter violento o sexual y tipo de lenguaje utilizado en el contenido. Los niveles serían las diferentes clasificaciones de cada dimensión.

Ejemplo de un sistema de clasificación de contenidos

Niveles	16+			
	14+	Alto contenido sexual	Violencia gráfica	
	12+	Contenido sexual	Contenido violento	Lenguaje profano
	7+	Desnudos parciales	Violencia moderada	Lenguaje moderado
	General	Ningun contenido	Ningun contenido	Ningun contenido
	Edad	Sexo	Violencia	Lenguaje

← Dimensiones →

Ilustración 2-6

- Tabla de información de eventos (EIT Event Information Table)

La EIT provee descripción de eventos e información del horario para cualquier canal listado en la VCT. La información de la EIT consiste en la hora de inicio y la duración de cada evento, el título del evento, un vínculo a la descripción textual del evento, y una lista opcional de detalles que pueden dar información complementaria del evento como sería el caso de los servicios disponibles de subtítulos.

- Tabla de texto extendido (ETT Extended Text Table)

PSIP define un método para incluir textos en diferentes lenguajes en el TS. La mayoría del texto es casi siempre descripción del evento, dependiendo del tipo de evento el texto puede incluir el título del episodio, una sinopsis de la historia, nombres de los actores, año de producción, o cualquier cosa que la EPG quisiera incluir.

- Tabla de cambio de canal dirigido (DCCT Directed Channel Change Table)

La DCCT indica al receptor que una programación alternativa está disponible, así como su tipo, horario, y utiliza un número de criterios de selección que pueden ser usados en combinaciones lógicas para determinar si el cambio de canal se dará para un receptor y si es así a que canal sintonizara.

Un TS puede llevar múltiples canales virtuales. Hay una gran cantidad de escenarios donde sería ventajosa para el radiodifusor tener la capacidad de sintonizar transparentemente los receptores de los usuarios entre los canales virtuales. El cambio de canal puede ser a un canal virtual que está escondido o a un canal virtual que puede ser sintonizado normalmente.

Dos tipos de DCC son compatibles; sintonización temporal, donde el espectador será cambiado a otro canal virtual y luego regresara al canal anterior. Un ejemplo de esto podría ser cambiar al espectador de un noticiero nacional a uno de contenido local y luego regresarlo al noticiero original.

Redirección de canal, donde el receptor se sintonizara a un nuevo canal virtual. La redirección de canal puede ser usada cuando una estación cambia de una transmisión de múltiples canales SD a un solo canal de alta definición. El usuario que ve uno de los canales SD será automáticamente redireccionado al canal HD.

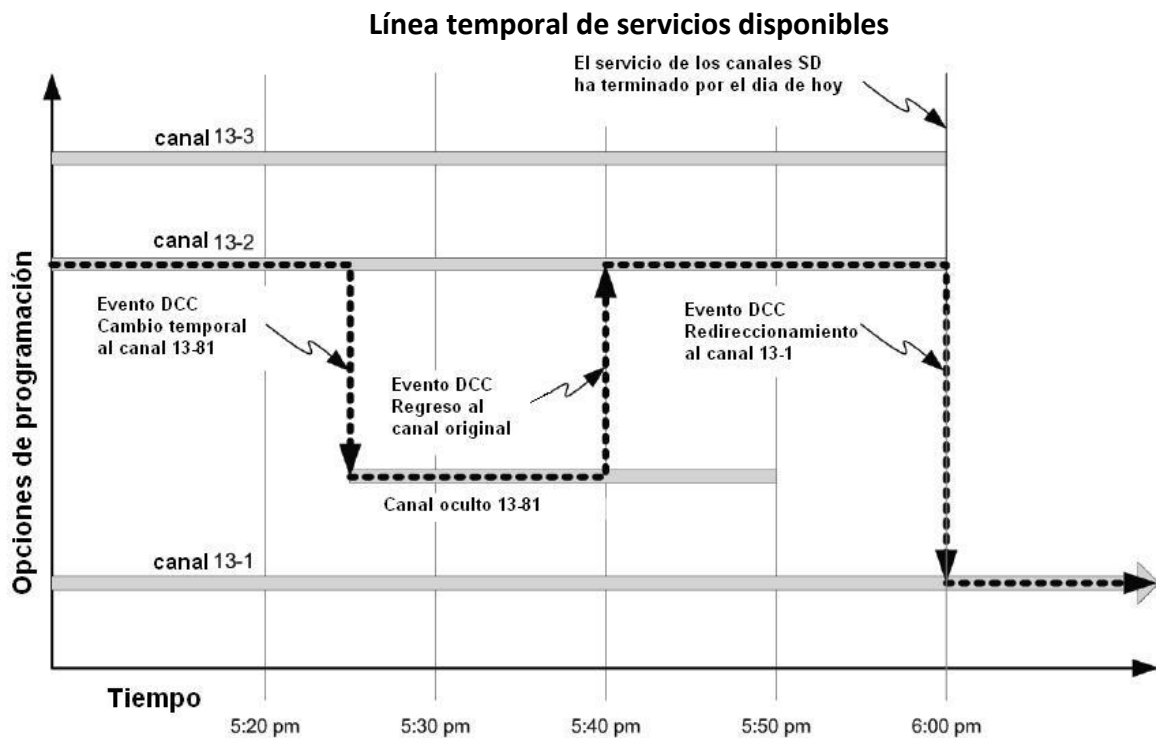


Ilustración 2-7

2.3 Radiodifusión de datos^{24 25}

La radiodifusión de datos se refiere generalmente a cualquier información llevada con las señales de audio y video que no sea parte de estas y que puede ser un servicio independiente. El ejemplo clásico de datos asociados con la televisión es el teletexto, subtítulos y closed caption.



Servicio de teletexto de TVE. España 1994

Ilustración 2-8



Servicio de Closed Caption

Ilustración 2-9

Sin embargo hay otra información que cae en esta categoría, la cual reconocemos hoy en día como metadatos, estos se refieren a datos que transmiten información sobre otros datos, un ejemplo sería la guía electrónica de programación que es generada a partir de metadatos.

²⁴ Término utilizado en sustitución de “Data Broadcast” y “Datacasting”.

²⁵ Bibliografía de consulta [6] [8] [9].

Con la introducción de los sistemas de televisión digital se abrió una gama más amplia para transmitir datos. Esto es principalmente por el hecho de que la transmisión es digital y hay más ancho de banda disponible. Además se facilita mucho la inserción y extracción de datos y hace que el sistema sea más robusto.

Los sistemas de televisión digital han definido una serie de bloques, sobre los cuales se pueden transmitir modelos de datos, estos modelos para transportar datos se pueden ver como un agregado a la estructura principal, los cuales pueden ser usados para el diseño y la entrega de servicios de datos, estos servicios resultan en una experiencia diferente para el usuario.

2.3.1 Modelos de sistemas de datos

La introducción de los sistemas de televisión digital ha ofrecido la posibilidad de definir formalmente modelos de bloques para la transmisión de servicios de datos. Estos modelos son: tunneling para paquetes IP, descarga de archivos, streams y triggers.

La mayoría de los mecanismos básicos de bloques usados por la radiodifusión de datos son definidos en la parte 6 de MPEG-2 conocida como DSM-CC (Digital Storage Media Command and Control).

Todo el estándar DSM-CC es complejo y diseñado como un mecanismo de control para los sistemas de video en demanda. Sin embargo incluye unas secciones privadas de MPEG-2 en las cuales se pueden encapsular archivos y paquetes de red.

- Tunneling para paquetes IP²⁶

Cuando el sistema de transporte MPEG-2 lleva paquetes IP, estos son encapsulados de acuerdo al estándar DSM-CC. La encapsulación es una tabla privada de MPEG-2 conocida como “DSM-CC addressable section”. La encapsulación incluye campos para el direccionamiento en la capa de enlace (LLC/MAC), así como la carga útil del paquete de IP.



Encapsulación para los datagramas de diferentes protocolos

Ilustración 2-10

El multicast de IP es especialmente atractivo para la radiodifusión de datos porque es un protocolo de difusión, es bien conocido, los receptores pueden implementar pilas de IP fácilmente, y los datos recibidos a través de este medio pueden ser tratados como tráfico IP común, además pueden ser re-ruteados sobre una LAN si es requerido.

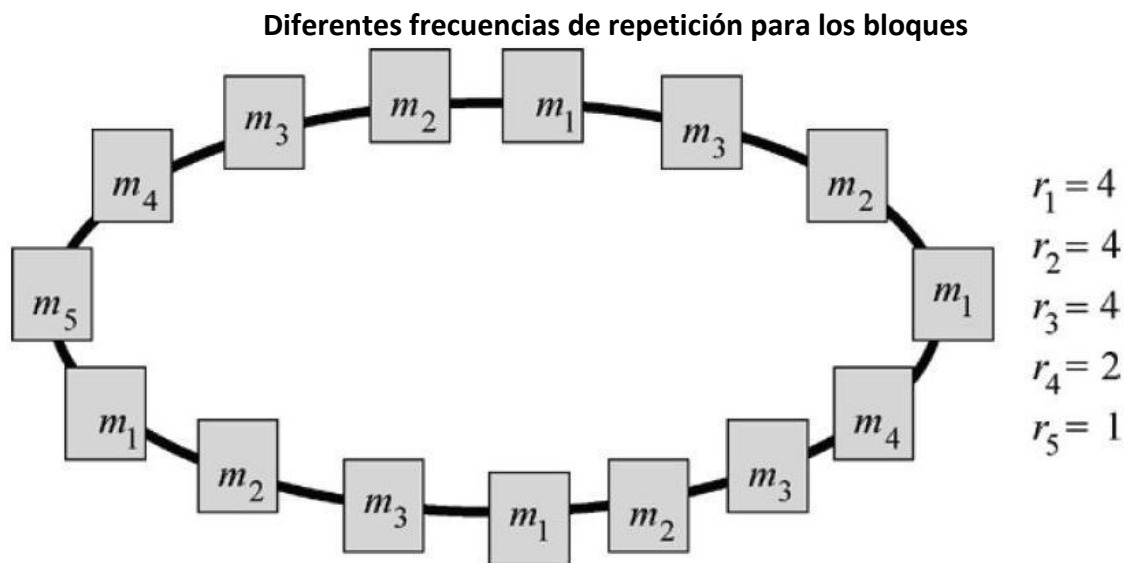
²⁶ También conocido como “Multiprotocol Encapsulation” (MPE).

- Descarga de archivos

Cuando los archivos son llevados en el sistema de transporte de MPEG-2, son empaquetados en una tabla privada con el nombre de DSM-CC section y llevados de acuerdo a 2 tipos de mecanismos definidos en DSM-CC, carrusel de datos²⁷ y carrusel de objetos²⁸. El termino carrusel es utilizado para señalar cuando un bloque de datos es repetido en cierto intervalo de tiempo para facilitar su captura por el receptor.

Esto es necesario por 3 razones. Cuando un espectador sintoniza por primera vez el servicio que está mandando los bloques, al receptor se le debe de dar oportunidad de adquirirlos. Debido a que la solicitud del servicio puede ser en cualquier momento las páginas son repetidas.

La segunda razón es para permitir a los receptores, que poseen muy poca memoria, el adquirir los bloques demandados por el usuario sin tener que almacenar nada. Finalmente, un carrusel provee una cierta medida de recuperación. Los algoritmos de carrusel frecuentemente varían la frecuencia y el orden de los bloques para intentar mejorar la experiencia del usuario.



Carrusel con múltiples bloques de datos

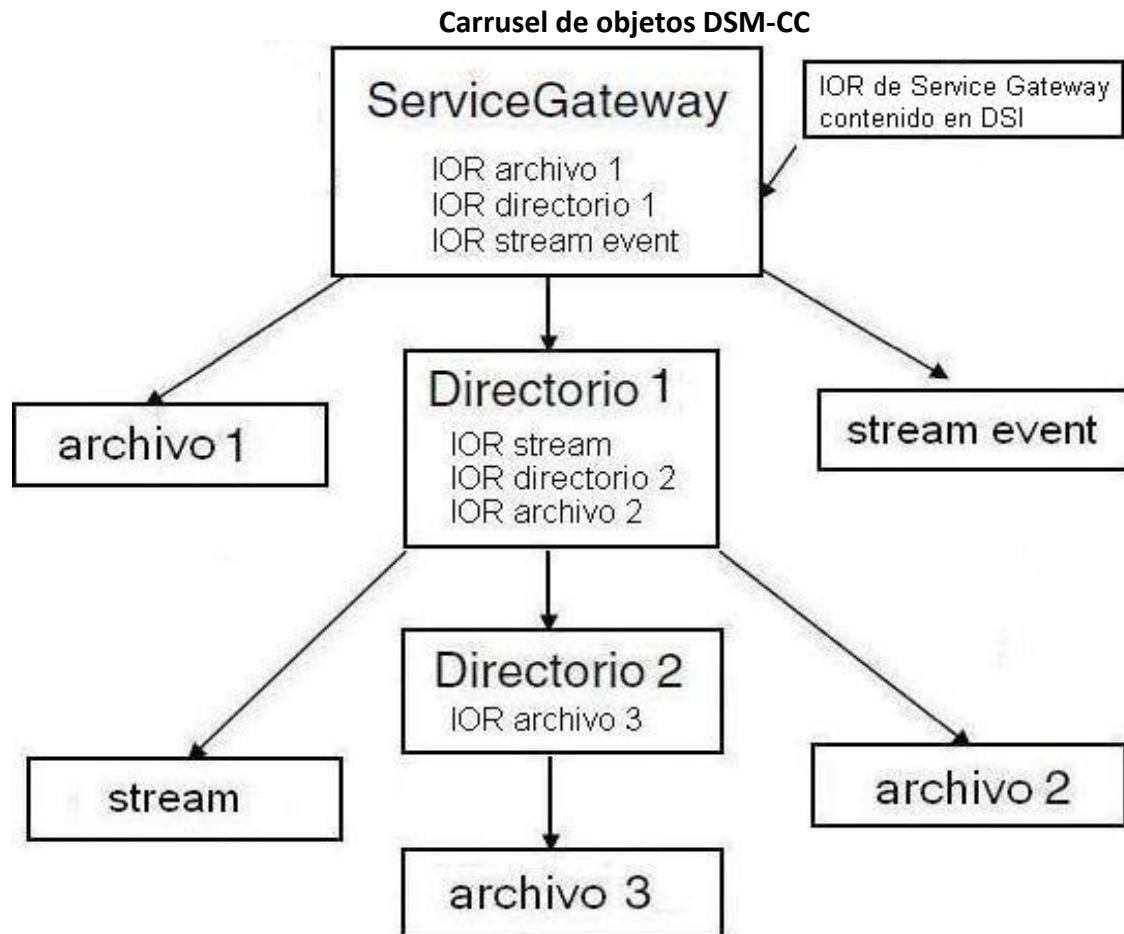
Ilustración 2-11

El carrusel de datos provee un empaquetamiento básico de un solo archivo en un módulo, cada módulo es segmentado en mensajes con el nombre de DDB (Download Data Block). Los DDB son numerados secuencialmente y cuando se combinan forman un módulo completo. Los metadatos para los módulos, así como señalización adicional, son llevados en el mensaje DII (Download Information Indication).

²⁷ Este mecanismo es una variante de los protocolos “DSM-CC Download”

²⁸ También conocido con el nombre de “Broadcast Inter-ORB protocol” (BIOP)

Los objetos anteriores comparten la misma estructura: un encabezado seguido de un subencabezado y por último la carga útil del objeto. Cada objeto posee una referencia llamada interoperable object reference (IOR) que es utilizada para localizarlo en el TS de MPEG-2, y esta se encuentra en el directorio inmediato al objeto.



Organización del carrusel de objetos de DSM-CC

Ilustración 2-13

Un archivo de tamaño mayor a 4000 bytes que es transmitido mediante el carrusel de objetos, primero es seccionado y empaquetado en varios BIOP files, para que después estos sean empaquetados en varios mensajes DDB que pertenezcan a un mismo módulo, cada DDB es llevado en secciones DSM-CC que a su vez son llevadas en las tablas de la sección privada de MPEG-2 para poder ser transmitido en el TS.

Esquema jerárquico de las estructuras de datos

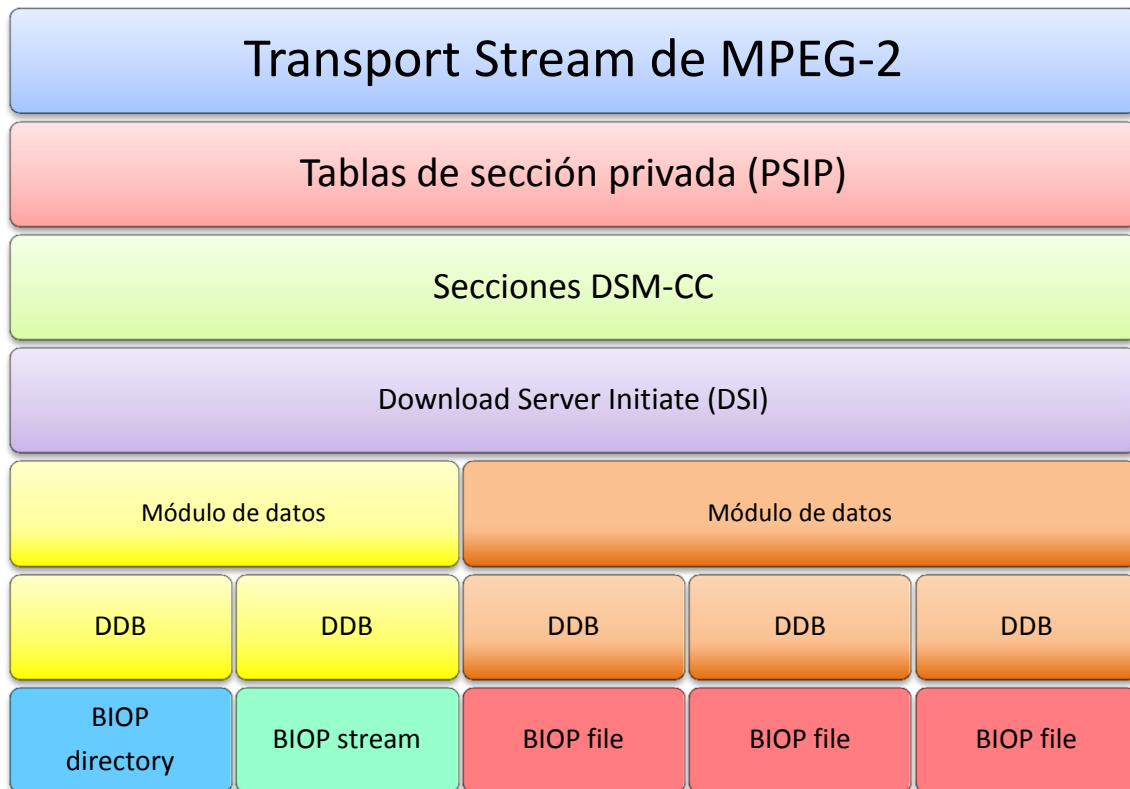


Ilustración 2-14

El protocolo de carrusel de objetos ha jugado un papel importante en el desarrollo de sistemas de ITV porque sirve como un puente entre el sistema de transporte de MPEG-2 y el software middleware que corre en una PC o un receptor. Como resultado del diseño del carrusel de objetos una aplicación interactiva puede ser ejecutada por diferentes receptores aunque este escrita en C++, java, HTML, etc.

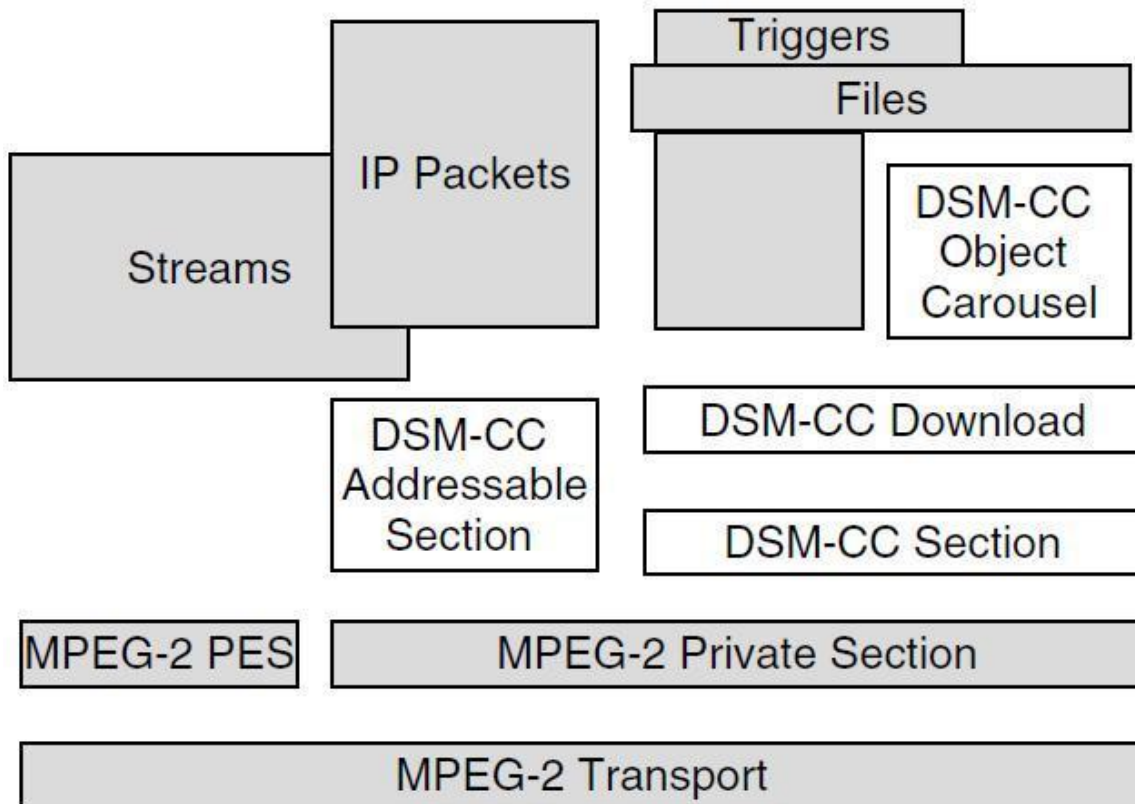
- Streams

Los Streams de datos pueden ser llevados justo como los streams elementales de audio y video, empaquetados en PES. A diferencia del carrusel solo se hace una emisión de los módulos de datos. Actualmente la mayoría de los streams de datos son transportados mediante el tunneling para paquetes IP.

- Triggers

Para algunas aplicaciones es deseable el sincronizar el despliegue de objetos grandes, como paginas HTML que contienen imágenes, con el stream de video. Los “triggers” o desencadenadores son un tipo especial de modelo de datos, que son destinados al enlace entre aplicaciones de datos y elementos de video y audio, y para proveer de una secuencia de tiempo a aplicaciones de datos independientes.

Mapa de los diferentes protocolos de radiodifusión de datos



Resumen de los protocolos de radiodifusión de datos

Ilustración 2-15

Televisión Interactiva

La televisión es uno de los productos más exitosos que se han producido y se ha extendido a cualquier hogar en la sociedad. El mirar televisión es una parte dominante de las actividades que ocupan el tiempo libre de las personas y para muchos la televisión se ha convertido en la fuente de información y entretenimiento más importante.

Sin embargo la TV no es un medio estático, ni como tecnología ni como servicio. Las consolas de videojuegos, los reproductores, sistemas de cable y satelitales han empezado a cambiar la imagen de lo que es la televisión y de lo que puede ser.

Términos como personalización de TV, contenidos y servicios en demanda, TV sobre IP, contenido creado por usuarios y conceptos más generales como digitalización, interactividad, convergencia, fusión de la televisión y las computadoras, de internet y radiodifusión, son algunos de los aspectos involucrados en este proceso de cambio.

Después de una década de intercambiar entusiasmo y decepción la televisión interactiva (iTV) entra en una fase donde los desarrollos en tecnología y las condiciones actuales del mercado proveen un gran potencial comercial para su desarrollo.

La característica más importante de la iTV es la habilidad de proveer contenido digital mejorado con características interactivas, de tal manera que se cambie el rol pasivo de los espectadores a uno en el que sean participantes activos de la experiencia.

Al mismo tiempo el contenido de la TV llega gradualmente a otros medios como internet y plataformas móviles. A pesar de las nuevas opciones presentes la TV sigue siendo el medio más simple y con mayor alcance, ya que es un dispositivo conocido y disponible en casi cualquier casa de las sociedades modernas, así que su extinción está todavía algo lejana.

La convergencia entre el mundo de las telecomunicaciones y el mundo de la televisión trae consigo la aparición de aplicaciones que combinen las fuerzas de ambos y se presenten en forma de IPTV, sitios para canales de televisión, iTV, etc.

La televisión interactiva está a punto de cambiar el modelo tradicional de la industria de la radiodifusión con profundas consecuencias en los modelos de negocios, mercadotecnia y más. Con el fin de aprovechar las nuevas oportunidades de ganancias basadas en capacidades interactivas.

3.1 ¿Qué es iTV?²⁹

Televisión interactiva, o iTV, es la selección por el usuario de información adicional que lo mantenga interesado y que le proporcione un servicio personal ya sea del evento o de un servicio en demanda. La interactividad en la TV usualmente aleja al usuario de la programación lineal, al proveer información diferente que puede estar o no ligada.

iTV engloba una serie de servicios muy diferentes hoy en día y generalmente se refiere a aplicaciones que van desde guías electrónicas de programación, pasando por servicios bajo demanda, hasta llegar a las aplicaciones creadas en diferentes sistemas middleware.

3.2 Clasificación de las aplicaciones interactivas³⁰

La interactividad se presenta en varias formas y niveles y puede ser experimentada incluso en receptores de gama baja que no tengan un medio de almacenamiento o un canal de retorno. Esto es logrado a través de la difusión periódica de streams de datos (carrusel de datos). Una clasificación de interactividad recurrente en los libros que abordan este tema puede ser la siguiente:

- Radiodifusión mejorada (Enhanced Broadcast): También conocida como pseudointeractividad o interactividad local, es aquella que solo ocurre entre el receptor y el usuario, ya sea usando los datos que vienen en las tablas o cambiando de canal. Este tipo de aplicaciones no necesitan canal de retorno
- TV interactiva: La interacción relacionada con una aplicación específica ocurre entre el usuario y el radiodifusor a través de un canal de retorno. Esto usualmente toma la forma de aplicaciones como votaciones, chat, acertijos, etc. Puede incluir un acceso a internet restringido.
- Internet TV: La interacción puede suceder entre el usuario y el radiodifusor o entre el usuario y un servidor en la red. Aquí se incluye las características anteriores más una navegación en internet sin restricciones.
En este caso, el receptor necesita una conexión IP estándar, posiblemente con un ancho de banda elevado. Dependiendo del tipo de aplicación, soporte para protocolos de internet como SMTP, HTTP, y HTTPS pueden ser requeridos.

Algunos ejemplos de aplicaciones interactivas son los siguientes:

²⁹ Bibliografía de consulta [10].

³⁰ Bibliografía de consulta [3] [4] [6] [8] [10] [19] [20].

3.2.1 Guía electrónica de programación

La EPG, por sus siglas en inglés, es probablemente la aplicación de televisión interactiva más conocida hoy en día. Los usuarios se han acostumbrado a presionar un botón en el control remoto y ver una tabla mostrando los programas de televisión que están siendo transmitidos en ese momento, que eventos estarán disponibles en el futuro, descripciones extendidas del evento seleccionado y sus características.



Ilustración 3-1

Los receptores son capaces de escanear todos los canales disponibles y crear una guía de programación a partir de la información consolidada en las tablas PSIP. Mientras el middleware del receptor determina la forma de presentación de la EPG.

El concepto es proveer una manera a los espectadores de saber qué es lo que se está transmitiendo directamente desde su televisor, similar a los canales de programación que ofrecen los servicios de cable y satélite.

El valor de este tipo de guía de información es alto, y continuará con el incremento en el número de canales disponibles y a la variedad de opciones dentro de un mismo canal. Por ejemplo escoger diferentes pistas de audio en diferentes idiomas, o escoger uno de varios programas en SDTV transmitidos al mismo tiempo en diferentes canales virtuales.

EPG de sistema satelital Sky Reino Unido



Ilustración 3-2

3.2.2 Datos complementarios³¹

Las aplicaciones de datos permiten a los usuarios acceder a páginas de información que incluyen texto y gráficos, mientras el canal de TV que están viendo permanece en un cuarto de pantalla. Este tipo de información es auxiliar a la programación principal y aumenta la experiencia del usuario con el programa. Estos servicios extras incluyen pistas adicionales de audio y video, descripción del programa, estadísticas, etc.

Servicio ofrecido por Time Warner Cable



Ilustración 3-3

³¹ Enhanced TV es el término mayormente usado para referirse a este tema.

Aplicación de Foxtel para las olimpiadas de invierno 2010

DAY 06 MEDAL TABLE

POS	NATION	G	S	B	TOTAL
1	GREAT BRITAIN	11	12	6	29
2	CANADA	11	12	6	29
3	ITALY	11	12	6	29
4	FRANCE	11	12	6	29
5	SWITZERLAND	11	12	6	29
9	AUSTRALIA	11	12	6	29

VENUES

1	WHISTLER
2	CREEHSIDE
3	VANCOUVER
4	CYPRESS

BURTON SNOWBOARDS

HELP
Press SELECT to choose a result. use LEFT & RIGHT arrows for other results.

SCROLL FOR MORE

MENU **FULL-SCREEN**
Quick links to all the bonus Olympic features, PRESS RED

Ilustración 3-4

En los eventos deportivos resulta sumamente efectivo dada la cantidad de información adicional que se puede agregar en forma de texto. Desde un resumen del evento, trayectoria de los deportistas, hasta marcadores al momento de otras competiciones simultaneas.

Servicio de BBCi para partidos de Wimbledon

Match Reports
Press LEFT / RIGHT for other Match Reports

Agassi bt Wessels
7-6 6-4 6-4

Second seed Andre Agassi overcame Peter Wessels in straight sets to set up a second round clash with Britain's Jamie Delgado. A tight first set went with serve all the way before Agassi took the tie break 7-1. The American started the second set perfectly by breaking Wessels' serve.

Adv Roddick
BBC Two
Page 1 of 3

All Scores
Use the UP / DOWN keys for live scores across all courts

Live updating scores

C	T Henman(5)	6	6	2	4
	W Ferreira	*	4	3	6
1	Y Kafelnokov(3)	6	7	1	
	C Woodruff	*	1	6	1
2	A Kournikova(9)	* 4			
	K Boogert	1			
3	S Pitkowski	6	3		
	A Mauresmo	* 7	2		
4	Y Kafelnokov(3)	* 6	7	1	
	C Woodruff	1	6	1	
5	A Kournikova(9)	4			
	K Boogert	* 1			

Press RED for full screen
Page 2 of 2

FULL SCREEN CHANGE TV BACK MENU **BBC SPORT** **BBCi** **FULL SCREEN** **MENU** **BBC SPORT**

Ilustración 3-5

La cobertura normal del torneo de tenis de Wimbledon ofrece una vista limitada de los múltiples partidos que se juegan simultáneamente. Los televidentes solo pueden ver el partido principal. El servicio interactivo de la BBC permite a los usuarios escoger que partido quieren ver.

Esto ha sido encontrado como algo que incrementa considerablemente el tiempo que los usuarios se quedan con el servicio. Este tipo de servicios funciona mejor con eventos en vivo. Otro ejemplo de este servicio sería el permitir al usuario acceder a material como el *detrás de cámaras* y comentarios.

3.2.3 Noticias personalizables

Otro tipo de aplicación popular es el de las noticias personalizadas, se ha hecho muy común en la TV el mostrar información complementaria en forma de cintillos que se van desplegando en el fondo de la pantalla.

Monitoreo de cámaras de tráfico de una zona



Ilustración 3-6

La mayoría de esta información no es del interés del usuario y solo un pequeño porcentaje es útil, de tal manera que este tipo de aplicaciones funcionan como filtros que pueden encargarse de seleccionar el contenido por tipo o por región geográfica.

Dando como resultado la entrega de información útil que va de desde noticias regionales, pronóstico del clima de la región, tráfico del área cercana, datos del mercado de valores, incluyendo desempeño de inversiones personales en tiempo real, etc.

Aplicación ofrecida por Sky México



Ilustración 3-7

La BBC en 2001 lanzó un servicio de noticias en el área de Hull (Reino Unido), en el que se podía tener acceso a pequeños videos de noticias locales y nacionales, el contenido fue separado en categorías que permitían el acceso solo al material que era del interés del usuario.

Servicio de noticias locales de Maresme



Ilustración 3-8

3.2.4 Juegos

Este tipo de aplicaciones pueden ser un servicio independiente que no esté relacionado con algún otro contenido e incluso se puede formar un canal exclusivo de juegos. La BBC ha utilizado varias aplicaciones de acertijos. La 2 más conocidas son “El show de las antigüedades” y “la prueba de la nación”. Las aplicaciones anteriores son capaces de utilizar un canal de retorno para registrar los resultados.

Juegos con canal de retorno para contabilizar resultados



Ilustración 3-9

La lotería nacional de Finlandia es un ejemplo de este tipo de aplicaciones, esta aplicación interactiva ofrece una manera más directa de generar ganancias al ser un servicio de pago o estar atado a una campaña publicitaria.

Canal de juegos Totalplay



Ilustración 3-10

3.2.5 Votaciones

Las aplicaciones para votaciones han probado ser extremadamente populares en cualquier tipo de contenido, ya que permiten a los usuarios formar parte activa del desarrollo de lo acontecido en la TV. Pueden ser presentadas al usuario en forma de un cintillo en el fondo de la pantalla o como un evento principal que cubre toda la pantalla.

Votaciones para una reality show



Ilustración 3-11

La BBC ha utilizado este tipo de aplicaciones en muchas ocasiones. A los espectadores se les presentan diferentes categorías en las cuales votar, ellos hacen su selección en las diferentes categorías ofrecidas y reenvían su respuesta a través del modem que vienen en el receptor y los resultados pueden ser contados y mostrados.

Aplicación de encuestas de la BBC



Ilustración 3-12

3.2.6 Ventas y anuncios³²

Las fuentes tradicionales de ganancias de las estaciones comerciales están basadas en la publicidad dirigida a los consumidores, así que es natural para los radiodifusores el contemplar estas aplicaciones interactivas como una nueva forma de expandirse y hacerse más atractivo para el público y para los anunciantes.

Canal de ventas en Barcelona



Ilustración 3-13

Durante un comercial, una aplicación provee una serie de opciones que el espectador puede escoger para obtener más información del producto o servicio anunciado, así como la posibilidad de llevar a cabo una transacción financiera para comprar el producto o servicio, que puede ir desde abarrotes hasta software sin salir del hogar. Dentro de esta categoría también pueden caer los juegos de azar que involucren dinero o apuestas en eventos deportivos.

³² T-commerce es el término mayormente usado para referirse a este tema.

Comercial interactivo de cerveza en Reino Unido



Ilustración 3-14

El comprar música puede ser abordado por la TV debido a que el espectador puede descargar el contenido justo en el momento en el que lo escucha en un programa o en un comercial. En algunos casos, los retos comerciales asociados con el despliegue y viabilidad de algunos de estos servicios no deben de ser subestimados.

Compra de comida en el sistema Totalplay

PANE EN VÍA

Pan Baguettes (1/2)

Compas	Pollo, queso provolone y arúgula
Duetto	Jamón queso manchego Con piña y chipotle
Sonata	Jamón y queso gruyere Con piña y chipotle
Sonatina	Salami y queso chihuahua
Allegro	Arrachera Importada Con queso manchego
Fusa	Milanesa de Pollo Con queso manchego
Orquestina	Milanesa de ternera y queso americano Con salsa barbecue
Dominante	Jamón serrano y queso gruyere Con piña y chipotle
Soprano	Roast Beef y queso gruyere
Grave	Pierna, queso panela, frijoles refritos y adobo
Acústica	Lomo canadiense y queso gruyere Con piña y chipotle
Andante	Pechuga de pavo ahumado y queso gruyere Con Piña y Chipotle
Primadonna	Salmón, queso phyladelphia y alcaparras
Armonía	Queso gruyere, queso holandés y queso chihuahua Con salsa barbecue

1/16

◀ Ir a Subway Presiona OK para ver sucursales Ir a Sushi Itto ▶

En Pane en Vía preparamos cuidadosamente nuestro pan y lo horneamos a diario, pues pensamos que para crear una buena torta es necesario utilizar un gran pan.

Ordena cualquiera de nuestras tortas en baguette integral o en pan chapata mediana o grande.

A Dwight le gustan los pies. Quítense los zapatos.

Ilustración 3-15

3.2.7 Video en demanda (VOD)

El video en demanda básico consiste en un conjunto de programas de TV, películas, eventos deportivos, que están disponibles con una simple interfaz de usuario. La mayoría de estos servicios operan en un modo de pago por evento, con diferentes versiones como pago por una sola reproducción, un periodo de acceso limitado y compra completa.

Sistema FiOS TV de Verizon

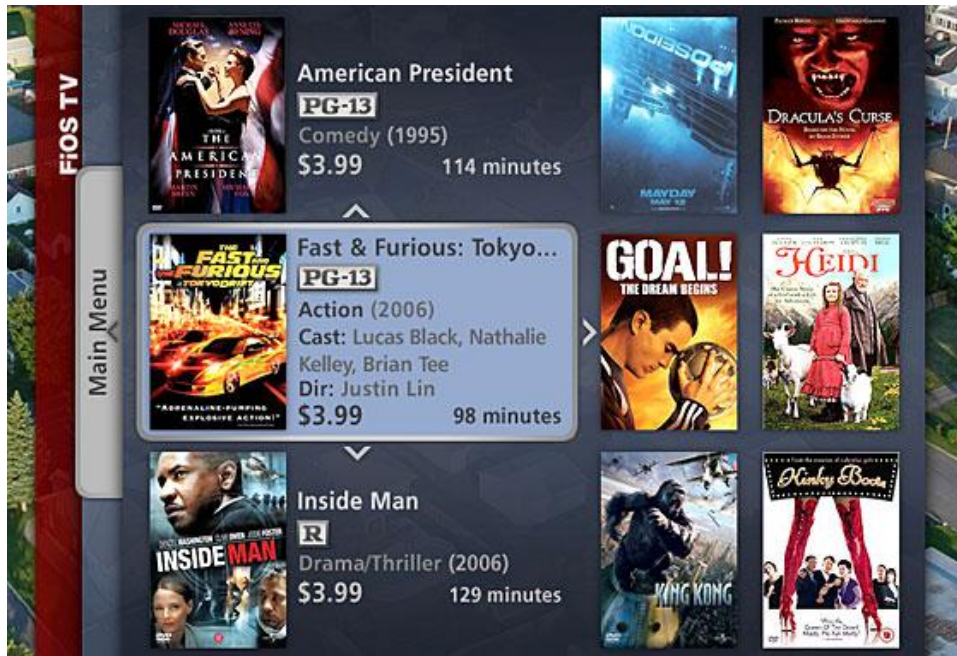


Ilustración 3-16

Canal pago por evento Totalplay



Ilustración 3-17

3.3 Software middleware³³

Al existir diferentes compañías que manufacturan receptores y potencialmente otras que se encargaran de programar las aplicaciones, la industria comprendió que la estandarización del entorno de ejecución³⁴ del software y de las interfaces de programación de aplicaciones³⁵ es necesaria para un despliegue masivo de estos servicios.

Fabricantes de receptores de DTV



Ilustración 3-17

El desarrollo de servicios interactivos por terceros requiere que los receptores de televisión incorporen un componente que les ofrezca cierta interoperabilidad entre diferente hardware, a este componente se le conoce como middleware.

En esencia la función del middleware es hacer que las diferentes aplicaciones sean ejecutadas en una sola plataforma, llamado receptor común. Este receptor común contiene una arquitectura bien definida, modelo de ejecución, sintaxis y semántica.

³³ Bibliografía de consulta [3] [6] [10] [11] [12].

³⁴ Run-time environment.

³⁵ Application Programming Interfaces (API's).

De tal manera que el middleware les da a los programadores la seguridad de que sus aplicaciones y datos serán recibidos y serán ejecutados de manera uniforme en todas las marcas y modelos de receptores.

Las 3 iniciativas más grandes son las siguientes:

- Multimedia Home Platform (MHP) en Europa.
- Advanced Common Application Platform (ACAP) en los EUA.
- Association of Radio Industries and Business (ARIB) en Japón.

Estos middlewares se subdividen en dos subsistemas principales interrelacionados, que permiten el desarrollo de aplicaciones siguiendo dos paradigmas de programación diferentes. Dependiendo de las funcionalidades requeridas en cada aplicación, un paradigma será más adecuado que otro. Estos 2 subsistemas son el entorno procedural y el entorno declarativo.

Entorno de las aplicaciones en un receptor interactivo

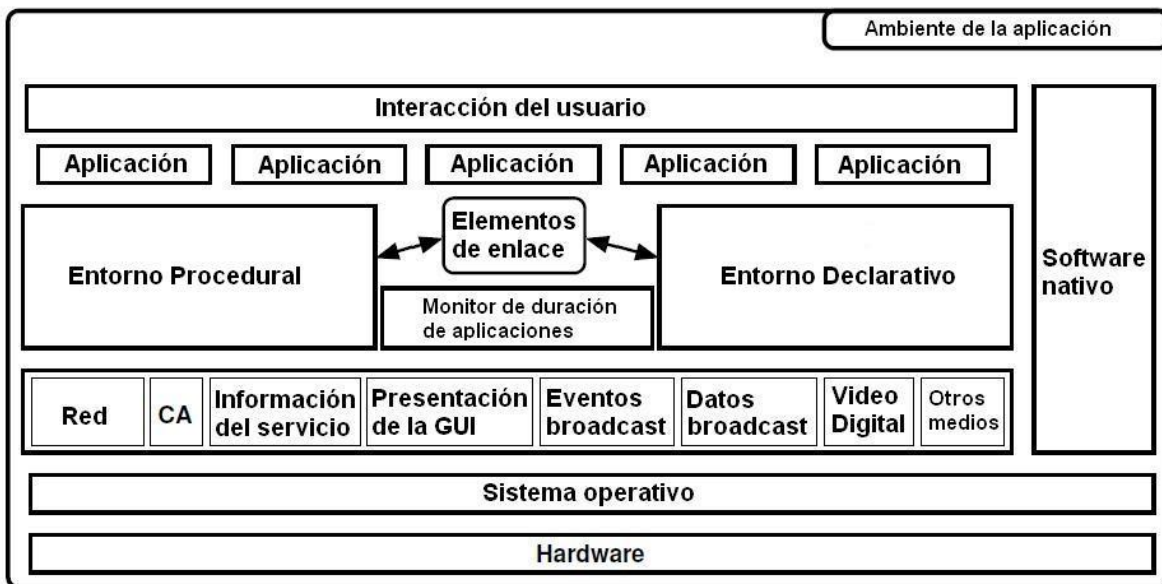


Ilustración 3-18

Los 2 entornos no tienen que estar separados, una función de puente puede enlazarlos. En adición a los entornos, también se pueden soportar aplicaciones nativas y software específico del servicio. El entorno procedural incluye una máquina virtual de java³⁶ y un conjunto de API's, mientras el entorno declarativo corresponde a un agente de usuario del lenguaje XML³⁷.

³⁶ Java Virtual Machine (JVM)

³⁷ Extensible Markup Language user agent, en la mayoría de los casos es un navegador web.

El entorno declarativo de los 3 estándares antes mencionados está basado en XHTML³⁸, hojas de estilo en cascada³⁹, y extensiones específicas para televisión del modelo en objetos para la representación de documentos⁴⁰.

Situación actual de la estandarización del entorno de aplicaciones.

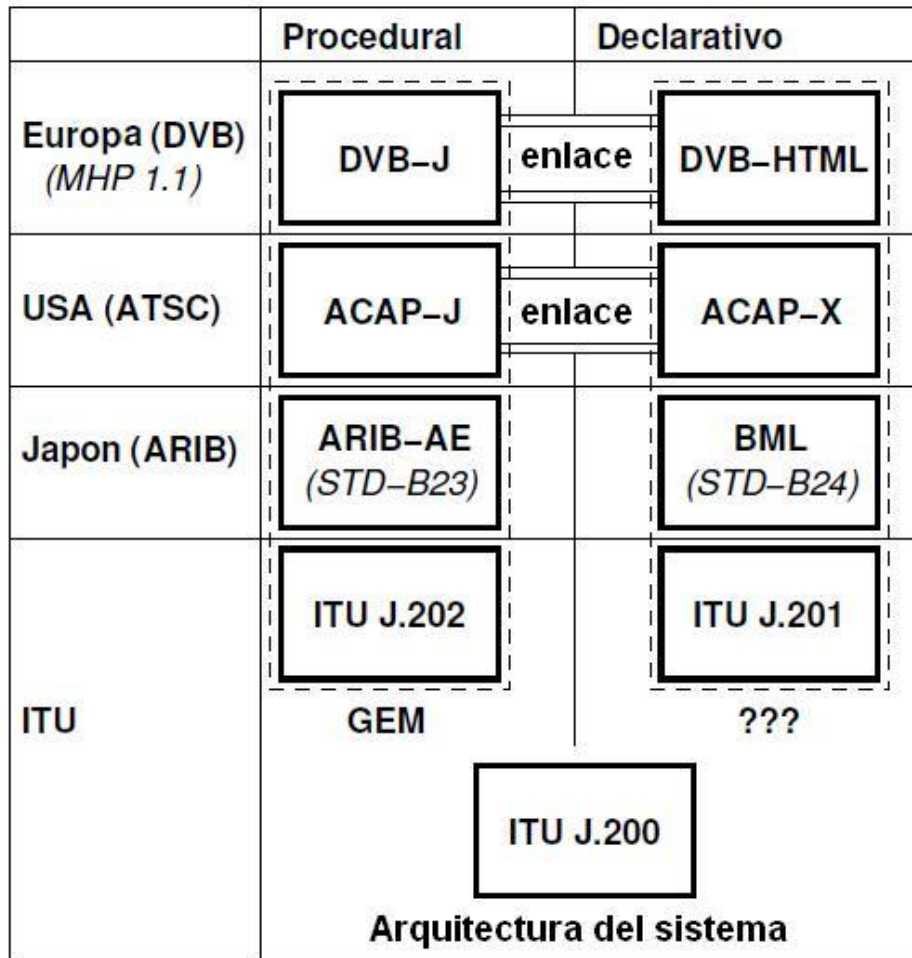


Ilustración 3-19

Ya que los estándares comparten un enfoque común en el entorno procedural, los 3 han colaborado definiendo un entorno estandarizado para aplicaciones. El resultado de esto es GEM (**G**lobally **E**xecutable **M**HP), siendo ratificado por la ITU en los documentos J.200 y J.202. GEM define la imagen desplegada en 3 planos sobrepuestos, ordenados del fondo a la parte superior: fondo, video y gráficos.

Otras opciones de middleware para aplicaciones interactivas son Ginga, MHEG, las partes 11 y 21 del estándar MPEG-4 y software de propietario como OpenTV y Media Highway.

³⁸ Extensible Hypertext Markup Language

³⁹ Cascading Style Sheets (CSS)

⁴⁰ Document Object Model (DOM)

3.3.1 ACAP (*Advanced Common Application Platform*)

Con el objetivo de estandarizar la estructura de software en cada receptor. Las compañías fabricantes de equipo, de tecnología de la información, y operadoras de cable, en los Estados Unidos, se unieron para resolver el problema de cómo los nuevos receptores de DTV podrían interactuar con los protocolos de comunicaciones y acceso condicionado.

La evolución de la especificación ACAP envuelve 3 proyectos distintos, el proceso empezó en Septiembre de 1998 con la creación de la especificación de la ATSC, que tomo el nombre de DASE (DTV Application Software Environment).

De la primera colaboración vino el concepto de un módulo de punto de implementación (POD *point of deployment*), el cual es una tarjeta para trasladar las condiciones de acceso a una interfaz estándar en el receptor. CableCARD es el término comercial.

La segunda etapa comenzó en noviembre de 2003, y es el inicio del trabajo en conjunto de la ATSC y CableLabs, que fue un intento de crear un punto de referencia entre el estándar DASE y las especificaciones del Open Cable Application Platform (OCAP).

En 2005 es publicado el estándar con el nombre de **ACAP** (A/101) y ofrece a los generadores de contenidos, radiodifusoras, fabricantes de electrónica de consumo y operadores de cable y satélite, las características técnicas necesarias para desarrollar servicios y productos con interoperabilidad.

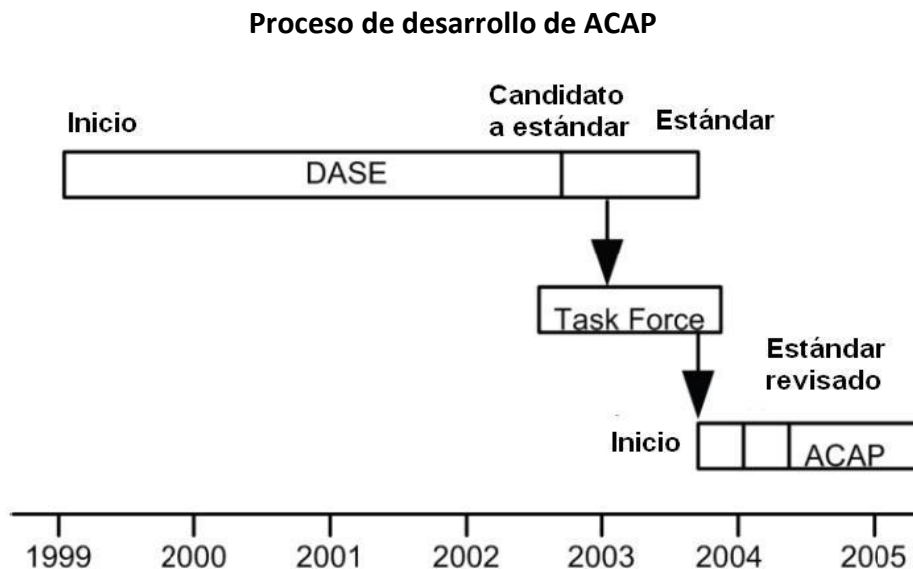


Ilustración 3-20

ACAP está basado principalmente en GEM 1.0.3 y DASE⁴¹, e incluye funciones adicionales del perfil OCAP 1.0. El estándar de ACAP define 2 perfiles, el primero es ACAP-J, que es el mismo que se especifica como “Arch” en el documento GEM. El segundo es un perfil combinado de ACAP-J y ACAP-X.

Diagrama de módulos del estándar ACAP

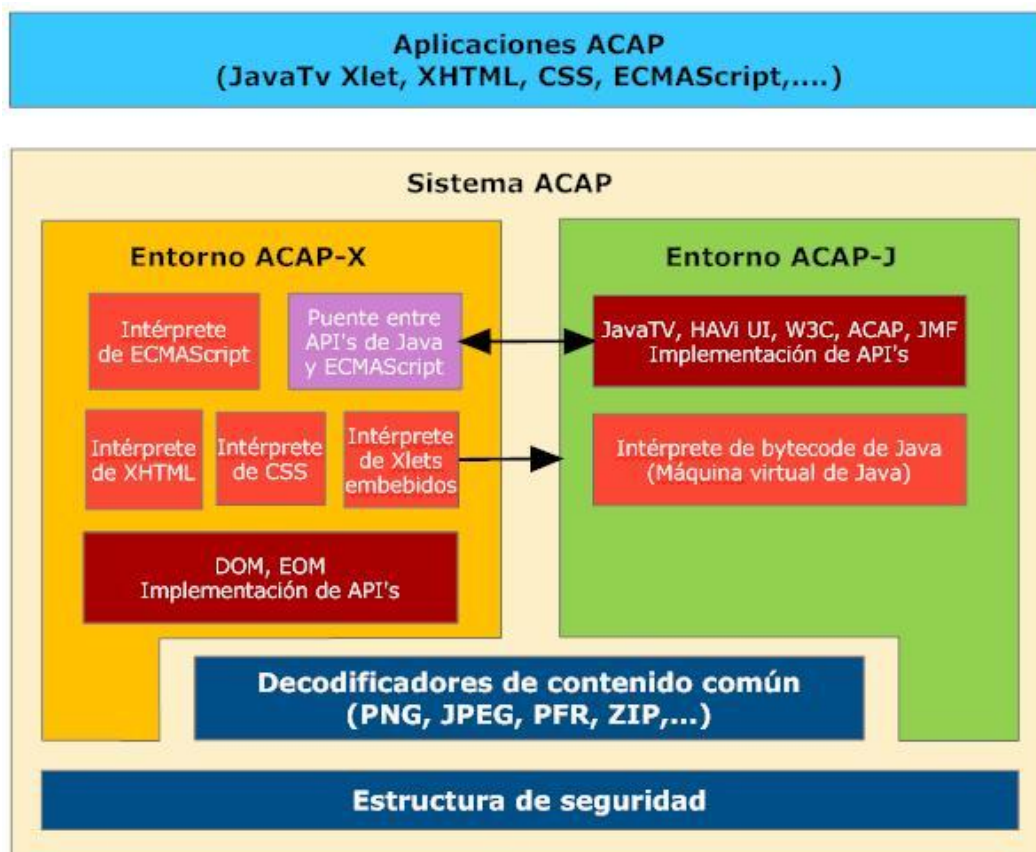


Ilustración 3-21

ACAP-J es el entorno procedural, está basado en el mismo modelo de OCAP, y por lo tanto de DVB-J. Contiene una máquina virtual de Java y un conjunto de API's de Java. La JVM es el intérprete de Java que ejecuta los bytecodes⁴² en el procesador del receptor. La ventaja de usar Java es que provee un entorno independiente del hardware para los programadores de las aplicaciones.

Las API's de Java son un grupo de rutinas (que conforman una interfaz) que provee una aplicación o una biblioteca, estas rutinas definen cómo invocar desde un programa, un servicio que prestan la biblioteca o la aplicación. En otras palabras, una API representa una interfaz de comunicación entre componentes de software, así los programadores se benefician de las ventajas de la API haciendo uso de su funcionalidad, evitándose el trabajo de programar todo desde el principio.

⁴¹ Partes 1, 2, 3, 4 y 8 del documento A/100.

⁴² Los bytecodes son la versión compilada del texto escrito en Java.

La API más interesante es JavaTV, la cual fue diseñada para su uso en receptores de TV, está construida sobre el concepto de Xlet's. El concepto de Xlet es muy similar al de los applets, al igual que estos los Xlets pueden ser controlados por una fuente externa (el administrador de aplicaciones del receptor). La mayor diferencia con los applets es la capacidad de pausar y reanudar los Xlets.

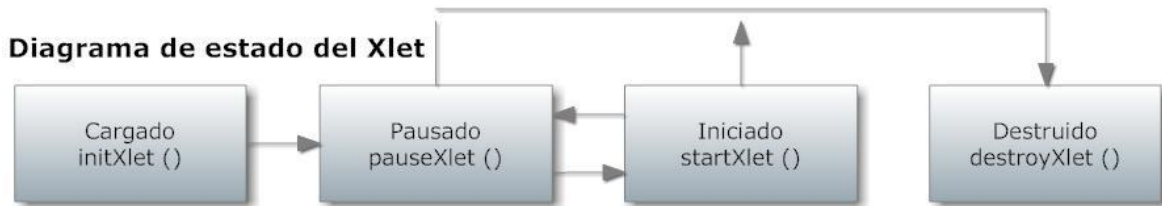


Ilustración 3–22

Una de las grandes adiciones al estándar ACAP es el soporte para un entorno declarativo. ACAP-X define un grupo de tecnologías relacionadas con HTML para el desarrollo de aplicaciones, en lugar de apoyarse en Java. Varias compañías y desarrolladores de contenido están interesados en usar un lenguaje declarativo como HTML. Ya que algunas aplicaciones, como servicios de información, son desarrolladas más fácilmente.

ACAP-X está basado principalmente en DASE y en MHP 1.1.1, y es una combinación de muchos estándares web de vanguardia (o al menos lo eran al momento de ser publicado el estándar); entre los que se encuentran algunos módulos de XHTML 1.1, CSS 2.0, DOM 2.0⁴³ y ECMAScript 3.0.

El más importante de los estándares anteriores es XHTML, el cual es una versión de HTML basada en XML; básicamente la función de XHTML es etiquetar los elementos de las páginas que se mostrarán de tal manera que se permita una correcta interpretación de la información, independientemente del dispositivo desde el que se acceda.

CSS es un mecanismo simple que describe cómo se va a mostrar un documento XML en pantalla, separando el contenido de la presentación. CSS permite a los desarrolladores web controlar el estilo y el formato de múltiples páginas al mismo tiempo.

Muchas aplicaciones necesitan algún tipo de interactividad, y JavaScript se ha convertido en el estándar a implementar en páginas web. ACAP-X usa ECMAScript, este lenguaje de scripting permite añadir a las páginas web efectos y funciones adicionales, como cambios dinámicos en aspecto y contenido, tratamiento de cadenas de texto, despliegue de otras aplicaciones, etc.

⁴³ El documento usa el término DOM para referirse al Document Object Model y Environment Object Model.

DOM o modelo en objetos para la representación de documentos es una API que permite acceder, añadir y cambiar dinámicamente el contenido de documentos XHTML mediante scripts. DOM define un puente entre ECMAScript y las API's de Java.

Las aplicaciones ACAP son un conjunto de información que es procesado por un entorno de ejecución, las aplicaciones son clasificadas en 2 categorías dependiendo de donde son inicialmente procesadas, ACAP-J o ACAP-X.

Sin embargo una aplicación no tiene que ser puramente procedural o declarativa. En particular una aplicación ACAP-J puede causar la presentación de contenido declarativo como un documento XHTML, y similarmente una aplicación ACAP-X puede hacer referencia a un Xlet embebido en una página.

Por estas razones se decidió integrar un puente entre las API's de Java y el intérprete ECMAScript, de esta manera se puede obtener el procesamiento de Java, con la facilidad de creación de contenido de XHTML. Además de este puente se agregó otro que funciona en un solo sentido, el caso del intérprete de Xlets, de esta manera se facilita aún más la tarea de incrustar estas aplicaciones en un documento XHTML.

3.3.2 MHP (*Multimedia Home Platform*)

En enero de 2000, después de un largo proceso de desarrollo, el proyecto DVB ofreció un estándar abierto para soportar la ejecución de aplicaciones en diferentes receptores, a esta especificación se le conoce como Multimedia Home Platform.

Desde que se completó la versión 1.0 de MHP se han hecho derivaciones de esta plataforma, una de estas derivaciones es Open Cable Application Platform (OCAP), producida por CableLabs para los sistemas de TV por cable de los Estados Unidos

MHP introdujo el concepto de perfiles con los cuales permitía que una amplia variedad de receptores tuvieran acceso a diferentes tipos de aplicaciones dependiendo de la capacidad de procesamiento del hardware del receptor.

El primer perfil conocido como radiodifusión mejorada se encarga de proveer aplicaciones sencillas en Java, el perfil llamado radiodifusión interactiva agrega la función de un canal de retorno con lo cual las aplicaciones pueden ser verdaderamente interactivas y el perfil conocido como acceso a internet añade el entorno declarativo opcional llamado DVB-HTML y otorga la capacidad de navegar con un explorador de internet.

MHP fue diseñado para trabajar a través de todas las tecnologías de transmisión de DVB, debido a esto y al tiempo de desarrollo que tenía se decidió usar como base para el proceso de armonización del entorno procedural de las principales iniciativas middleware. A este estándar global se le conoce con el nombre de GEM.



Al momento de escribir esto se han publicado 3 versiones diferentes de MHP a las cuales se le han agregado normas para servicios que no se habían contemplado como el caso de aplicaciones de almacenamiento (por ejemplo TiVo) y soporte para IPTV.



3.3.3 ARIB-AE y BML

En octubre de 1999 ARIB publico el documento STD-B24, el cual especifica un formato para la creación de aplicaciones para receptores de televisión: Broadcast Markup Language (BML), el cual está basado en XML.

La especificación BML es bastante ambiciosa, ya que incluye todos los módulos de XHTML 1.1, ECMAScript 3.0 y CSS 2, además de soportar algunos módulos de CSS 3.

Finalmente incluye módulos DOM y unas extensiones propias del estándar que lo convertían en el entorno declarativo más completo pero solo utilizable en receptores de hardware complejo. Esto se debe probablemente a que los consumidores japoneses tienen un alto nivel de aceptación de tecnología, que no puede ser comparado con los mercados americanos o europeos.



Ilustración 3-25

La concepción del middleware en Japón fue inversa a la de los demás estándares, ya que ARIB no publico ningún entorno procedural, solo el entorno declarativo. Para poder unirse a la especificación GEM, ARIB público el estándar STD-B23, llamado Application Execution Engine Platform for Digital Broadcasting (ARIB-AE), es una combinación de GEM y BML.

La más notable de las diferencias con los otros estándares es la ausencia de un puente que comunique a las aplicaciones de diferente entorno de ejecución, esto probablemente se debe a que en Japón prácticamente no se usa el entorno procedural debido a que los módulos implementados de ECMAScript tienen una funcionalidad equivalente al entorno de java en otros estándares.

3.3.4 Ginga

Ginga⁴⁴ es el nombre del Middleware del *Sistema Brasileiro de Televisão Digital* (SBTVD). Su desarrollo está basado en el robusto middleware declarativo BML, pero a diferencia de este se decidió añadir un entorno procedural y puentes entre aplicaciones de diferentes entornos, basándose en las recomendaciones J.200 y J.202 de la ITU.

Ginga-J es el entorno procedural basado en java y cumple con el estándar GEM lo cual le otorga compatibilidad completa en este tipo de aplicaciones. Entre sus diferencias con los demás estándares se encuentra el soporte para comunicación con otros dispositivos usando Bluetooth, Wi-Fi, Powerline y Ethernet.

Esquema de compatibilidad de Ginga

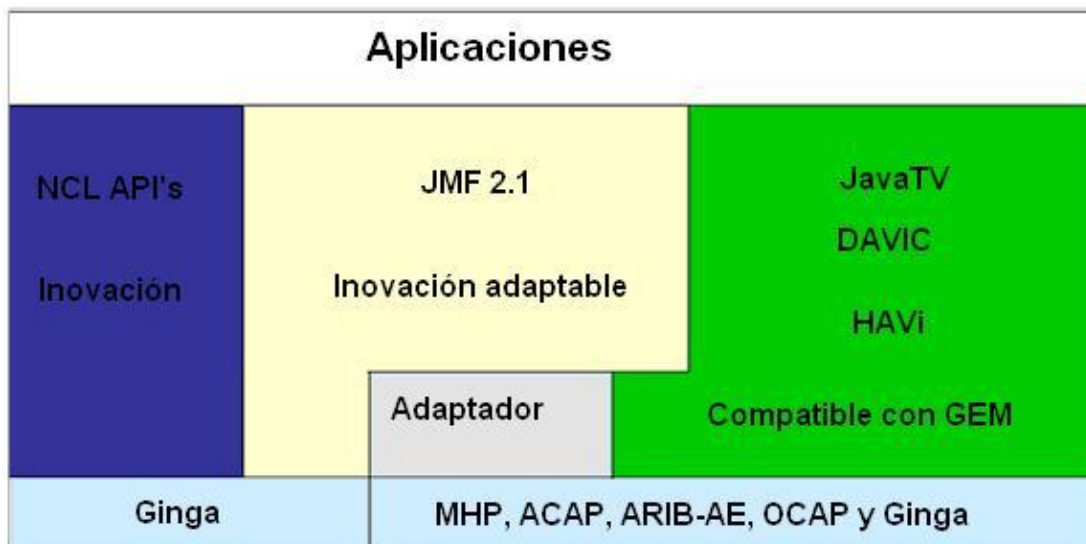


Ilustración 3–26

Ginga clasifica sus API's en 3 colores dependiendo de su compatibilidad con otros sistemas, las API's verdes son compatibles con todas las plataformas GEM, las API's Amarillas son compatibles con plataformas GEM usando un adaptador de software y las API's azules solo pueden ser ejecutadas en Ginga. Ginga-NCL es el entorno declarativo, a diferencia de otros middlewares el entorno declarativo no está basado en XHTML, en su lugar utiliza otro lenguaje basado en XML, Nested Context Language.

NCL fue diseñado para crear documentos multimedia para la web con características superiores a las alcanzadas por XHTML, esto debido a la flexibilidad del lenguaje, facilidad de reutilización, adaptabilidad en la presentación y principalmente por la facilidad para definir sincronización espacio-temporal entre grupos de medios, y cuando se necesita generación dinámica de contenido se usa LUA, el cual es un lenguaje de scripting bastante ligero que lo hace fácil de implementar en diferentes plataformas.

⁴⁴ Ginga es el movimiento fundamental de la disciplina capoeira

Otros módulos importantes son los intérpretes de XHTML, CSS y ECMAScripting, los cuales le dan cierta compatibilidad con aplicaciones hechas para ACAP-X y DVB-HTML.

3.3.5 MHEG-5

En 1997 la ISO publico el estándar MHEG. Este ofrecía un acercamiento declarativo para construir aplicaciones multimedia que pudieran ser ejecutadas en cualquier receptor que cumpliera con el estándar. La especificación original, conocida como MHEG-1 usaba notación ASN.1 para definir aplicaciones basadas en objetos. MHEG-1 no fue exitoso, parcialmente porque los conceptos fundamentales eran muy complicados y porque la industria no estaba preparada para las características ofrecidas por este estándar.

Para remediar esto se definió la parte 5 de MHEG, conocida como MHEG-5, esta es un perfil simplificado de su antecesor, aunque en la práctica es lo suficientemente diferente para que sea tratado como un estándar independiente.

MHEG-5 por sí mismo es un lenguaje de programación de marcado, similar a HTML, con capacidades limitadas, pero optimizado para la radiodifusión y el espacio de la pantalla de TV.

MHEG-5 es interesante debido a los pocos requerimientos que necesita el receptor para poder implementarlo. Debido a esto fue implementado en Reino Unido por la empresa Freeview y ha sido tan grande su aceptación en esta zona que MHP 1.1 incluye unas modificaciones para la coexistencia de estos 2 estándares. Además en China ha sido adoptado como el middleware para su plataforma DTMB.

Algunas de las deficiencias que tiene este estándar es su falta de un entorno procedural, por lo cual sus aplicaciones son simples, debido a esto se creó la parte 6 del estándar, MHEG-6, esta añade soporte para el desarrollo de aplicaciones en Java. Aunque no gozo del éxito de su antecesor.

3.3.6 MPEG-4

MPEG4 está orientado a objetos, esto significa que todos los elementos son transportados al último dispositivo de manera independiente. Esto permite que este dispositivo y su usuario puedan manipular estos objetos. Los objetos pueden cambiar de tamaño, posición, color o ser removidos siempre que la aplicación lo encuentre apropiado.

Con la adición de animaciones, El sistema MPEG-4 provee al usuario un entorno ideal para la interactividad. MPEG ha evolucionado de un conjunto de estándares de compresión de audio y video a un complejo equipo de herramientas capaces de proveer soluciones al entorno de ejecución.

El estándar MPEG-4 define una escena como una composición de diferentes objetos multimedia, incluyendo sus relaciones espaciales y temporales. MPEG-4 es un largo y complejo estándar, por lo tanto está dividido en partes y a su vez estas en un gran número de perfiles que permiten la implementación del estándar.

La parte 11 del estándar MPEG-4 conocido como “descripción de escena y motor de aplicaciones” especifica diferentes niveles de programación, como formato binario, XML, y Java. El formato binario para escenas (BIFS) define una estructura jerárquica, llamada gráfico de escena, el cual forma una presentación multimedia.

Cada nodo del gráfico es un objeto con propiedades como color, tamaño posición, y tiempo. Además el autor de la presentación puede especificar el comportamiento de los objetos con el uso de animaciones y comandos BIFS. El primero describe el comportamiento del objeto, mientras el segundo la condición del comportamiento.

El formato XMT (eXtensible MPEG-4 Textual) es un lenguaje declarativo, basado en XML, usado para la descripción de escenas y MPEG-J (MPEG-Java) es un conjunto de API's de Java que permiten la ejecución de programas embebidos en presentaciones MPEG-4.

La parte interactiva del estándar MPEG-4 es un tema de investigación popular, pero no es todavía una alternativa comercial real.

3.3.7 Middleware de propietarios

Los middleware de propietario han sido la solución que se ha utilizado por más tiempo, con las tecnologías de Open TV, Liberate, NDS, Microsoft y Canal+ siendo las líderes del mercado. Naturalmente los servicios y aplicaciones ejecutados en middlewares de propietario están sumamente atados a su plataforma y la compatibilidad entre software es nula. Debido a que satisfacen necesidades muy específicas se les conoce como productos de mercado vertical.

Esquema de diferentes middleware

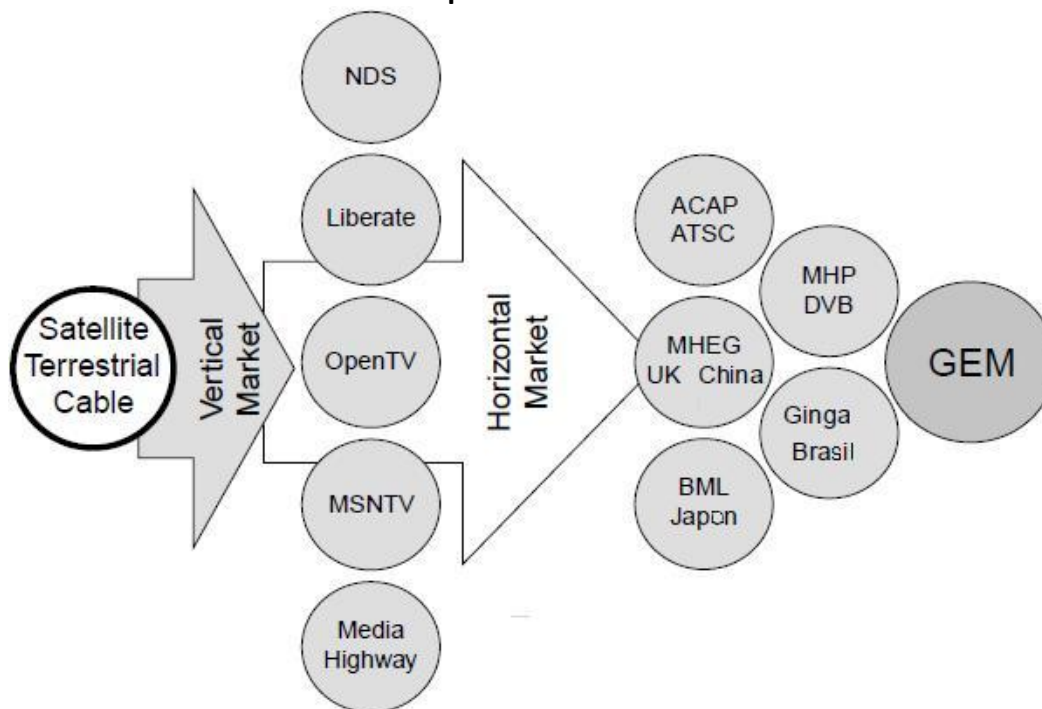


Ilustración 3-27

En este tipo de mercado, el operador controla la especificación de los receptores usados en esta red y las aplicaciones que corren en él. Esto significa que los receptores comúnmente se convierten en la mayor carga económica para el operador, ya que él tiene que comprar el receptor directamente del fabricante y rentárselo o dárselo al usuario como parte del contrato.

Como se puede ver la mayor deficiencia de este tipo de middleware es en el aspecto económico, ya que su uso acarrea una serie de gastos adicionales para los usuarios finales, para las empresas de TV y empresas desarrolladoras de aplicaciones. Además son comúnmente más molestos en cuestiones de propiedad intelectual que las alternativas abiertas.

NDS es una empresa enfocada principalmente en el desarrollo de tecnología para acceso condicional y manejo de derechos digitales, desarrollo su propia tecnología middleware hasta que absorbió a MediaHighway. El software de MediaHighway está basado fuertemente en MHP, entre sus principales diferencias está la implementación de la tecnología de NDS para el acceso condicionado y grabado de contenidos, además del uso de flash. Entre sus principales usuarios se encuentran DirecTV, Sky México, Sky Brasil y Sky Alemania.

OpenTV es una empresa norteamericana proveedora de tecnología para la iTV. Es una de las empresas más grandes en el mercado de la TV digital con participación en todos los continentes. El middleware de OpenTV es similar en apariencia a C/C++ y permite una gran eficiencia en la explotación de las características del hardware, pero debido a la complejidad del lenguaje de programación los costos de desarrollo pueden ser bastante altos. Los principales usuarios de este software son Sky Inglaterra, Sky Italia y Dish Network.

El software de propietario tendrá su lugar por un largo tiempo y es poco probable que desaparezca por completo porque algunos mercados siempre tendrán requerimientos que los estándares abiertos no pueden satisfacer, por lo tanto los middleware de propietario y los estándares abiertos coexistirán por un tiempo.

Aunque los estándares abiertos ofrecen muchos beneficios para la industria, estos también implican un número de dificultades potenciales. La mayoría de estas dificultades están relacionadas con el mismo proceso de estandarización. Es cierto que los comités pueden ser bastante largos, y complacer a todos sus miembros puede ser la tarea más difícil debido a que hay muchos intereses comerciales y políticos acechando en la etapa de desarrollo.

Con esto en mente, los estándares casi siempre están en riesgo de volverse inefectivos o anticuados debido al tiempo que tomó su creación y publicación, además también son ignorados cuando interfieren con los intereses de compañías que han instalado su tecnología propia (a menos que esa tecnología sea la base para el nuevo estándar).

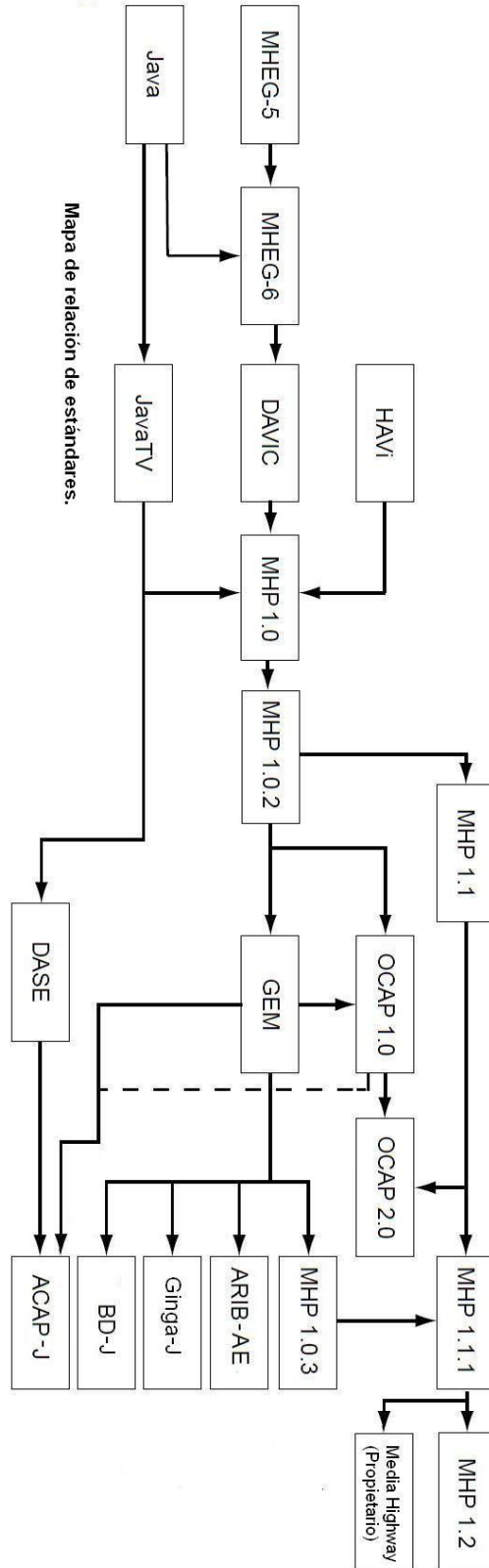


Ilustración 3-28

3.4 Canal de retorno: Consideraciones técnicas y comerciales⁴⁵

Como se ha descrito al principio de este capítulo diferentes tipos de aplicaciones necesitan conectividad de regreso mediante alguna ruta de comunicación, conocida como canal de retorno. Los canales de retorno vienen en diferentes formas, dependiendo del costo que agreguen al equipo y el tipo de red al que se conecten. Muchos de estos han sido probados, aunque no todos están en uso.

Una de las formas más antiguas de interactuar es mediante una llamada telefónica, la cual ha probado ser una forma eficiente de generar ganancias para las radiodifusoras y los operadores de las redes telefónicas. Sin embargo esto parece ser muy rudimentario tomando en cuenta la cantidad de tecnologías que se podrían implementar.

A finales de los 90s una opción popular en países como Finlandia e Inglaterra fue el agregar al receptor un modem ISDN y usar la red telefónica conmutada como medio para solicitar contenido, actualizaciones para el receptor e incluso consultar correo electrónico.

A principios del 2000 una nueva tecnología conocida como SATMODE describía un canal de retorno vía satelital de muy bajo costo que utilizaba estaciones VSAT para su implementación. No tuvo ninguna aceptación como canal de retorno pero se utilizó para brindar servicios de internet satelital bajo el nombre de ASTRA2Connect.

Los sistemas de televisión por cable han sido los que han tenido la mayor facilidad de implementación de un canal de retorno, con la mejora de su infraestructura y el desarrollo de DOCSIS el uso de un canal de retorno es más sencillo que en otros sistemas.

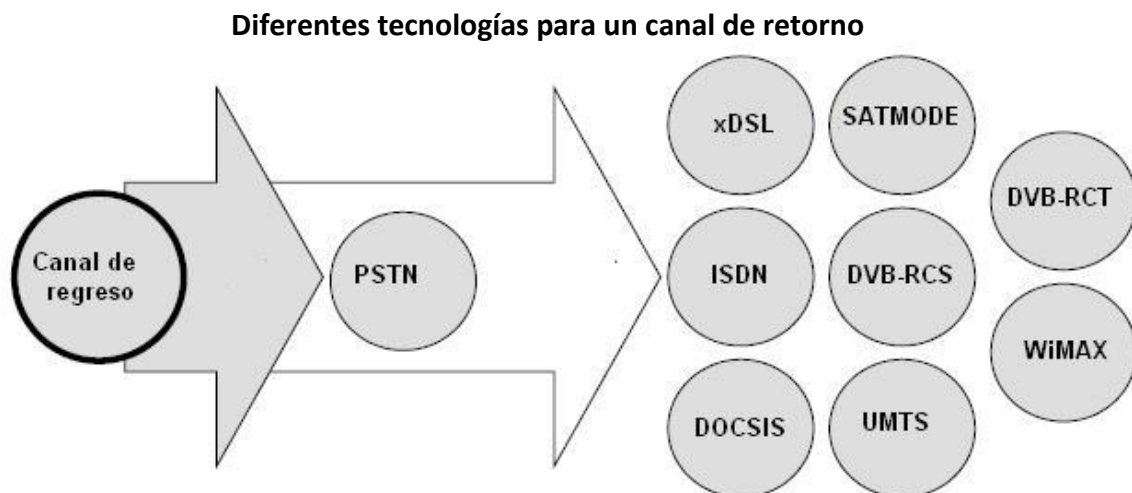


Ilustración 3–29

⁴⁵ Bibliografía de consulta [2] [3]

Con la llegada de las tecnologías xDSL, este se volvió el medio más popular como canal de retorno para sistemas de televisión terrestre y satelital, sin embargo la conexión a Internet debe de ser contratada por el usuario con otra compañía.

DVB ha publicado una serie de estándares para implementar canales de retorno sobre diferentes medios bajo el nombre de DVB-RC, los más interesantes son DVB-RCT y DVB-RCS.

En Brasil se ha hecho una propuesta para usar la tecnología WiMAX como canal de retorno en el espectro que dejaran libres los canales de TV analógica una vez que se haya completado el periodo de transición.

La tecnología cambia rápidamente y los fabricantes de equipo y operadores de redes pueden encontrar dificultades tratando de mantenerse a la vanguardia. Parcialmente debido a los costos y parcialmente por razones de estabilidad, los receptores no usan la última tecnología.

Decisiones acerca del tipo de canal de retorno no son solo técnicas, también influyen el costo del receptor y los tipos de aplicación que son posibles. Un receptor que solo tiene un modem de dial-up, no podría soportar aplicaciones de VOD sobre el canal de retorno. Para receptores con conexión de banda ancha esto puede ser más factible.

Similarmente la penetración de varias tecnologías en los mercados es un factor importante. Después de todo, vender un receptor equipado con alguna tecnología que solo puede acceder un 10 % del mercado no tiene caso, o que el precio de esta sea demasiado alto. Este tipo de decisiones comerciales son importantes y su impacto no debe de ser subestimado.

3.5 Esquema de un sistema de radiodifusión de datos⁴⁶

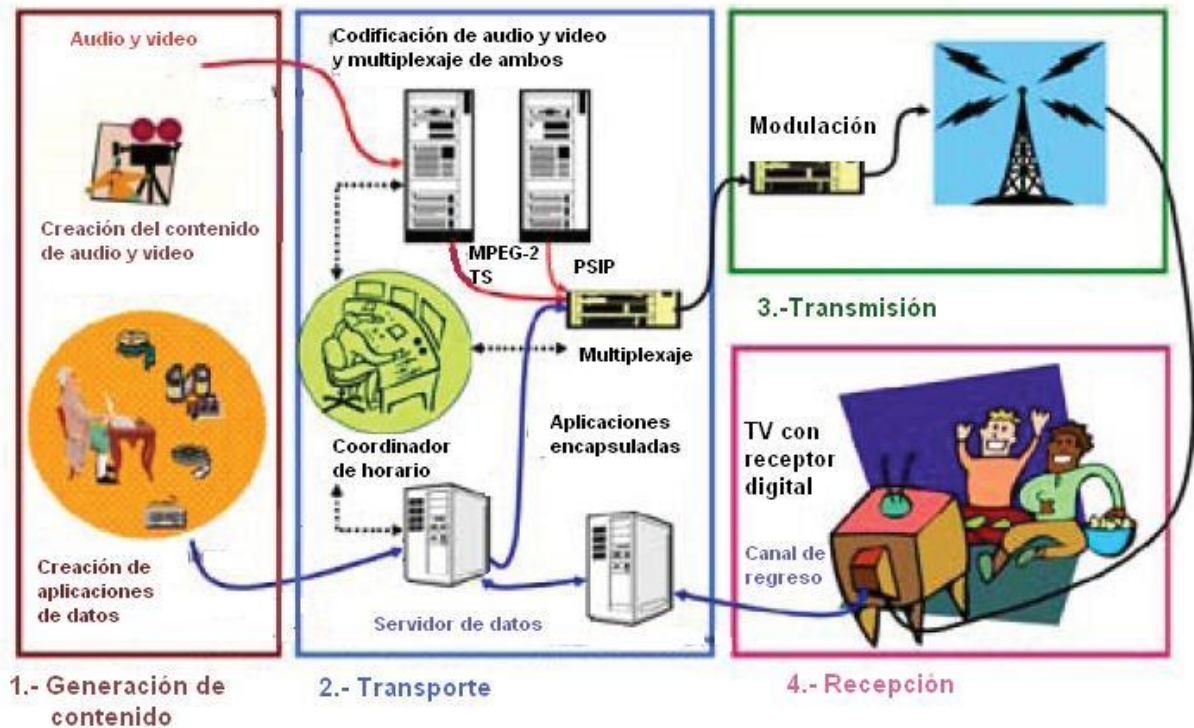


Ilustración 3-30

El modelo está compuesto por las siguientes partes:

Generación de aplicaciones de datos: El primer paso en el desarrollo de un servicio de datos de radiodifusión es el desarrollo de una aplicación basada en JAVA como lenguaje de procedimiento o en XML como lenguaje declarativo. La decisión depende del tipo de aplicación, en el caso de una aplicación como juegos o encuestas JAVA es la mejor opción, en el caso de ser una aplicación que necesita manejar grandes cantidades de datos XML es preferible.

Transporte: El rol del módulo de transmisión es el de codificar los contenidos de audio y video y el de encapsular las aplicaciones de datos.

Coordinador de horario: El rol del coordinador de horario es el de generar y coordinar un horario para los programas de audio y video, así como para los servicios de datos interactivos.

⁴⁶ Bibliografía de consulta [8]

Servidor de datos: El servidor de datos tiene 3 diferentes funciones. La primera es almacenar y administrar el código fuente de las aplicaciones, su segunda tarea es encapsular y empaquetar los datos de las aplicaciones antes de ser transmitidos a los receptores. La última tarea del servidor es el generar la “application information table” (AIT).

Servidor PSIP: El servidor **PSIP** y el servidor de la información del sistema proveen la información necesaria para asociar streams elementales de audio, video y datos con un canal virtual.

Multiplexaje: El multiplexor se encarga de multiplexar los paquetes **MPEG-2** de audio, video y datos producidos por los codificadores y los servidores de datos. La multiplexación de los paquetes es hecha de acuerdo al **bitrate** asignado para cada stream elemental.

Modulación: Finalmente, para el servicio de radiodifusión terrestre de la **ATSC**, el stream de transporte **MPEG-2** es modulado en una señal de radiofrecuencia. La modulación es hecha de acuerdo al esquema **8-VSB** especificado por la **ATSC**.

Recepción: Los receptores digitales reciben la señal **8-VSB** y decodifican la señal en un stream de transporte **MPEG-2**, el cual es demultiplexado en streams elementales individuales usando la información específica del programa. También el receptor incluye el middleware responsable de ejecutar las aplicaciones de datos interactivas en la terminal.

Canal de retorno: Puede estar presente como una parte más del sistema, y dependiendo de su capacidad puede ser usado solo como upload o también para la entrega de servicios en demanda. También puede ser un sistema independiente como una red celular, el sistema telefónico o alguna red social, en cuyo caso se limitan las capacidades del sistema.

Medición de audiencia

La televisión interactiva esta poco a poco volviéndose una realidad conforme los estándares y la tecnología se colocan en el lugar adecuado. El siguiente paso importante es que el mercado se interese en este servicio y que las tarifas de los servicios sean accesibles.

Esto tomará tiempo para consolidarse, ya que además requiere una nueva estrategia de negocios para las estaciones difusoras, con nuevos canales de venta y una nueva experiencia de mercado.

Actualmente en México solo 2 empresas ofrecen estos servicios que son Cablevision de Televisa y Total Play de Grupo Salinas, ambos servicios están restringidos a ciertas zonas del D.F. que cuentan con infraestructura de fibra óptica.

Una vez que los sistemas interactivos estén desplegados se podrá dar solución a una cuestión de suma importancia (al menos para la industria y los anunciantes), la medición de la audiencia de los programas. Esta podrá ser realizada en tiempo real y de manera exacta monitoreando el comportamiento de cada usuario.

Mientras se llega a una etapa en la que la mayoría de la población tiene acceso a una televisión complemente digital se necesita hacer uso de métodos rústicos para medir la audiencia.

Actualmente existen empresas especializadas que utilizan métodos estadísticos y dispositivos para tomar cierto número de muestras y así poder dar una idea de lo que sucede con la audiencia.

4.1 Rating

Este tipo de información en la actualidad es de gran valor económico ya que determina que programas son del agrado de los televidentes y aún más importante cual es el valor del tiempo en televisión.

En México y en la mayoría del mundo la televisión y la publicidad son industrias co-dependientes. Las cadenas de televisión obtienen casi todas sus ganancias de la venta de tiempo para comerciales.

La publicidad en televisión está basada en un modelo de negocios establecido en los 20's por las estaciones de radio. Las cadenas llenan la mayoría del tiempo al aire con programas del interés de la audiencia, y permite a los anunciantes el comprar tiempo al aire dentro o adyacente a los programas, con el propósito de alcanzar a la audiencia del programa.

Si un programa es especialmente popular, entonces este tiempo vendido a los anunciantes es considerado más valioso y por lo tanto vendido a un precio mayor. Para poder asegurar una valuación justa se volvió necesario el medir la cantidad y las características de la audiencia que escuchaba y que ahora ve cada programa.

La falta de un sistema para medir con precisión los hábitos de cada televidente ha provocado que los anunciantes hayan dependido de muestreos estadísticos como una medición razonable de la audiencia.

La adquisición de datos siempre ha sido el mayor obstáculo, en un principio la forma de obtener estos datos era mediante llamadas telefónicas aleatorias, otra forma popular era el preguntar directamente en las calles.

Conforme la televisión evolucionó, también lo hicieron los sistemas para recolectar datos. Otro sistema consistía en contratar varios miles de hogares para registrar sus hábitos televisivos en bitácoras.

El último de los sistemas se implementó en los 90's, su nombre es "The people meter" (**TPM**), un dispositivo electrónico conectado a la televisión que detecta que programa está siendo visto y luego reporta los resultados a una base de datos central. La detección se logra mediante la lectura de información incrustada en el VBI de los sistemas de televisión analógica, en el caso de los sistemas digitales cada programa es sellado mediante una inserción de códigos en el audio del programa.

La inserción de códigos en el video y en el audio se realiza en las instalaciones de las televisoras mediante encoders dedicados a esta tarea. Estos encoders insertan códigos de video en el VBI de las líneas 20,21,22. Los códigos de audio son insertados a una medida constante sujeta a la presencia de audio. Este método de marcado del audio incrusta los códigos en la región activa del audio usando una tecnología de enmascaramiento perceptual.

La selección de hogares para la medición con el TPM es crítica, ya que cada muestra de un hogar teóricamente representa los patrones de observación de 10,000 hogares. En 2005 5,100 hogares muestra representaban cerca de 100 millones de televidentes en los Estados Unidos.

El índice de televisión Nielsen es la métrica para contabilizar a las audiencias de las cadenas de radiodifusión. En México Nielsen trabaja bajo el nombre de una de sus subsidiarias, IBOPE México y es la única empresa de este tipo en México.

Todos los datos electrónicos son recolectados diariamente, procesados durante la noche, y son puestos a disposición de los clientes de IBOPE a la mañana siguiente. A pesar de las imperfecciones inevitables, los datos de Nielsen son los únicos, así que son usados para tomar decisiones con valores estimados en millones de pesos.

La información recolectada generalmente es dividida en 4 grandes secciones enlistando cada canal, cada programa, cada slot de tiempo y cada grupo demográfico dentro del mercado.

Una sección se dedica a hacer una descripción del mercado y las consideraciones que se tomaron para el tratamiento de las muestras; indicando el número total de televisiones, porcentaje de casas con cable, etc.

La segunda sección se llama promedio de programas, esta detalla el desempeño individual de cada programa. La tercera sección, periodo de tiempo, enlista la audiencia en slots de 30 minutos.

La cuarta sección descompone la audiencia por grupos demográficos y marca los programas que funcionan mejor para cada grupo hombres 18-49, niños 6-11, adolescentes, etc.

Esta cantidad masiva de información no es fácil de interpretar y se necesita de cierto entrenamiento para poder extraer información acertada. Para simplificar las lecturas de la información se proveen 2 tipos básicos de medición: rating del programa y share del programa.

4.1.1 Share de audiencia

El share de un programa es el porcentaje de hogares cuyo televisor sintonizó ese programa, el porcentaje es del total de TV's prendidas mientras el programa estaba al aire.

Para calcular el share de audiencia uno debe de conocer el numero total de TV's prendidas o el nivel de HUT (households using television). Durante el horario estelar, por ejemplo, el nivel de HUT ronda el 50%. Si consideramos la población de México como 110 millones de habitantes, un nivel de 50% equivaldría a 55 millones de televidentes.

Si el nivel de HUT es 50% un jueves a las 20:00 hrs y un programa en ese horario alcanza el 20% de share, entonces se puede decir que 11 millones de personas vieron ese programa.

Durante la misma semana un programa alcanzo 25% de share con un nivel de HUT de 20%, por lo tanto tuvieron una audiencia de 5.5 millones de hogares. Como se puede notar cada punto de share tiene un peso diferente dependiendo del horario del programa.

4.1.2 Rating de audiencia

El rating de un programa es el porcentaje del total de hogares de la muestra que sintonizo el programa. A diferencia del share de audiencia, que compara la preferencia de un programa con otros en el mismo slot de tiempo, el rating de audiencia compara todos los programas en una manera más o menos equilibrada.

Un programa que alcanza 10 puntos de rating equivale al 10% de los 110 millones de hogares con televisor, que serían 11 millones de hogares.

Conclusiones

La tecnología avanza muy rápidamente y la TV cambia constantemente, el año pasado toda la industria estaba emocionada con el despegue de la TV en 3D, sin embargo la falta de contenidos, los precios poco accesibles y limitantes naturales del sistema como el uso obligatorio de lentes y la poca tolerancia a largos periodos de uso han dejado esta tecnología en “stand by” a la espera de que pueda resurgir una vez que se logren corregir estos problemas.

De manera paralela hace un año comenzó la introducción de televisores que permitían una conexión a internet y algunas aplicaciones enfocadas a ese aspecto, a estas características se les conoce como smartTV. Se hizo común que los programas de televisión tuvieran cuentas en redes sociales como Facebook y Twitter como una forma de retroalimentación con sus audiencias e incluso forman parte de dinámicas dentro de los mismos programas, de tal manera que los usuarios ahora pueden contribuir con contenido desde un simple comentario hasta un video.

A este tipo de comportamiento se le podría llamar iTV ya que cumple con el cometido de tener una comunicación bidireccional entre las televisoras y los usuarios, sin embargo el canal de retorno se hace a través de otro dispositivo, ya sea un celular, una computadora, etc.

En estos momentos ya es común encontrar televisiones que cuentan con algún navegador de internet que más o menos permiten la visualización de páginas ya que el contenido realmente está diseñado para ser desplegado en otros dispositivos. También pueden contar con aplicaciones específicas para algún servicio en particular (widgets) como Twitter, Facebook, Netflix, etc.

Todo esto es el preámbulo de la iTV pero todavía falta integrar todo esto en una sola plataforma que no necesite de otros dispositivos y que logre que las aplicaciones de cada marca sean compatibles entre diferentes televisores, como en el caso de las aplicaciones que hay para teléfonos celulares.

En este texto de investigación se han descrito diversos temas relacionados con la televisión interactiva, este servicio ha logrado cierta penetración en algunos mercados, principalmente Europa y Asia, y en otros recientemente comienza la oferta de este servicio.

En el caso específico de México las 2 únicas ofertas son en TV de paga. Cablevision, que muy probablemente usa OCAP como middleware y Totalplay que usa un middleware de propietario llamado NetgemTV permiten servicios de iTV como material en demanda, compras por TV, búsqueda personalizada de programas y juegos.

A través de este trabajo se ha mostrado como es que funciona el sistema ATSC y se ha descrito detalladamente su sistema de encapsulamiento y multiplexaje los cuales le otorgan una gran flexibilidad para adecuar diferentes protocolos para la radiodifusión de datos. De esta manera se hace posible la implementación de funciones interactivas en un sistema de radiodifusión terrestre, y mediante su middleware se le puede otorgar compatibilidad a aplicaciones muy variadas pasando desde simples gráficos con información adicional hasta video en demanda.

En la actualidad unos cuantos deciden que van a ver la mayoría, las televisoras programan y disponen del contenido que inundara millones de casas en el país. Así funciona la televisión 1.0 unos pocos emisores y millones de receptores pasivos, pero como será esto en el futuro.

Partiendo de la idea de que la conexión a internet estará presente en más hogares y de que los anchos de banda aumentaran lo suficiente para permitir un buen funcionamiento de las aplicaciones interactivas, se espera que se consoliden y se conviertan en algo común.

Poder contribuir a la programación con algún material o un simple comentario de manera inmediata, poder realizar la compra de algún producto o servicio, tener una oferta infinita de contenidos, estamos en el umbral de lo que será la televisión 2.0.

Glosario

A/52.- *Digital Audio Compression Standard (AC-3)*, estándar de compresión de audio digital de la ATSC que describe la aplicación de un algoritmo de codificación a una o hasta 5.1 fuentes de audio, las cuales serán transformadas de una representación PCM a un *bitstream* que tendrá un *bitrate* de 32 [kbps] o hasta 640 [kbps]. El 0.1 se refiere a un canal de audio que será utilizado solo para frecuencias bajas. El algoritmo también es conocido con el nombre de Dolby Digital

A/53.- *ATSC Digital Television Standard*, publicado en Diciembre de 1995 por la ATSC, es un estándar de televisión digital que describe un sistema diseñado para transmitir video y audio de alta calidad, con información auxiliar dentro de un solo canal de 6 [MHz].

A/65.- *Program and System Information Protocol*, publicado en 2006 es el protocolo que lleva los metadatos de cada canal en el transport stream de MPEG-2. Su principal función es el de publicar los datos para la presentación correcta de los eventos en los receptores.

ACAP.- *Advanced Common Application Plataform*, plataforma diseñada para el despliegue de servicios interactivos en los receptores de los usuarios. Se divide en dos entornos procedural y declarativo, el entorno procedural cumple con la especificación GEM. Actualmente se encuentra desplegado en Estados Unidos y Corea del Sur.

ARIB.- *Association of Radio Industries and Businesses*, formada en 1995 es una organización de estandarización en Japón, encargada de hacer investigación y desarrollo en el área de la radiodifusión, está conformada por compañías de telecomunicaciones, fabricantes de equipo, desarrolladores de software y compañías radiodifusoras.

ATSC.- *Advanced Television Systems Committee*, es una organización internacional no lucrativa desarrolladora de estándares para la televisión digital. Fundada en 1982 por el *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)*, la *National Association of Broadcasters (NAB)*, entre otros. Los miembros de la ATSC representan a las industrias de radiodifusión, fabricantes de equipo profesional y de consumo, cine, cómputo, de distribución por cable y satélite y semiconductores.

Bitrate.- Tasa de transmisión de datos. Define el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales.

Bitstream.- Flujo de bits continuo en el cual pueden ser transportados varios elementos, en el sistema de transporte MPEG-2 se definen 2 tipos de bitstream, el bitstream elemental y el stream de transporte.

Closed Captioning.- Subtítulos ocultos, es un sistema de subtítulos para programas de televisión y video, se produce en la misma lengua del audio. Su principal objetivo es transmitir los diálogos y los efectos de sonido a personas con alguna discapacidad auditiva.

DASE. - *ATSC DTV Application Software Environment*, primera plataforma desarrollada por ATSC para el despliegue de funciones interactivas, con la armonización de GEM fue sustituida por ACAP.

DVB.- *Digital Video Broadcasting Project*: Fundado en 1993 es un consorcio de cerca de 250 radiodifusores, fabricantes, operadores de redes, desarrolladores de software, entidades regulatorias y otros en más de 35 países, comprometidos a diseñar estándares técnicos libres para la entrega global de televisión digital y servicios de datos.

DTV.- Televisión Digital, es una tecnología avanzada de difusión que ha transformado la experiencia de ver televisión. Permite a las emisoras de televisión ofrecer una mejor calidad de imagen y sonido. También ofrece múltiples opciones de programación, llamado multicasting y capacidades interactivas.

DSL.- *Digital Subscriber Line*, consiste en una transmisión de datos digital apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la Central Telefónica.

E-VSB.- *Enhanced-Vestigial Sideband* Banda Lateral Residual Mejorada, Tipo de modulación utilizado para la transmisión de televisión digital. Está destinado a mejorar la recepción, donde las señales son más débiles, incluyendo las zonas de recepción limitada, y en dispositivos portátiles tales como televisores de mano o teléfonos móviles.

FEC.- *Forward Error Correction*, es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original. Se basa en la adición de información redundante con relaciones típicas de 2/3, 3/4, 5/6, y 7/8.

HDTV.- High-Definition Television, es un estándar de la TV. Tiene una resolución de aproximadamente dos veces la televisión convencional en ambas dimensiones horizontal (H) y vertical (V) y una relación de aspecto de 16:9. Las 2 resoluciones aceptadas como contenido de alta definición con 1280x720 y 1920x1080. Comúnmente se suele asociar el término HDTV con DTV aunque también existan sistemas HDTV analógicos.

ITV.- Interactive Television, televisión con aplicaciones capaces de involucrar al espectador en acciones diferentes a la de sintonizar el canal, para ser verdaderamente interactiva necesita un canal de retorno.

Metadato.- Datos que transmiten información sobre otros datos, los metadatos conforman las tablas y secciones de PSIP.

Middleware.- Es un software que se encarga de la conectividad de un conjunto de aplicaciones con diferentes plataformas. Un ejemplo sería el Java Runtime Environment que se encarga de comunicar las aplicaciones en java con diferentes sistemas operativos.

MPEG.- *Moving Picture Experts Group*, es un grupo de trabajo encargado de desarrollar estándares de codificación de audio y vídeo.

MPEG-2.- Se refiere al estándar ISO/IEC 13818-#, este estándar está formada por 10 partes que describen métodos de compresión con pérdidas de audio y vídeo, así como su sistema de transporte y extensiones para su manejo. La parte 2 del estándar es comúnmente llamada códec MPEG-2.

NTSC.- *National Television Systems Committee*, es la Comisión Nacional de Sistemas de Televisión. Con el mismo nombre del comité se conoce al estándar que desarrollo para las transmisiones de televisión analógica, el estándar actualmente es usado en México.

OCAP.- *Open Cable Application Platform*, diseñado por CableLabs es un middleware en capas diseñado para electrónica de consumo que se conecta a un sistema de televisión por cable. Está basado en MHP y actualmente se conoce con el nombre de tru2way.

ORB.- Es una pieza de middleware que permite a los programadores llamar elementos de una computadora a otra vía red.

PAL.- *Phase Alternating Line*, es el nombre con el que se designa al sistema de transmisión de señales de televisión analógica europeo. Se utiliza en la mayoría de los países africanos, asiáticos y europeos, además de Australia y algunos países americanos.

Payload.- Es la carga útil de una transmisión de datos, los metadatos no forman parte de la carga útil.

PSIP. - *Program and System Information Protocol*: Definido en el estándar **ATSC A/65**, es una pequeña colección de tablas diseñadas para operar dentro de todo tipo de **TS** de difusión terrestre de televisión digital. Su propósito es describir la información en el sistema y los niveles de eventos para todos los canales virtuales llevados dentro de un **TS** en particular con el fin de realizar su presentación adecuada.

Relación portadora a ruido (C/N).- Relación de la potencia de una portadora digital respecto a la potencia de ruido en el ancho de banda que ocupa. Se expresa en dB.

RF (Radiofrecuencia).- Es la oscilación en el rango de 3 [kHz] a 300 [GHz], la cual corresponde a la frecuencia de señales eléctricas normalmente usadas para producir o detectar ondas de radio.

SDTV.- *Standard-Definition Television*, televisión estándar es un término utilizado para referirse a señales digitales de una resolución parecida a la de los sistemas analógicos NTSC, PAL y SECAM.

Stream.- “Flujo”, el término es utilizado en varias formas usualmente refiriéndose a una secuencia de elementos de datos.

Streaming.- Término es utilizado para referirse a un método de entrega de datos sin interrupción, de esta forma el usuario puede acceder a la información en cualquier momento.

TS.- *Transport Stream*, stream de transporte especificado en la parte 1 del estándar MPEG-2 su propósito es la transmisión de audio, video y datos a través de sistemas de radiodifusión.

VSb.- *Vestigial Sideband*, tipo de modulación de televisión analógica que se encarga de suprimir parcialmente la banda lateral inferior generada por la modulación por amplitud. Se conserva una parte de la banda debido a que la señal de video tiene una gran cantidad de frecuencias bajas. Se compensa la falta de algunas frecuencias con filtros de RF e IF.

XLET.- Un Xlet es muy similar a un applet de java y es diseñado para soportar aplicaciones para la DTV como parte de la especificación JavaTV, a diferencia de un applet el xlet puede ser pausado y reanudado.

8-VSB. Modulación de banda lateral vestigial con 8 niveles de amplitud discretos.

16-VSB. Modulación de banda lateral vestigial con 16 niveles de amplitud discretos.

Bibliografía

- [1] E.A. Williams, G.A. Jones, D.H. Layer, T.G. Osenkowsky
“NAB Engineering Handbook”
Focal Press, décima edición, pp. 205-217
2007
- [2] W. Fischer
“Digital Video and Audio Technology”
Springer, tercera edición, pp. 637-642
2008
- [3] S. Morris, A. Smith-Chaigneau
“Interactive TV Standards”
Focal Press, primera edición, pp. 1-15, 41-44, 61-64, 89-92, 376-381, 433-436, 488-493
2005
- [4] E.M. Schwalb
“TV Handbook”
Prentice Hall, primera edición, pp.
Julio 2003
- [5] M. S. Richer, G.Reitmeier, T. Gurley, G.A. Jones, J. Whitaker, R. Rast.
“The ATSC Digital Television System”
Proceedings of the IEEE, vol. 94, no. 1, pp. 37-43,
Enero 2006.
- [6] E.P.J. Tozer
“Broadcast Engineer’s Reference Book”
Focal Press, primera edición, pp. 351-355,365-368,375-384
2004
- [7] B.J. Lechner, R. Chernock, M.K. Eyer, A. Goldberg, M.S. Goldman
“The ATSC Transport Layer, Including Program and System Information Protocol
(PSIP)”
Proceedings of the IEEE, vol. 94, no. 1, pp. 77-101,
Enero 2006.
- [8] R. J. Crinon, D. Bhat, D. Catapano, G. Thomas, J. T. Van Loo, G. Bang
“Data Broadcasting and Interactive Television”
Proceedings of the IEEE, vol. 94, no. 1, pp. 102-118,
Enero 2006.

- [9] R.J. Crinon
“The DSM-CC Object Carousel for Broadcast Data Services”
Digest of technical papers, no. 16, pp. 246-247,
Junio 1997
- [10] G. Lekakos, K. Chorianopoulos, G. Doukidis
“Interactive Digital Television”
IGI Publishing, primera edición, pp. VII-XIV, 91-96
2008
- [11] Pablo César
“A Graphics Software Architecture for High-End Interactive TV Terminals”
Helsinki University of Technology
Publications in Telecommunications Software and Multimedia, pp. 36-47
2005
- [12] Luiz F. Gomes Soares, Marcio Ferreira Moreno, Carlos de Salles Soares Neto,
Marcelo Ferreira Moreno
“Ginga-NCL: Declarative middleware for multimedia IPTV services”
IEEE Communications Magazine, vol. 48, no. 6, pp. 74-81
Junio 2010
- [13] http://www.cofetel.gob.mx/wb/Cofetel_2008/acuerdo_por_el_que_se_adopta_el_estandar_tecnologi
- [14] http://www.cofetel.gob.mx/es/Cofetel_2008/Decreto_para_la_transicion_a_la_Television_Digital_Terrestre
- [15] http://www.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/reports/dtvreprt.pdf
- [16] <http://spectrum.ieee.org/consumer-electronics/standards/does-china-have-the-best-digital-television-standard-on-the-planet/1>
- [17] <http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/dttfuture/statement/statement.pdf>
- [18] <http://www.ofa.gov.hk/zh/standards/hktaspec/hkta1108.pdf>
- [19] <http://new.blog.mhp.org/>
- [20] <http://www.mhp.org/applications.htm>

- [21] <http://sbtvd.cpqd.com.br/?obj=noticia&mtd=detalhe&q=14627#>

Estándares de consulta

- [22] http://www.atsc.org/cms/standards/a_52b.pdf (audio AC-3)
- [23] http://www.atsc.org/cms/standards/a53/a_53-Part-1-2009.pdf (sistema ATSC)
- [24] http://www.atsc.org/cms/standards/a_65-2009.pdf (PSIP)
- [25] http://www.atsc.org/cms/standards/a_90-with-att.pdf DSM-CC
- [26] http://www.atsc.org/cms/standards/a100/a_100.zip (DASE)
- [27] http://www.atsc.org/cms/standards/a_101a.pdf (ACAP)
- [28] http://pda.etsi.org/exchangefolder/en_300744v010601p.pdf (DVB-T)
- [29] http://pda.etsi.org/exchangefolder/ts_102727v010101p.pdf (MHP)
- [30] http://pda.etsi.org/exchangefolder/ts_102819v010401p.pdf (GEM)
- [31] http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/6-STD-B31v1_6-E2.pdf (ARIB STD-B31)
- [32] http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/6-STD-B24v5_2-1p3-E1.pdf (ARIB BML)
- [33] http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/6-STD-B23v1_1-E1.pdf (ARIB-AE)
- [34] http://www.dtv.org.br/download/es-es/ABNTNBR15601_2007Esp_2008.pdf (SBTVD)
- [35] http://www.dtv.org.br/download/es-es/ABNTNBR15606-1_2010Esp_2010.pdf (Ginga)

