

Capítulo 2

Multimedia Home Platform (MHP)

*Encuentro la televisión muy educativa.
Cada vez que alguien la enciende,
me retiro a otra habitación y leo un libro.*

Groucho Marx

RESUMEN: La televisión digital consiste en la transmisión de audio, vídeo y datos mediante señales discretas (digitales), en contraposición a las señales analógicas. Del mismo modo que para la TV analógica se definieron distintos estándares a nivel mundial (PAL, NTSC, ...), para la TV digital también existen varios estándares bien diferenciados. En Europa se ha adoptado el estándar DVB (*Digital Video Broadcasting*), fruto del Proyecto DVB del que forman parte más de 35 países.

Asimismo, para el desarrollo de aplicaciones interactivas también se han especificado diversos estándares. El estándar MHP (*Multimedia Home Platform*), nacido dentro del Proyecto DVB, es quizás el más extendido a nivel mundial.

En este capítulo se introducen una serie de ideas generales sobre ambos estándares, de manera que el lector pueda comprender el contexto para el cual se ha desarrollado la aplicación interactiva objeto del Proyecto.

2.1. El Proyecto DVB

Dado que el estándar MHP (*Multimedia Home Platform*) se encuentra definido dentro del marco del Proyecto DVB, resulta necesario realizar una revisión de las características de este último. Esta sección trata de cumplir con dicho propósito.

2.1.1. Introducción

Hacia finales de 1991, los organismos de radiodifusión, fabricantes de equipos y órganos reguladores de Europa se reunieron para discutir la formación de un grupo que supervisara la introducción de la televisión digital. Ese grupo pasó a ser conocido como el Grupo Europeo de Lanzamiento (ELG) y decidió crear un marco basado en el consenso o acuerdo de todas las partes interesadas en las tecnologías adecuadas que serían utilizadas. Todos los participantes del ELG firmaron en 1993 un Memorándum de Entendimiento, naciendo así el Proyecto *Digital Video Broadcasting* (DVB).

Actualmente, el Proyecto DVB es un consorcio constituido por alrededor de 250 instituciones, empresas y organismos reguladores de más de 35 países, cuyo objetivo es el de diseñar estándares abiertos para la difusión de servicios de televisión y datos en todo el mundo. Los servicios basados en los estándares DVB se han extendido a todos los continentes, alcanzando un total de más de 500 millones de receptores DVB desplegados [1].

2.1.2. Estructura del grupo DVB

El éxito del Proyecto DVB se basa en una serie de principios fundamentales, siendo uno de ellos la organización estructural del grupo DVB. Existen varios módulos, cada uno de los cuales cumple con una determinada función. En la figura 2.1 se muestra un organigrama en el que se representan las relaciones de dichos módulos.

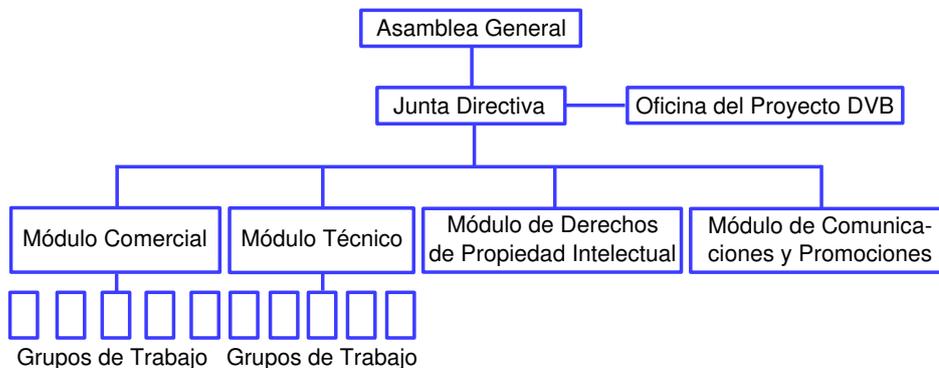


Figura 2.1: Organigrama del grupo DVB [1]

Así, el Módulo Comercial se encarga de determinar las especificaciones que demanda el mercado, elaborando un conjunto de exigencias comerciales para cada una de ellas, sin considerar cómo podrían llevarse a cabo dichas exigencias. Por su parte, el Módulo Técnico tiene la tarea de elaborar unas especificaciones técnicas que cumplan con estas necesidades. Ambos grupos están divididos a su vez en una serie de subgrupos, cada uno de los cuales se encarga de un área de trabajo en particular.

Una vez un borrador de especificaciones técnicas ha sido revisado por el Módulo Comercial, se envía a la Junta Directiva del Proyecto DVB, la cual debe dar su aprobación antes de que las especificaciones puedan ser enviadas a un organismo de estandarización formal, normalmente el ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*).

Hay una serie de controles en vigor para garantizar que la labor del Proyecto DVB siga estando orientada hacia el mercado y que sus normas sean aplicables. En el Memorándum de Entendimiento firmado por todos los miembros se incluye un artículo dedicado a los derechos de propiedad intelectual, un aspecto que es supervisado por el Módulo de Derechos de Propiedad Intelectual. Todos los miembros del Proyecto DVB están de acuerdo en ofrecer su tecnología a todos los fabricantes en condiciones justas, razonables y no discriminatorias.

Con el fin de garantizar que la información acerca de la labor del Proyecto DVB esté disponible para todas las partes interesadas de forma clara y transparente, el Módulo de Comunicaciones y Promociones trabaja en estrecha cooperación con la Oficina del Proyecto DVB, con base en la Unión Europea de Radiodifusión de Ginebra (Suiza).

2.1.3. Principales estándares DVB

Durante las primeras fases, el grupo de DVB trabajó en la definición de estándares que hicieran posible la distribución de la televisión digital a través de las redes de difusión “tradicionales”. Así fueron surgiendo distintos estándares en función de las características del sistema de radiodifusión. Los estándares más utilizados en la actualidad son DVB-S y DVB-C, que contemplan las transmisiones de señales de televisión digital mediante redes de distribución por satélite y por cable, respectivamente. La transmisión de televisión digital a través de redes de distribución terrestres utilizando los canales UHF convencionales se contempla en el estándar DVB-T, que actualmente está implantado en la mayor parte de los países europeos.

Además de estos, fueron surgiendo una amplia variedad de estándares adicionales que iban cubriendo distintas necesidades, tales como transmisión de datos (DVB-SI), subtítulos (DVB-SUB), interfaces (por ejemplo, DVB-ASI), etc.

Al ser la televisión interactiva una de las principales ventajas de la TV digital, se impulsó la definición de varios estándares para el canal de retorno y de MHP (*Multimedia Home Platform*), la especificación de middleware de DVB.

El grupo DVB también desarrolló otros estándares que permiten la recepción de señales de televisión digital en dispositivos móviles, conocidos como DVB-H y DVB-SH, contemplando este último la posibilidad de un enlace descendente híbrido satélite/terrestre.

Recientemente, DVB también se lanzó hacia nuevas áreas, como la definición de un sistema de protección de contenidos y gestión de copias (DVB-CPCM) o la contribución a la estandarización de IPTV. En 2009 también se completaron algunos estándares de segunda generación, como DVB-T2 (terrestre) y DVB-C2 (cable), que se unieron al ya anteriormente publicado DVB-S2 (satélite).

Actualmente, los esfuerzos del Proyecto DVB se centran en sistemas de televi-

sión 3D, IPTV y un estándar de nueva generación para dispositivos móviles.

2.1.3.1. DVB-T

En DVB, todos los procedimientos de codificación de las fuentes de vídeo y audio están basados en los estándares definidos por MPEG (*Moving Picture Experts Group*). No obstante, los estándares MPEG sólo cubren los aspectos y metodologías utilizados en la compresión de las señales de audio y vídeo y los procedimientos de multiplexión y sincronización de estas señales en flujos de transporte (TS) o de programa (PS). Los estándares DVB especifican adicionalmente aspectos sobre la estructura de la trama de datos, la codificación de canal y la modulación.

En este apartado se exponen algunas de las características técnicas más importantes de DVB-T. Se ha elegido el estándar para televisión terrestre debido a que la configuración de los equipos del Laboratorio en el que se ha desarrollado la aplicación interactiva objeto del Proyecto cumple con dicho estándar.

La primera versión de la norma DVB-T se publicó en marzo de 1997, y en los más de diez años transcurridos desde entonces se ha convertido en el estándar más usado en este tipo de sistemas en el mundo, con más de 150 millones de receptores desplegados en más de 35 países. Es un sistema flexible que permite a las redes ser diseñadas para la entrega de una amplia gama de servicios, desde la TV de alta definición a SDTV (*Standard Definition Television*) multicanal, fijo, portátil, móvil, e incluso recepción en dispositivos portátiles (especialmente cuando se utiliza en conjunción con DVB-H). En septiembre de 2009 la ETSI publicó de manera formal el estándar DVB-T2, aunque en España únicamente se han realizado emisiones de prueba utilizando dicho estándar.

Los requisitos comerciales de DVB-T requerían, entre otros, que el sistema pudiera funcionar correctamente bajo unas condiciones de ruido más duras que para el caso de DVB-C, además de presentar inmunidad frente a las interferencias multitrayecto.

El vídeo, audio y datos se comprimen adecuadamente y los flujos resultantes se multiplexan en flujos de programa MPEG (PS). A continuación, uno o más flujos de programa se unen en un único flujo de transporte MPEG (TS). Este es el flujo de datos básico que será transmitido y recibido por los decodificadores de TDT. Cada flujo básico dentro del TS se identifica por medio de un PID (*Packet Identifier*), el cual consta de 13 bits. De esta manera, el decodificador puede distinguir entre los datos correspondientes a cada uno de los PS iniciales.

El flujo de transporte se identifica como una secuencia de paquetes de datos, cada uno de ellos de 188 bytes.

DVB-T, como casi todos los modernos sistemas de transmisión terrestre, utiliza la modulación OFDM (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*). Este tipo de modulación, que hace uso de un gran número de sub-portadoras, ofrece una sólida señal que tiene la capacidad para hacer frente a unas condiciones del canal muy agresivas. DVB-T tiene características que hacen que sea un sistema muy flexible [1]:

- 3 opciones de modulación (QPSK, 16QAM o 64QAM).
- 5 diferentes tasas de protección contra errores FEC (*Forward Error Correction*).
- 4 opciones de intervalo de guarda.
- Opción de 2048 (modo 2k) u 8192 (modo 8k) portadoras.
- Puede operar en anchos de banda de 6, 7 u 8 MHz (con vídeo a 50 ó 60 Hz).

El uso de la modulación OFDM con el “intervalo de guarda” permite a DVB-T proporcionar una herramienta valiosa para los operadores en forma de una “red de frecuencia única”, o *Single Frequency Network*. Una SFN es una red donde un determinado número de transmisores trabaja en la misma radiofrecuencia (RF). Una SFN puede cubrir todo un país, como España, o utilizarse para mejorar la cobertura de interior. De esta manera, y a diferencia de la televisión analógica, en todo el territorio nacional podría hacerse uso de la misma banda de frecuencia para un mismo canal.

Un último aspecto técnico de DVB-T que merece la pena mencionar es su capacidad de modulación jerárquica. Utilizando esta técnica, dos flujos de datos completamente independientes son modulados en una sola señal. Un flujo de alta prioridad (HP) está embebido dentro de uno de baja prioridad (LP). Así, por ejemplo, el flujo de alta prioridad podría contener datos correspondientes a SDTV, mientras que el flujo de baja prioridad podría contener datos de imágenes de alta definición. Generalmente, el flujo de alta prioridad es mucho más robusto que el de baja prioridad, por lo que los receptores a los que llegue un buen nivel de señal podrían acceder a los datos de alta definición, mientras que los receptores más lejanos aún podrían seguir decodificando imágenes en SDTV.

Las redes DVB-T pueden diseñarse para ofrecer gran variedad de servicios: SDTV, radio, servicios interactivos, televisión de alta definición y, utilizando encapsulamiento multiprotocolo, incluso transmisión de datos sobre IP.

2.1.4. DVB y otros estándares de televisión digital

Puede afirmarse de forma objetiva que el Proyecto DVB ha sido un éxito. De los más de 500 millones de receptores DVB distribuidos por el mundo, al menos 100 millones son receptores DVB-S y al menos 150 millones son receptores terrestres (DVB-T).

Los estándares DVB-S/S2 forman la base de la TV digital por satélite en prácticamente todo el mundo. Por su parte, DVB-C es el sistema de televisión digital por cable más extendido. DVB-T ha crecido en los últimos años y actualmente se emplea en Europa y en partes de Asia, Oceanía, África y América Latina, aunque muchos otros países están planificando adoptarlo. Las economías de escala generadas por tal vasto desarrollo ha hecho posible que los precios al consumidor de los equipos receptores sean asequibles. En el mapa de la figura 2.2 se muestran los estándares para Televisión Digital Terrestre adoptados en el mundo.

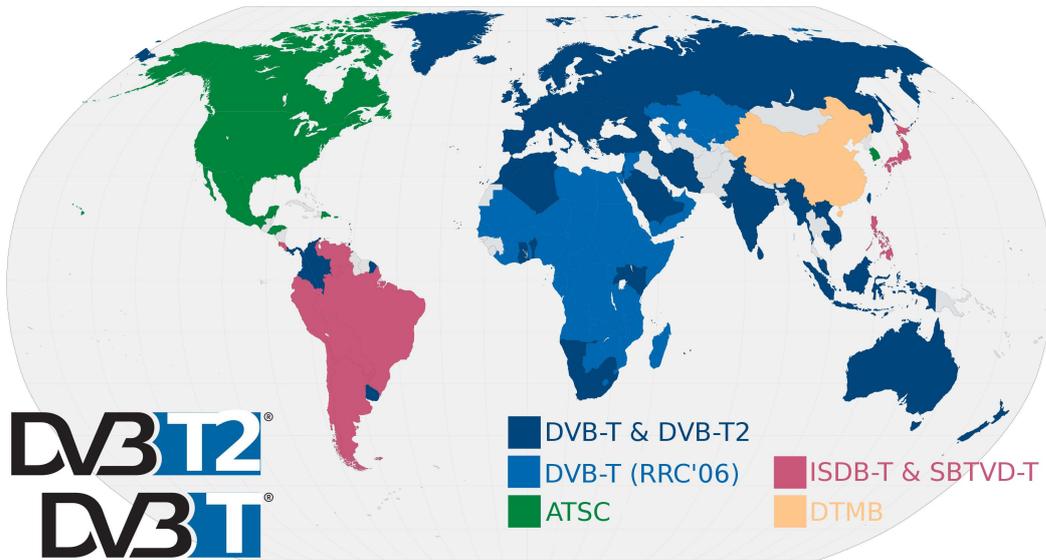


Figura 2.2: Estándares de Televisión Digital Terrestre en el mundo [1]

ATSC (*Advanced Television System Committee*) es el estándar de televisión digital terrestre empleado en Estados Unidos, México, Canadá, Corea del Sur y algunos países de América Central.

En Japón se hace uso de ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial*), mientras que en la mayor parte de América del Sur se emplea el sistema SBTVD (*Sistema Brasileiro de Televisão Digital*), también llamado ISDB-T Internacional.

Por su parte, China (incluyendo Hong Kong y Macao) ha adoptado el estándar conocido como DTMB (*Digital Terrestrial Multimedia Broadcast*) para terminales fijos y móviles, cuyo principal inconveniente es el hecho de no definir los estándares de codificación de vídeo por defecto.

2.2. El estándar MHP

2.2.1. Introducción

Hoy en día, a diferencia de sistemas ya existentes como el teletexto, la televisión digital ha permitido que los avances en el ámbito de las aplicaciones interactivas sean mucho más rápidos debido a que estas están basadas en software.

Ello es posible gracias a los *Set-Top-Boxes* (STBs), los decodificadores de televisión que se encargan de recibir la señal digital y decodificarla para poder mostrarla a través de los televisores analógicos. Este aparato es el que permite que los usuarios puedan acceder a los contenidos que ofrece la trama de datos de la televisión digital.

La interactividad requiere que los STBs se puedan programar y actualizar di-

námicamente. Para ello existen diferentes soluciones en el mercado, entre ellas la definición de una capa de software intermediario sobre el cual se ejecutan las aplicaciones transmitidas junto con las señales audiovisuales. Esta capa es más conocida con el nombre de “middleware”. Existen diferentes softwares, que se pueden clasificar en función de si son de propiedad privada o pública.

MHP, o *Multimedia Home Platform*, es el nombre común de un conjunto de especificaciones para el middleware desarrolladas por el Proyecto DVB. La utilización de un estándar abierto para el middleware de la TV interactiva implica que los fabricantes de receptores pueden enfocarse en varios mercados en lugar de desarrollar productos siguiendo las especificaciones de una sola estación transmisora. Del mismo modo, las aplicaciones basadas en MHP pueden ser desarrolladas por múltiples proveedores de servicios, permitiendo la creación de un mercado horizontal en esa área.

En 2004 se creó una extensión con la capacidad de PVR (*Personal Video Recorder*) interactivo, que puede combinarse con cualquiera de las versiones de MHP. En febrero de 2008 se aprobó una extensión de Acceso Condicional, facilitando el desarrollo de servicios de pago complejos [2].

El núcleo de MHP ha sido adoptado de forma compatible por sistemas no pertenecientes al Proyecto DVB (por ejemplo, ATSC, ARIB, la Asociación *Blu-ray Disc*, . . .) a través del desarrollo de GEM (*Globally Executable MHP*). Actualmente, GEM es una especificación primaria de DVB que incluye las características más relevantes de MHP.

2.2.2. Qué es MHP

En cuanto al funcionamiento de MHP, en su forma más simple puede describirse como un conjunto de instrucciones que le dicen al sistema operativo de un receptor de TV digital cómo encargarse de una aplicación interactiva que haya recibido. MHP también define la forma en la que las aplicaciones son entregadas al receptor, incluyendo la información del servicio (SI) que señala la presencia de aplicaciones interactivas en el flujo de transporte.

MHP tiene un núcleo basado en una máquina virtual de Java. A diferencia de otros estándares de TV interactiva como MHEG, en MHP cada uno de los motores es simplemente otra aplicación MHP. Por tanto, si aparecen nuevos requerimientos, actualizar y desarrollar una aplicación MHP es mucho más simple y barato que redefinir y actualizar otros estándares.

La definición de MHP es independiente del fabricante de hardware, del emisor y del equipo que implementa la especificación. Es decir, diferentes redes con diferentes fabricantes de STBs y de implementaciones podrán ejecutar las mismas aplicaciones MHP.

A la hora de ejecutar las aplicaciones en el STB hay que tener en cuenta el entorno en el que se está trabajando. No es un PC, es decir, además de poca memoria y capacidad de procesamiento, se tiene un entorno gráfico limitado y adecuado a la televisión (por ejemplo, no hay tarjetas gráficas aceleradoras), puede no haber una conexión Ethernet y no hay disco duro de gran capacidad. También se

hace necesario gestionar elementos nuevos como sintonizadores de señal, sistemas de acceso condicional, decodificadores MPEG y el canal de retorno. Para gestionar este canal es necesario disponer de una conexión a Internet. La interfaz de usuario es el mando a distancia (no un ratón y un teclado), y hay que tener en cuenta que las aplicaciones deben adaptarse a cualquier tipo de formato de pantalla (16:9, 4:3, alta definición, . . .) [14].

Por otro lado, históricamente la televisión se ha considerado un sistema robusto que nunca falla y, por tanto, las aplicaciones que se ejecuten en ella deben cumplir ese mismo requisito. La comunicación con el usuario ha de ser sencilla ya que puede ir destinada a cualquier tipo de público. El consumo de recursos de las aplicaciones debe ser reducido y estas no pueden tardar en ejecutarse.

Por último, ha de tenerse en cuenta que varias aplicaciones pueden estar ejecutándose al mismo tiempo y por ello pueden verse obligadas a compartir recursos. En general, los recursos son los dispositivos hardware cuya capacidad de servicio se limita a pocos clientes simultáneamente. A este tipo de recursos se les denomina recursos caros y pueden ser, por ejemplo: módems, la pantalla, decodificadores MPEG, el canal de retorno, etc. De la gestión de recursos caros se encarga un API de notificación de uso de recursos definido en MHP, que puede indicar a una aplicación que otra necesita acceso al recurso, o bien que se le ha retirado el acceso al mismo.

2.2.3. Aplicaciones interactivas y MPEG/DVB

Las aplicaciones interactivas se transmiten a los receptores, al igual que los contenidos audiovisuales, a través del canal de radiodifusión. Para multiplexar toda esta información en un único TS, se definen una serie de tablas conocidas como PSI (*Program Specific Information*), que permiten la configuración automática del receptor para demultiplexar y decodificar los diferentes flujos de programas dentro del múltiplex. La PSI está compuesta por cuatro tablas: la PAT (*Program Association Table*), la PMT (*Program Map Table*), la CAT (*Conditional Access Table*) y la NIT (*Network Information Table*). Las tres primeras están definidas en el propio estándar MPEG-2 [3].

Existe un gran número de tablas adicionales, definidas en el estándar DVB, cada una de ellas con una serie de funcionalidades asociadas. Las tablas principales de la emisión MPEG/DVB tienen reservados unos PID concretos, de manera que los STBs puedan localizarlas sin dificultad.

En la PMT se indica, para cada servicio que ofrezca aplicaciones, los PID de los flujos elementales (ES) que contienen la AIT (*Application Information Table*). Además, en la PMT también se indican todos los ES que pueden contener código o datos. La AIT contiene toda la información necesaria respecto a las aplicaciones ofertadas en un servicio, incluyendo todo lo necesario para ejecutarlas: parámetros, nombres de clases, localización de ficheros, etc. Así, por ejemplo, en la AIT se especifica, entre otros muchos aspectos:

- El nombre de la aplicación, su versión y su prioridad.

- El tipo de aplicación: Se informa sobre si la aplicación está escrita en Java-MHP (por lo que recibiría el nombre de aplicación DVB-J) o en HTML (aplicación DVB-HTML).
- El arranque de la aplicación: Se especifica si la aplicación debe ejecutarse automáticamente, o si simplemente está en emisión pero es el usuario quien debe ejecutarla, o incluso se puede cambiar el valor para que las aplicaciones que haya en ejecución se destruyan.

Evidentemente, cada aplicación tiene una AIT asociada, cuyo PID puede encontrarse en la PMT.

2.2.4. Perfiles y versiones de MHP

Han sido publicadas tres versiones de MHP, cada una de las cuales añade nuevas características de utilidad a las anteriores. En todas ellas se soporta un perfil “únicamente de difusión”, aunque las más modernas permiten también la gestión de un canal de retorno a través de una conexión a Internet.

En MHP se define un esquema de perfiles, de manera que una determinada versión siempre estará enmarcada dentro de un determinado perfil. Cada perfil indica una serie de funcionalidades mínimas exigibles al receptor (es decir, al STB), además de una serie de funcionalidades opcionales.

Existen tres perfiles:

- **Enhanced Broadcast:** Es el más bajo de los tres. No requiere soporte de canal de retorno, por lo que la información únicamente fluiría en el sentido descendente (hacia el STB). La interactividad está restringida entre el usuario y el decodificador. Ejemplos de aplicaciones que encajan en este perfil son servicios de información, guías electrónicas de programa (EPG), ...
- **Interactive Broadcast:** Debe soportar todo lo que se exige al perfil anterior, y además ha de ofrecer interactividad a través de un canal de retorno. Por tanto, se posibilita así una comunicación bidireccional con el proveedor de servicios interactivos. Como ejemplos de aplicaciones enmarcadas en este perfil, se tiene: vídeo bajo demanda, comercio electrónico, tele-voto, concursos interactivos, ...
- **Internet Access:** Debe soportar todo lo que se exige a los dos perfiles anteriores, y además ha de proporcionar interfaces de acceso a Internet, tales como navegadores web, clientes de correo electrónico, etc.

Existen diferentes versiones de cada perfil (*Enhanced Broadcast 1*, *Enhanced Broadcast 2*, etc.), en función del número de APIs disponibles.

Los dos primeros perfiles están definidos en MHP 1.0. El tercero de ellos no aparece hasta la versión 1.1. Cabe destacar también que DVB-HTML sólo aparece en los perfiles *Interactive Broadcast* e *Internet Access* a partir de la versión 1.1, y además con carácter opcional. En la figura 2.3 se detalla qué aspectos se incluyen en cada versión de MHP.

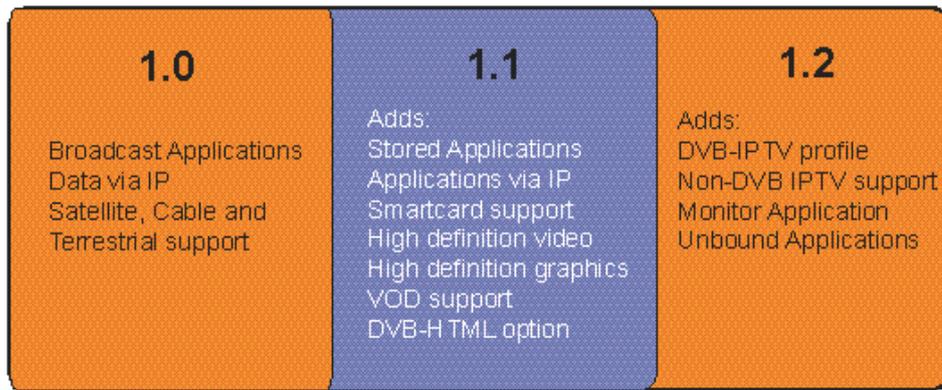


Figura 2.3: Versiones de MHP [2]

2.2.5. Ciclo de vida de las Xlet

En las aplicaciones de tipo DVB-J, hay una serie de consideraciones respecto al ciclo de vida normal de las aplicaciones Java que deben ser tenidas en cuenta. En el modelo Java convencional, se asume que sólo habrá una aplicación ejecutándose en la máquina virtual (VM), y que cuando la aplicación se detenga, así lo hará la máquina virtual.

El ciclo de vida de una applet de Java para las páginas web es más apropiado: si la página contiene dos applets, ambas pueden ejecutarse en la misma JVM sin interferir la una con la otra. Cuando una de ellas termine, se puede eliminar de la VM sin afectar a ninguna otra que esté aún en ejecución.

Sin embargo, para las aplicaciones MHP, se generalizó este concepto con el fin de hacerlo más adecuado para los equipos de consumo, ya que muchas de las funcionalidades de las applets están ligadas al entorno web. El resultado es lo que se conoce como Xlet. Al igual que las applets, la Xlets permiten a una fuente externa (en este caso, el STB) que controle el ciclo de vida de la aplicación, y proporciona a la misma una forma de comunicarse con el entorno.

Obviamente, hay toda una serie de diferencias entre una applet y una Xlet. La principal es que la ejecución de una Xlet puede ser pausada y reanudada. La razón es simple: en un entorno como el de un receptor MHP puede haber varias aplicaciones ejecutándose simultáneamente; sin embargo, debido a restricciones de hardware sólo una de ellas puede ser visible al usuario. El resto, por tanto, necesitan ser pausadas para liberar los recursos que estuvieran utilizando.

Una Xlet es mucho más simple que una applet. Además, debido a la importancia de la robustez en los sistemas de televisión digital, las Xlets tienen impuestas muchas más restricciones de seguridad que las applets.

Una Xlet puede encontrarse en uno de los siguientes estados:

- **No cargada:** Cuando el STB recibe por primera vez información sobre una aplicación (a través de su correspondiente AIT), dicha aplicación está en este estado. Un tiempo después, el gestor de aplicaciones del STB puede cargar el

fichero que contiene la clase principal de la Xlet y crear una instancia de la Xlet. En ese momento, la Xlet pasaría al estado *cargada*.

- **Cargada:** Cuando el usuario decide iniciar una Xlet (o cuando la AIT indica que la Xlet debería iniciarse automáticamente), el gestor de aplicaciones del STB inicia la aplicación y carga los ficheros necesarios (por ejemplo, imágenes) para su ejecución. Cuando la inicialización se complete, la Xlet pasaría al estado *pausada*.
- **Pausada:** El gestor de aplicaciones puede mover una Xlet del estado *pausada* al estado *empezada* y viceversa. Esto puede ocurrir varias veces durante la ejecución de una Xlet. En el estado *pausada*, una aplicación debe liberar al máximo sus accesos a recursos para que otras aplicaciones puedan hacer uso de ellos. De no actuar así, el gestor de aplicaciones puede decidir destruir la Xlet.
- **Empezada:** En este estado la aplicación se muestra por pantalla y el usuario puede interactuar con ella.
- **Destruída:** Cuando el usuario decide destruir una Xlet, o cuando el operador de red notifica que la aplicación debe destruirse, el gestor de aplicaciones moverá la Xlet al estado *destruido* y liberará los recursos. Una vez en este estado, esta instancia de la Xlet no puede iniciarse de nuevo.

En el esquema de la figura 2.4 se muestra gráficamente el ciclo de vida de las Xlets descrito anteriormente.

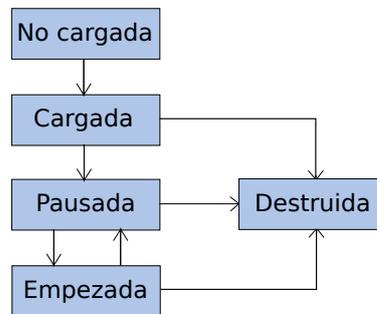


Figura 2.4: *Ciclo de vida de las Xlets*

Una Xlet también puede estar en el estado *No válida*, cuando no puede ejecutarse en el servicio (canal) actual pero el objeto Xlet todavía no ha sido liberado por el recolector de basura.

En conclusión, una Xlet no es una aplicación Java convencional. Puede haber más de una ejecutándose al mismo tiempo, lo que quiere decir que las Xlets no deberían ejecutar ninguna acción que afectara al estado global de la JVM. De hecho, la mayoría de estas funciones están deshabilitadas en las especificaciones de MHP.

2.2.6. La situación de MHP

Los primeros trabajos realizados de MHP estaban enfocados sobre difusión por satélite (DVB-S, satélite *SkyLife* para la difusión en Corea) y terrestre (DVB-T, canal *MTV3 Oy* en Finlandia). Desde entonces, el incremento de la banda ancha entre los consumidores ha significado que muchas de las implementaciones recientes de MHP se hayan realizado en redes híbridas de difusión/banda ancha, empleando la red de banda ancha para información complementaria, otras aplicaciones y, recientemente, vídeo.

Otros mercados clave para MHP incluyen Italia (DVB-T), Austria (DVB-T/DVB-C), España (DVB-T), Bélgica (DVB-C), Polonia (DVB-S2/DVB-C), Noruega (DVB-T), Arabia Saudí (DVB-S), Suiza (DVB-C), Alemania (DVB-S) y Taiwán (DVB-T).

La capacidad de ofrecer PVR, VOD (*Video On Demand*) o vídeo a través de Internet es muy potente y puede conducir a nuevos modelos de negocio y cooperación entre los operadores de red y las redes de difusión.

En abril de 2010, aproximadamente 14,5 millones de receptores compatibles con MHP han sido desplegados en redes que utilizan las tecnologías DVB-S, DVB-T, DVB-C, DVB-S2 e IPTV. Además, los precios de los receptores MHP han bajado significativamente en los últimos años [2].

2.2.7. *Globally Executable MHP* (GEM)

DVB-GEM es una especificación abierta de middleware propuesta en el seno del Proyecto DVB que permite el desarrollo de aplicaciones interactivas sobre redes de difusión y de banda ancha además de para discos Blu-ray. Está basado en Java y ofrece un entorno de ejecución de aplicaciones independiente de la plataforma, lo que puede ser utilizado para crear contenidos interactivos para diferentes dispositivos y mercados.

La plataforma está construida en Java Micro Edition (JavaME) con APIs adicionales, que ofrecen funcionalidades específicas para la TV. GEM no está limitado por la señalización específica de la red de difusión, sino que define una abstracción de conceptos comunes para varios sistemas de TV e incluso para contenidos basados en discos (Blu-ray).

Este núcleo común consiste en un conjunto de APIs disponibles en todos los terminales GEM. Se ha extendido con otras APIs para mercados específicos, lo que se conoce como perfiles. GEM ha sido adoptado por otras organizaciones incluyendo *CableLabs*, ATSC, ARIB y la Asociación *Blu-ray Disc*.

GEM es el estándar para middleware recomendado por la ITU-T para la televisión interactiva, lo cual implica el apoyo de los tres mercados principales de TV digital: Estados Unidos, Japón y Europa. Se llegó a un acuerdo para disponer de una colección de software de ejecución unificado basado en MHP, lo que en la práctica convierte a MHP en un API estándar mundial para la televisión digital interactiva.

GEM actualmente define tres diferentes “objetivos” de distintos escenarios: un

“objetivo de difusión” para TV de difusión terrestre, por cable o por satélite, un “objetivo IPTV” para STBs basados en IPTV, y un “objetivo de almacenamiento” para servicios basados en discos. Todos ellos comparten un modelo común de aplicaciones y un conjunto de clases. Para cada objetivo y perfil, una especificación de GEM define lo siguiente, distinguiendo entre partes opcionales y obligatorias:

- Formato del contenido (audio, vídeo, imágenes).
- Protocolos de transporte (IP, difusión).
- Un modelo de aplicación.
- Un mecanismo de señalización de aplicaciones.
- Una plataforma de aplicaciones basada en Java.

