

# Set-Top-Boxes Digitales (Enero 2011)

Iván López Espejo

Documento que describe el funcionamiento básico de los STBs digitales.

## I. INTRODUCCIÓN

UN STB digital es un equipo electrónico que se encarga de recibir una señal digital, en alguno de los estándares (cable, satélite, terrestre, IPTV), y de comprobar que se tenga permiso para ver esta señal. Posteriormente la demodula y la envía al televisor. También permite aprovechar todo el conjunto de ventajas que ofrece la nueva televisión digital. Algunas de estas ventajas son el acceso condicional, la televisión interactiva o la televisión en alta definición.

## II. ARQUITECTURA BÁSICA

Un STB puede ser considerado como una colección de pequeños módulos o bloques funcionales, donde cada módulo ejecuta una función bien definida. Un módulo puede estar compuesto exclusivamente de hardware o de software, o bien, una combinación de ambos. La siguiente figura recoge un diagrama de bloques que proporciona una visión global sobre los componentes básicos de un STB.

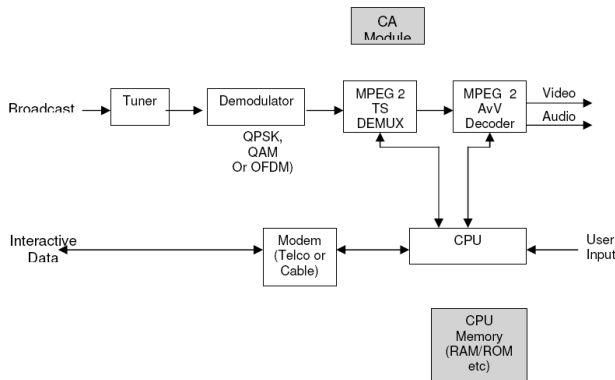


Fig. 1. Arquitectura genérica de un STB.

Describamos someramente la estructura presentada. Primeramente, el STB selecciona la señal broadcast de TV sintonizando uno de los varios canales de entrada. La señal elegida en el canal de radiofrecuencia pasa a demodularse. En este punto, debemos de tener presente el tipo de flujo de televisión que estemos recibiendo según el modo de transmisión ya que, por ejemplo, si este STB está destinado a recibir señal de televisión por satélite a través del standard DVB-S, la etapa habrá de implementar demodulación QPSK. Sin embargo, si dicho STB se encargase de recibir flujo de televisión por cable (según DVB-C, por ejemplo) o terrestre (según DVB-T, por ejemplo), la etapa habría de implementar entonces demodulación QAM u OFDM, respectivamente. El resultado a la salida de esta etapa es el flujo de transporte

MPEG-2 conteniendo audio, vídeo y otra información referida al programa de TV seleccionado ó MPEG-4 en el caso de la televisión de alta definición.

Generalmente, los STBs también contienen alguna forma de módem que les permite enviar y recibir datos interactivos. En STBs para la recepción de flujo de TV satelital y terrestre son utilizados los módems convencionales mientras que los STBs para la recepción de TV por cable utilizan un cablemódem (donde cablemódem es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable). En este último caso, normalmente los STBs utilizan cablemódem DOCSIS o DAVIC. Estas siglas representan estándares donde, por ejemplo DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), se encarga de resolver problemas de privacidad (mediante el cifrado de datos y otros mecanismos) a causa de la gran cantidad de herramientas de hacking disponibles para cablemódems. Pues bien, los tipo DOCSIS hacen uso de demodulación QAM para el flujo de datos descendente y modulación QPSK para el de datos ascendente. Los tipo DAVIC también comparten el mismo tipo de modulación para el flujo de datos ascendente, así como demodulación QPSK para el descendente.

En general, la información de TV digital contenida en el flujo de transporte MPEG-2 puede estar encriptada en el caso de que el servicio ofrecido sea de pago. El demultiplexor MPEG selecciona y descrypta el audio y vídeo comprimidos del programa particular que el abonado desea ver, utilizando claves de descryptación proporcionadas por el CAS (Conditional Access Subsystem). El decodificador MPEG descomprime la información de audio y vídeo para el programa seleccionado. La CPU controla la operación al completo y realiza la función de manipulación de datos específicos. Generalmente, esta CPU hace uso de un sistema operativo de tiempo real en lo más alto de la capa de abstracción hardware para el control de los recursos y procesos del STB.

A continuación vamos a tratar el módulo CA. Cada vez que un flujo de transporte MPEG-2 lleva servicios encriptados, el flujo de transporte también lleva dos mensajes llamados EMM (Entertainment Management Message) y ECM (Entitlement Control Message). El EMM contiene una lista con los servicios de TV de pago que el abonado tiene derecho a ver, así como hasta qué fecha tiene derecho a recibirlos. Por otro lado, el ECM contiene un elemento denominado palabra de control (CW), el cual es usado para decodificar la imagen en el STB y hacerla inteligible. Ambos mensajes son llevados encriptados en el flujo de transporte. Mientras que DVB ha estandarizado el algoritmo de codificación (conocido como DVBCSA), los algoritmos usados para la encriptación de

ECM y EMM no están estandarizados por razones obvias. El módulo CA en el STB contiene el algoritmo para la descryptación de los mensajes ECM y EMM.

Si, anteriormente, hubiéramos querido un STB interoperativo entre distintos tipos de flujo de TV según el medio de transmisión (satelital, por cable o terrestre), hubiéramos tenido que, de algún modo, haber incluido sintonizadores y demoduladores intercambiables en función de dicho flujo. Algo similar ocurriría para la consecución de la interoperatividad del STB entre distintas redes que usen distintos sistemas CA (siendo estos sistemas los encargados de la encryptación de los mensajes ECM y EMM). En otras palabras, necesitamos módulos CA intercambiables en nuestro STB según el sistema CA utilizado en una red particular. La solución a este problema viene dada por el standard DVBCI.

### III. MODELO DE CAPAS SOFTWARE

En este punto prestaremos nuestra atención a las diferentes capas software existentes en un STB. El sistema operativo es la pieza más importante, encargándose este de gestionar los recursos del dispositivo. En particular, el SO es el encargado de comunicarse con el hardware del STB, así como de gestionar sus funciones, como pueden ser la calendarización de procesos en tiempo real, la gestión de los limitados recursos de memoria, etc.

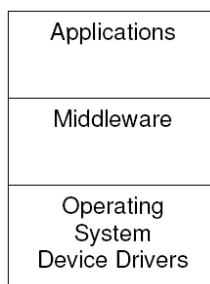


Fig. 2. Modelo de capas software de un STB.

El SO está organizado en capas, donde cada capa agrega una nueva funcionalidad. En el corazón de cualquier SO de un STB se encuentra la capa del *kernel*, la cual es almacenada en la memoria ROM. Una vez el STB se enciende, el *kernel* se carga en memoria virtual hasta que el dispositivo vuelve a ser apagado. Típicamente, el *kernel* es el responsable de la gestión de los recursos de memoria, de las aplicaciones de tiempo real y de la transmisión de datos a alta velocidad. También soporta multihebra y multitarea, lo cual permite al STB ejecutar diferentes secciones de un programa y diferentes programas de forma simultánea.

Además del *kernel*, el STB precisa de un *cargador* para permitir al operador de TV actualizar aplicaciones residentes o descargar parches para el SO. Por aplicación residente entendemos un programa destinado a la memoria del STB.

El STB también requiere de *drivers* para el control de diversos dispositivos hardware. Cada componente hardware dentro del STB precisa de un controlador. El *driver* es un programa que traduce órdenes procedentes del espectador de

TV a un formato que es reconocido por el dispositivo hardware.

Finalmente, el SO necesita incorporar un set de APIs, el cual es usado por los programadores para la definición de aplicaciones de alto nivel. Una API es básicamente un conjunto de bloques funcionales usado por los desarrolladores de software para escribir programas que son específicos de un entorno de SO de STB.

Hasta la fecha, no existe un standard de SO para STB. Algunas de las soluciones disponibles son Power TV OS, Vx Works pSO System, Microware's DAVID OS-9 o Microsoft Windows CE.

La capa central de la arquitectura presentada en la anterior figura es una capa de conexión que actúa de puente de comunicaciones entre el SO y las aplicaciones del abonado. Esta capa se denomina *Middleware*. Dicha capa es usada para aislar a los programas de la capa de aplicación de los detalles de los componentes hardware y de red subyacentes. De esta forma, los programas de la capa de aplicación pueden operar de forma transparente a través de la red sin tener que preocuparse de los protocolos de red subyacentes. Ello reduce considerablemente la complejidad en el desarrollo de las aplicaciones dado que estas pueden ser escritas aprovechando una API común.

La API, por sí misma, es un conjunto de funciones especificadas y bien definidas accedidas usando un mecanismo de llamada especificado y bien definido. Las primeras generaciones de STBs no tenían APIs, sino sólo un SO muy básico. A medida que los costes fueron reduciéndose y la capacidad de procesamiento se hubo incrementado, más STBs han incluido APIs. En vistas a progresar más allá del broadcasting ordinario a los nuevos servicios interactivos emergentes, una API es esencial. Por ejemplo, una EPG (Guía de Programación Electrónica) para navegar entre cientos de canales de TV también necesita de una API.

### IV. APLICACIONES

Finalmente, dedicaremos unas palabras al tipo de aplicaciones que pueden funcionar en un STB. Todas las aplicaciones pueden ser clasificadas ampliamente en dos categorías fundamentales: aplicaciones mejoradas o aplicaciones interactivas.

Una aplicación mejorada es aquella que está basada en interactividad local y la cual no precisa un camino de vuelta al proveedor de servicio.

Por el contrario, una aplicación interactiva está basada en la interactividad a dos bandas. Aquí, el espectador envía una petición de información extra al proveedor de servicio. Dicha petición viaja a lo largo de un camino de vuelta y el proveedor de servicio envía los datos requeridos al espectador.

Todo STB puede considerarse como interoperativo en el sentido de poder recibir y ejecutar aplicaciones mejoradas e interactivas procedentes de diferentes redes a las cuales pudiera estar conectado. Esto es posible gracias al uso de un standard internacional abierto middleware para STB. Con este propósito, DVB ha desarrollado el standard MHP (Multimedia Home Platform).

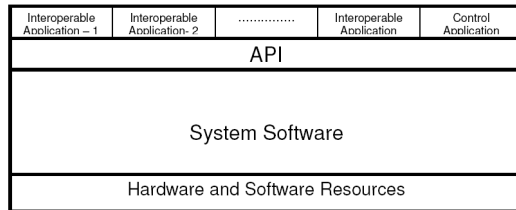


Fig. 3. Modelo de referencia MHP.

La anterior figura muestra el modelo de capas de referencia MHP. Básicamente, dicho modelo busca crear un middleware abierto basado sobre una estructura jerárquica fundamentada en JAVA. Las mayores ventajas de JAVA respecto de otras APIs propietarias son su mayor sofisticación y la independencia de plataforma.

En el caso de MHP, la API es conocida como DVB JAVA. El software de sistema incorpora una Máquina Virtual de JAVA (JVM). JVM es un programa que interpreta los bytes de código de JAVA como código máquina. JVM es un entorno de operación autocontenido que se comporta como si fuese un ordenador independiente dentro del STB digital. Por tanto, una aplicación JAVA correrá en cualquier JVM, independientemente de la plataforma hardware de base y del SO de tiempo real.

#### REFERENCIAS

- [1] B. Sundareshan, "Digital Set Top Box (STB) - Open Architecture/Interoperability Issues".
- [2] J. C. Aponte González (Director Comercial Región Andina), "Set Top Box DVB-T - Network Broadcast S.A. "
- [3] F. Lonczewski, R. Jaeger, "An Extensible Set-Top-Box Architecture for Interactive and Broadcast Services Offering Sophisticated User Guidance".