

# Interactividad en la televisión digital terrestre usando el canal de retorno Ethernet

## Interactivity in digital terrestrial television using return channel Ethernet

Recibido: agosto de 2012  
Arbitrado: septiembre de 2012

Luis García\*. Elvis Gaona\*\*. Alonso Gaona\*\*\*

### Resumen

Se presentan los resultados obtenidos de la implementación de un prototipo de canal de retorno para Televisión Digital Terrestre (TDT) probado con un aplicativo interactivo desarrollado en JAVA. El prototipo final incluye el desarrollo de un aplicativo interactivo de T-Learning en lenguaje Java, haciendo uso de la API JavaTV; que puede utilizarse por cualquier aplicación MHP capaz de realizar peticiones HTTP con el uso de WEB Service..

### Palabras clave

MHP, Televisión digital terrestre, interactividad, canal de retorno, XLET-SERVLETS, Web services.

### Abstract

This paper presents the results of a prototype implementation of return channel for Digital Terrestrial Television (DTT) tested an interactive application developed in JAVA. The final prototype includes the development of an interactive application of T-Learning in Java, using Java TV API, which can be used by any application capable of performing MHP HTTP requests using Web Service.

### Keywords

MHP, terrestrial television broadcasting, interactive IP protocol, XLET-SERVLET, Web services.

### I. Introducción

En los países donde el desarrollo de los estándares de TDT es mayor, no se ha reportado un incremento en el desarrollo de aplicaciones interactivas, ni un gran interés por parte de la población en este tipo de contenidos, esto debido a la falta de apoyo por parte del Estado y la desinformación sobre las ventajas que para el usuario representa el tener acceso a estos contenidos. Para países, como Colombia, que hasta ahora están iniciando el proceso de transición es importante tener en cuenta estos errores y tomar los correctivos en materia de regulación, información y apoyo por parte del Estado para que más que un cambio de tecnología sea una oportunidad de innovación para los desarrolladores y de acceso a nuevos servicios para los televidentes.

La Televisión Digital ha permitido obtener servicios de valor agregado orientados a la educación que han sido reportados en [1],[2] y [3], presen-

\* Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Magister en Ingeniería Electrónica Universidad de los Andes, Estudiante de Doctorado Universidad Nacional de Colombia, Docente Investigador U. Manuela Beltrán E-mail. Luis.garcia@umb.edu.co

\*\* Ingeniero Electrónico; Magister en Teleinformática. Estudiante de Doctorado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Docente Programa Ing. Electrónica Universidad Distrital Francisco José de Caldas. E-mail. egaona@udistrital.edu.co

\*\*\* Ingeniero de Sistemas; Magister en Teleinformática. Docente Programa Ing. Sistemas Universidad Distrital Francisco José de Caldas. E-mail. pagaonag@udistrital.edu.co

tándose como un medio diferente que permite a los estudiantes acceder al conocimiento estableciendo diferentes roles y relaciones [4] dentro de un ambiente de aprendizaje interactivo [5]. Es así como la interactividad es considerada como la característica básica para entender la importancia política-social de la TDT y su integración con la Televisión Pública. La implementación de esta interactividad contempla el engranaje de tres elementos: una plataforma genérica desde el estándar de televisión Digital Europeo DBV como lo es MHP [6–8], un ambiente de aprendizaje interactivo [9] y el estándar de compresión de vídeo en MPEG4 [10], que requieren del uso del canal de retorno.

## II. Marco teórico

### • MHP (Multimedia Home Platform)

Es un sistema intermedio, basado en JAVA diseñado por el proyecto DVB (Digital Video Broadcasting) y estandarizado por la ETSI [11]. MHP define una plataforma común para las aplicaciones interactivas de la televisión digital, independiente tanto del proveedor de servicios interactivos como del receptor de televisión utilizado, dando también libertad al operador de controlar el mercado audiovisual sin depender del fabricante del Set Top Box (STB). MHP contiene una serie de estándares que describen completamente el sistema de middleware abierto de DVB.

### A. Perfiles en MHP

Se define el concepto de «perfil» como un área de aplicación, el estándar MHP define tres perfiles de acuerdo a las capacidades del receptor. MHP Enhanced Broadcast (MHP 1.01): Este perfil no incluye canal de retorno, por lo que está orientado para la descarga, a través del canal de broadcast, de aplicaciones que puedan proporcionar únicamente una interactividad local. MHP Interactive Broadcast (MHP 1.02): Este perfil incluye canal de retorno vía IP, permitiendo una comunicación bidireccional con el proveedor de servicios interactivos. MHP Internet Access (MHP 1.1): Además de incluir las capacidades de los dos perfiles anteriores, gracias a aplicaciones incluidas en los STB, permite el acceso a internet.

Dentro del proceso de transmisión en el extremo emisor un servidor de aplicaciones inserta los datos que componen el servicio avanzado en el multiplexor que se envían por medio del transpondedor del satélite. El IRD (Integrated Receiver Decoder) decodifica la información y ejecuta la aplicación enviada. La interactividad generada por el usuario se envía por el canal de retorno a un servidor transaccional. Este servidor verifica la seguridad y fiabilidad de estos datos, y dirige la respuesta del servidor específico que da satisfacción a la petición del usuario. El usuario interactúa con el servicio avanzado sobre el televisor a través del mando a distancia del IRD.

En la figura 1 se muestra la integración que puede alcanzar el estándar MHP con el mundo exterior:

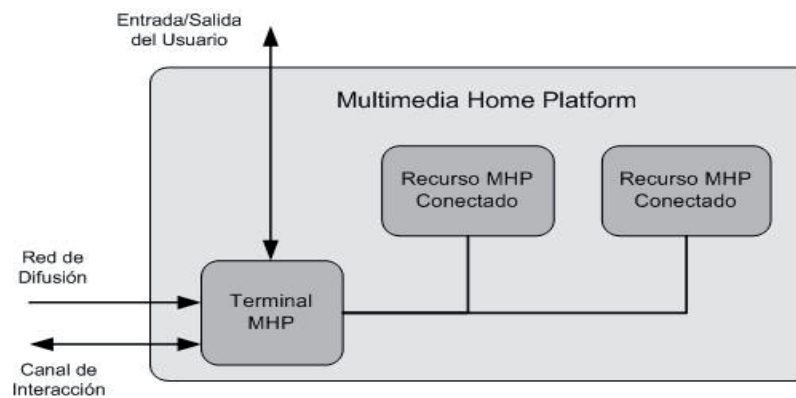


Figura 1. Interfaces externas MHP con el mundo Exterior. Fuente: [11].

La norma MHP consiste en un terminal de usuario, sus periféricos asociados y la red digital casera (In Home Digital Network: IHDN). La plataforma completa MHP incluye todos los dispositivos: IRD's, televisores integrados, computadores multimedia y conjuntos de ellos conectados a la IHDN. Los recursos de MHP, accesibles desde una aplicación, pueden estar contenidos en una serie de entidades físicas conectadas al terminal MHP. Se llama «entidad» a cada una de las piezas independientes de hardware que forman parte de un cúmulo local (múltiple) de elementos que, como un todo, conforman un sistema MHP. Una entidad es, por ejemplo, un STB, un Vídeo Cassette Recorder (VCR) digital o un módulo de acceso restringido. Una entidad contiene una serie de recursos y, a su vez, cada recurso provee cierta cantidad de funciones.[11].

## B. Arquitectura MHP

Definida como una arquitectura de alto nivel. Está compuesta de tres capas que a su vez se

subdividen en diversos campos: recursos, sistema de software y aplicaciones, que se explican a continuación.

**Recursos:** los recursos MHP típicos incluyen un procesador MPEG, periféricos de E/S, CPU, memoria, y sistema gráfico.

**Sistema de software:** usa recursos disponibles en orden a suministrar una vista resumida de las aplicaciones de la plataforma, estas no acceden de manera directa a los recursos sino que lo hacen a través del sistema de software, que hace de capa intermedia. El objetivo de esta capa intermedia es el de proporcionar portabilidad para las aplicaciones, de manera que su uso no dependa de los recursos a utilizar. El sistema de software incluye un administrador de aplicaciones (Navigator) para el control de las aplicaciones que se ejecutan.

En la figura 2 se muestra un esquema de arquitectura de software MHP básica

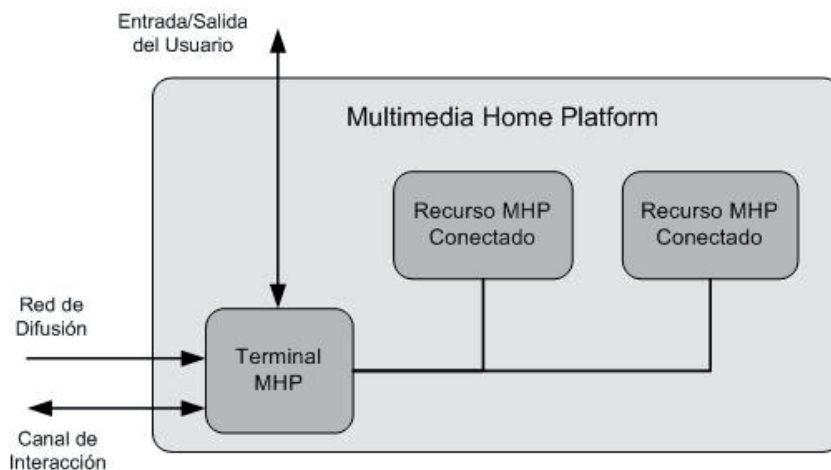


Figura 2. Arquitectura de Software MHP. Fuente: [12]

La capa de software del sistema incluye un sistema operativo en tiempo real RTOS (Real Time Operating System), una máquina virtual de Java JVM (Java Virtual Machine) y los controladores para la comunicación con los dispositivos de hardware. Las aplicaciones no pueden acceder directamente a los recursos. El software del

sistema ofrece una visión abstracta de dichos recursos. Esta capa intermedia aísla la aplicación del hardware, permitiendo así la portabilidad de las aplicaciones. El «Manejador de Aplicaciones» (también conocido como «navegador») gestiona el ciclo de vida de todas las aplicaciones subordinadas a MHP en función de la señalización

insertada en el stream emitido por un proveedor de servicio DVB.

**API:** Interfaz entre una aplicación y una característica (Software del sistema), función o recurso MHP (también conocidos como Xlets) a través del canal de envío, junto con las señales de audio y vídeo convencionales. Las aplicaciones de MHP acceden a la plataforma sólo por las especificaciones de las API's. Pueden clasificarse en distintos tipos: Acceso de bajo nivel a MPEG-2, control de medios,

aplicación de ciclo de vida, gráficos, comunicación, otras (almacenamiento, acceso a tablas SI,etc).

### C. Aplicaciones MHP en el canal de difusión

La cadena de difusión completa comprende, además del STB, a todos los equipos de difusión y los servidores de aplicaciones utilizados para soportar las comunicaciones a través del canal de interactividad. En la figura 3 se muestra el conjunto de componentes de esta cadena.

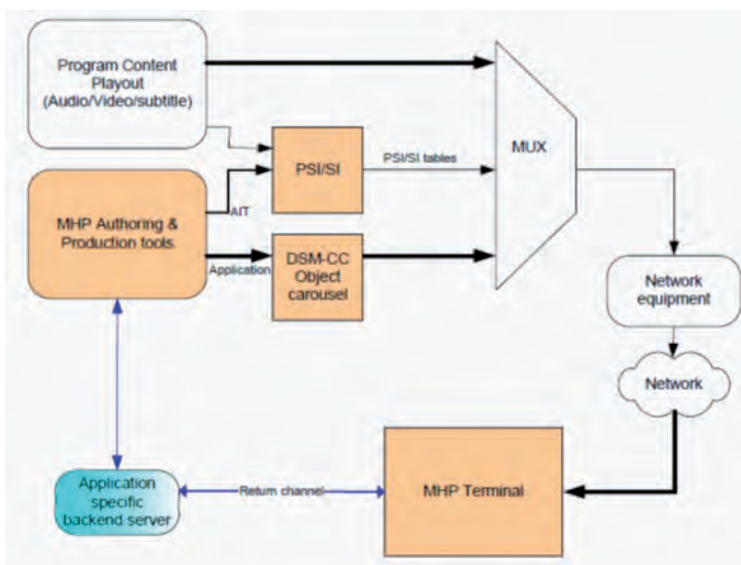


Figura 3. Aplicaciones MHP en el canal de difusión. Fuente: Documento Guía MHP

La aplicación y el contenido audiovisual respectivo son multiplexados para formar un único flujo de transporte, el cual es transmitido desde la cabecera. Dicha señal es recibida y decodificada por el STB, mostrando el contenido audiovisual y ejecutando la aplicación correspondiente. Cualquier interacción del usuario con dicha aplicación resultará en el envío de cierta información a través del canal de interactividad hacia un servidor. Dependiendo de la aplicación, esta información puede provocar modificaciones en el contenido actual de la aplicación o puede almacenarse en una base de datos para procesarse posteriormente.

En cuanto al PSI/SI, por un lado existe la PSI (Program-Specific Information) definida por el

estándar MPEG-2 que está más orientada al usuario, como la información del programa actualmente en emisión, el siguiente o incluso la información sobre la programación de toda una semana; y por otro la SI (Service Information) definida por el consorcio DVB y el resultante estándar ETSI (ETSI EN 300 468) que está más informada a la red como la correspondencia de los diferentes streams con un determinado servicio.

Para que el receptor sea capaz de identificar y ejecutar las aplicaciones, la especificación define además la tabla AIT (Application Information Table) que contiene el listado completo de las aplicaciones disponibles en un multiplex.

## D. Carrusel de objetos

El DSM-CC es un estándar ISO/IEC publicado en 1998 para facilitar la transmisión de servicios multimedia de banda ancha, forma parte de la especificación MPEG-2 y cubre las áreas de sesión de red y gestión de recursos, configuración de clientes, descargas hacia un cliente, gestión del vídeo, aplicaciones y servicios interactivos, datos y carrusel de objetos de usuario-a-usuario (U-U) para la difusión de aplicaciones. En el estándar MHP, el DSM-CC ofrece un mecanismo para transmitir las aplicaciones y datos MHP a través de un canal broadcast en forma de carrusel, y una forma para sincronizar estas aplicaciones con el audio y el vídeo de un servicio mediante los llamados eventos de flujo. El carrusel de objetos permite que la aplicación este accesible al televidente en el momento que este desea verla, a través de la transmisión periódica de cada uno de los ficheros que conforman el contenido MHP, solucionando con esto el problema que se llegara a presentar si el usuario cambia el canal y sintoniza un programa en cualquier instante durante la transmisión del mismo. A menos de que sintonice el programa desde su inicio, la aplicación ya pudo haberse transmitido y el usuario sencillamente pierde la oportunidad de recibirla. Por ello es necesario enviar dicha aplicación continuamente para asegurar que el STB pueda cargarla y ensamblarla en su totalidad en cualquier momento de la transmisión.

## E. Canal de retorno

Un componente importante en la arquitectura E2E es el canal de retorno, con el que se añade la interactividad real a todo el sistema. El canal de retorno se puede clasificar con respecto a las tecnologías disponibles y en lo que respecta a la forma en cómo las aplicaciones utilizan el canal de retorno. Una aplicación MHP normalmente utiliza un canal de retorno para tener un enlace IP bidireccional entre el receptor con MHP y los servidores de aplicaciones.

En los receptores de MHP implementan 2 soluciones para establecer conectividad IP Una de ellas está basada en módem y la otra en Ethernet.

El uso del canal de retorno permite la mejora de la experiencia del usuario. Al utilizar el canal de retorno es posible crear aplicaciones verdaderamente interactivas en las que el usuario pueda retroalimentar la información al proveedor de las aplicaciones, esto puede utilizarse por ejemplo, para votar o para aplicaciones de control de Vídeo On Demand.

DVB presenta alternativas para el canal de retorno sobre redes telefónicas (PSTN), redes digitales de servicios integrados (ISDN) y sistemas de cable, entre otras. Pero en cualesquiera de estos casos se utiliza el Protocolo de Internet (IP) para la transmisión sobre este canal. El conjunto de protocolos involucrados en la comunicación para el canal de retorno se muestra en la figura 4.



Figura 4. Protocolos Canal de Retorno. Fuente: Documento Análisis de Funcionalidades MHP

### III. Desarrollo

El tipo de tecnología con la que se implementa el canal de retorno es IP; el tipo de aplicativo en el que se desplegaría y probaría el canal de retorno (teleeducación ó t-learning) y la interfaz en la que los usuarios pueden inscribirse a dicha aplicación (aplicación Web).

#### A. Diseño

En cuanto al aplicativo interactivo se definieron los casos de uso para los alumnos y tutores.

Para cumplir con las funcionalidades del aplicativo se diseñaron 7 pantallas: login, cursos, niveles, contenido, test1, test2 y pantalla final. Las pantallas contienen campos para introducir texto y botones que permitan la navegación entre una pantalla y otra. Además, cada pantalla incluye un segmento de instrucciones sobre la forma en que se realiza la navegación a través de su contenido. En cada pantalla se visualiza el vídeo del programa de televisión escalado al 40% y ubicado en la esquina superior izquierda. El usuario podrá navegar por estas pantallas en orden (figura 5), y podrá regresar a la pantalla inmediatamente anterior, excepto en las pantallas de test y podrá salir de la aplicación desde la pantalla final.

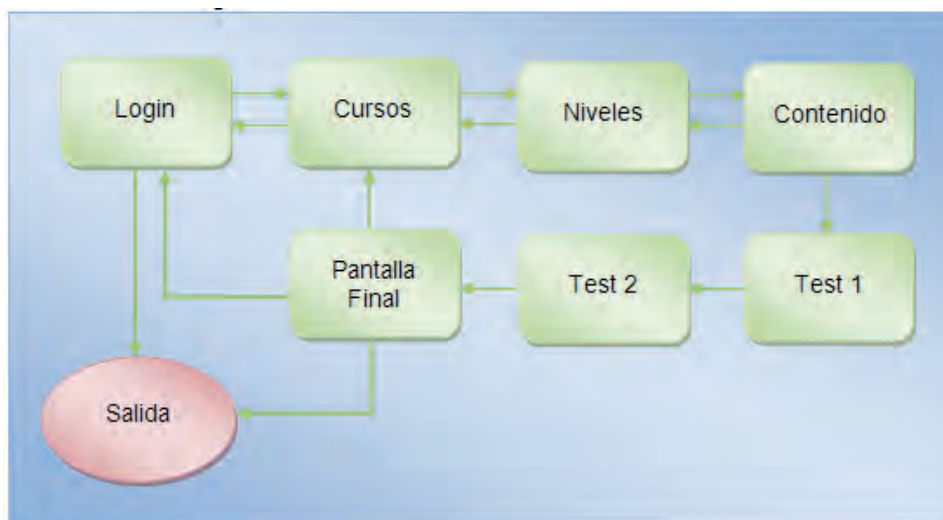


Figura 5. Diagrama de Navegación Aplicativo Interactivo

Teniendo en cuenta el perfil soportado por el STB utilizado y la tecnología escogida para la implementación del canal de retorno, el diseño del mismo se basó en la realización de peticiones HTTP y el uso de Web Services, así como una capa intermedia que es la utilización de Servlets de manera que pudieran ser consumidos por los Web Services, la razón principal por la que se usó esta capa intermedia es porque el STB no soporta contenidos XML necesarios para el entorno de desarrollo del canal de retorno, siendo este el contenido que es empaquetado dentro de archivos de aplicaciones Web (WAR: Web Application Archive)

para ser desplegado posteriormente en el servidor de aplicaciones que en este caso es JBoss.

De esta forma los Servlets son los responsables de tomar las peticiones pasadas por el método get para pasar estos parámetros de entrada a los Web Services y de esta forma realizar las consultas a las Bases de Datos, enviando las respuestas que retornan a los Web Services y estableciendo los parámetros de dichas respuestas para que el Xlet las pueda interpretar, donde Xlet es el nombre que reciben las aplicaciones tipo DVB-J (DVB-Java).

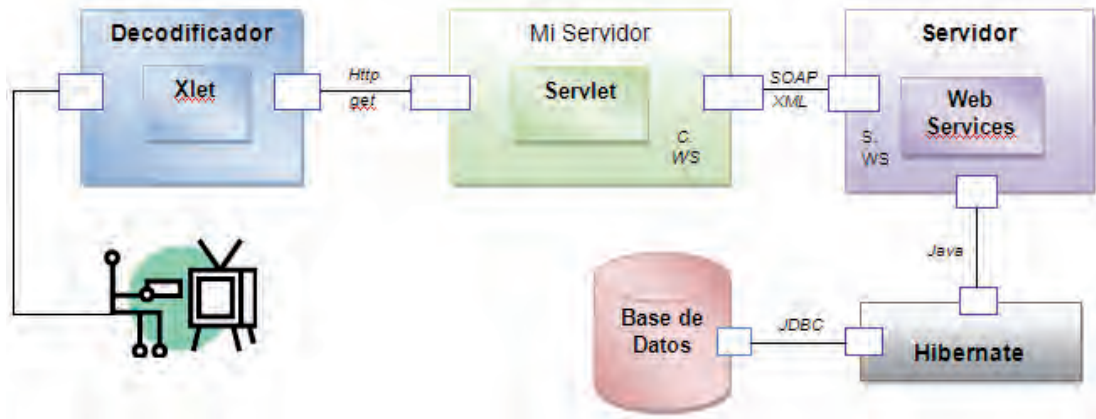


Figura 6. Diseño Prototipo Canal de Retorno.

Estas últimas son desarrolladas en lenguaje de programación Java para la interfaz API MHP, que define una plataforma común para las aplicaciones interactivas de televisión digital. Xlet es por lo tanto un conjunto de clases que son transmitidas con un servicio de TV.

## B. Metodología

La implementación se llevó a cabo en el Laboratorio de TDT de Tecno Parque Colombia. Se utilizó el decodificador I-Can 3810T y los emuladores de STB Osmosys y XletView (emulador libre). Se utilizó un servidor de aplicaciones JBoss alojado en una máquina con sistema operativo CentOS. En este servidor se desplegaron los Servlets, los WS (Web Services) y la aplicación Web.

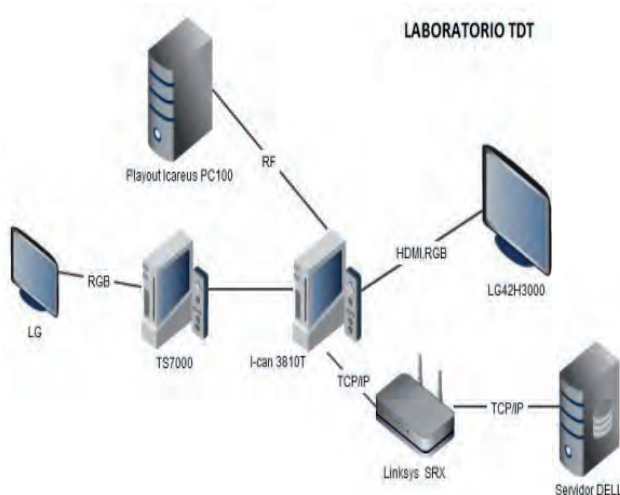


Figura 7. Laboratorio TV Digital TecnoParque Colombia Nodo Bogotá.

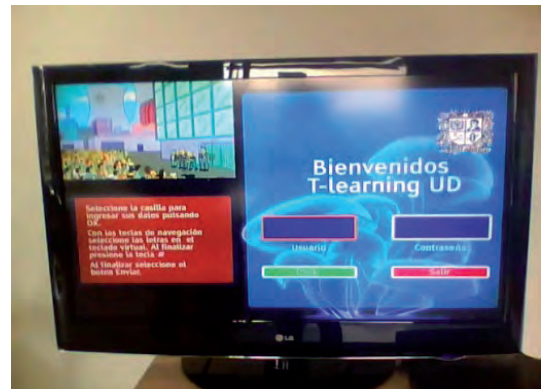


Figura 8. Pantalla Login.  
Fuente: Fotografía tomada durante una Prueba de la Aplicación.

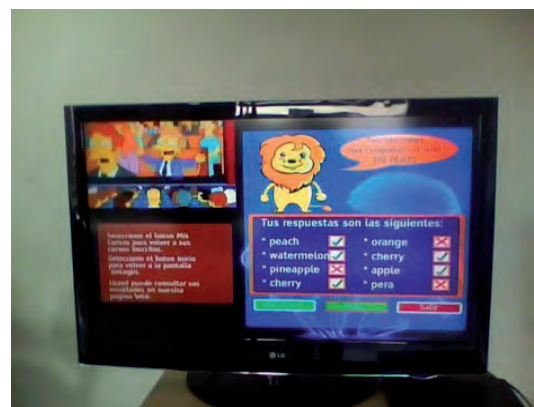


Figura 9. Pantalla Final.  
Fuente: Fotografía tomada durante una Prueba de la Aplicación.

## C. Pruebas de Carga

Se realizaron pruebas de carga para dimensionar los servidores de aplicaciones, teniendo presentes las siguientes variables:

- Transacciones / segundo del usuario
- Tiempo de respuesta
- Tasa de transmisión
- Transacciones / segundo del sistema
- Número de usuarios

Durante la ejecución de las pruebas se emplearon dos equipos con los siguientes roles:

- 1 Servidor de aplicaciones y base de datos
- 1 Cliente generador de transacciones

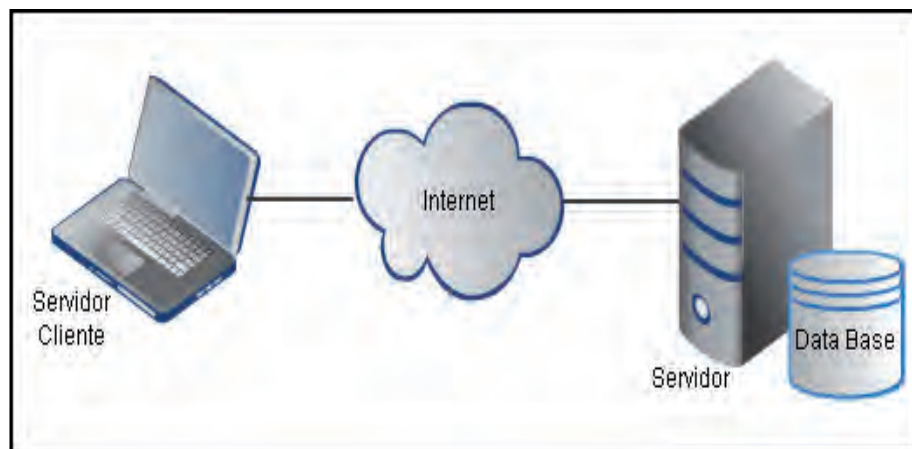


Figura 10. Pruebas de carga

#### D. Procesamiento y diseño de la prueba

Para llevar a cabo la prueba se utilizó la herramienta de uso gratuito JMeter, esta herramienta Java pertenece al proyecto Jakarta y permite realizar pruebas de rendimiento y pruebas funcionales sobre aplicaciones Web; su escogencia se realiza debido a que el funcionamiento del canal de retorno se basa en peticiones HTTP que pueden probarse de manera unitaria y estable por esta herramienta, permitiendo simular las peticiones que realizarían el número deseado de STB's.

Las pruebas se realizaron para los 7 servlets a los que el STB le realiza peticiones, y que fueron mencionados anteriormente. Se realizaron pruebas con 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 y 25 hilos (que representan hilos). El proceso de las pruebas consistió en tomar muestras por un tiempo de 5 minutos, esperando obtener un valor estable de tiempo medio entre transacciones. Con este tiempo se obtiene un número de peticiones por segundo, generando un valor esperado de peticiones por hora. Estas pruebas se realizaron remotamente, permitiendo obtener el rendimiento del sistema en un ambiente real.

## IV. Resultados

De acuerdo a las pruebas realizadas durante la implementación se estimó que el tiempo que el usuario usa en completar un nivel del curso es de 10 minutos desde que se autentica. Durante el proceso realizaron 7 peticiones al sistema, de tal forma que el usuario en promedio realiza 7 transacciones en 10 minutos.

$$tps = \frac{\#peticiones}{tiempo (minutos)} \quad (1)$$

$$tps = \frac{7}{10} * tpm = 0,012tps$$

- **Transacciones / segundo del usuario**

$$tps = \frac{1}{tm} . tph = 3600 * tps \quad (2)$$

tps = transacciones por segundo

tph = transacciones por hora

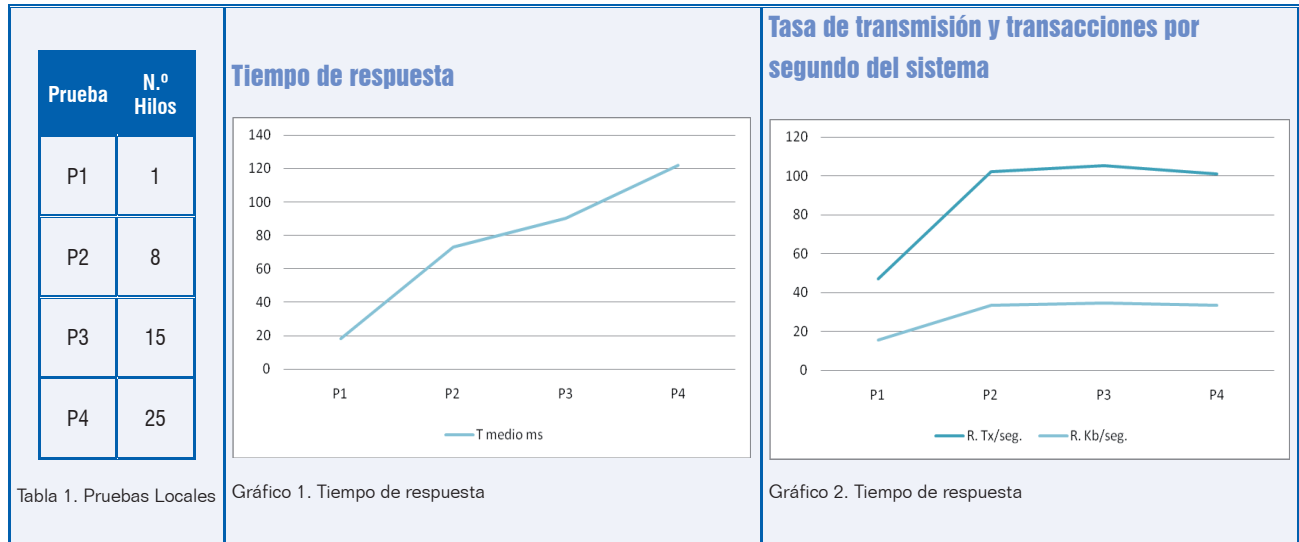
tm = tiempo medio entre transacciones



Las pruebas finales para medir el desempeño del canal de retorno se realizaron en dos etapas, una en un ambiente local, es decir, dentro de la misma

red del servidor y otra remotamente. En las dos etapas se tuvieron en cuenta las mismas variables. De esta forma se tiene:

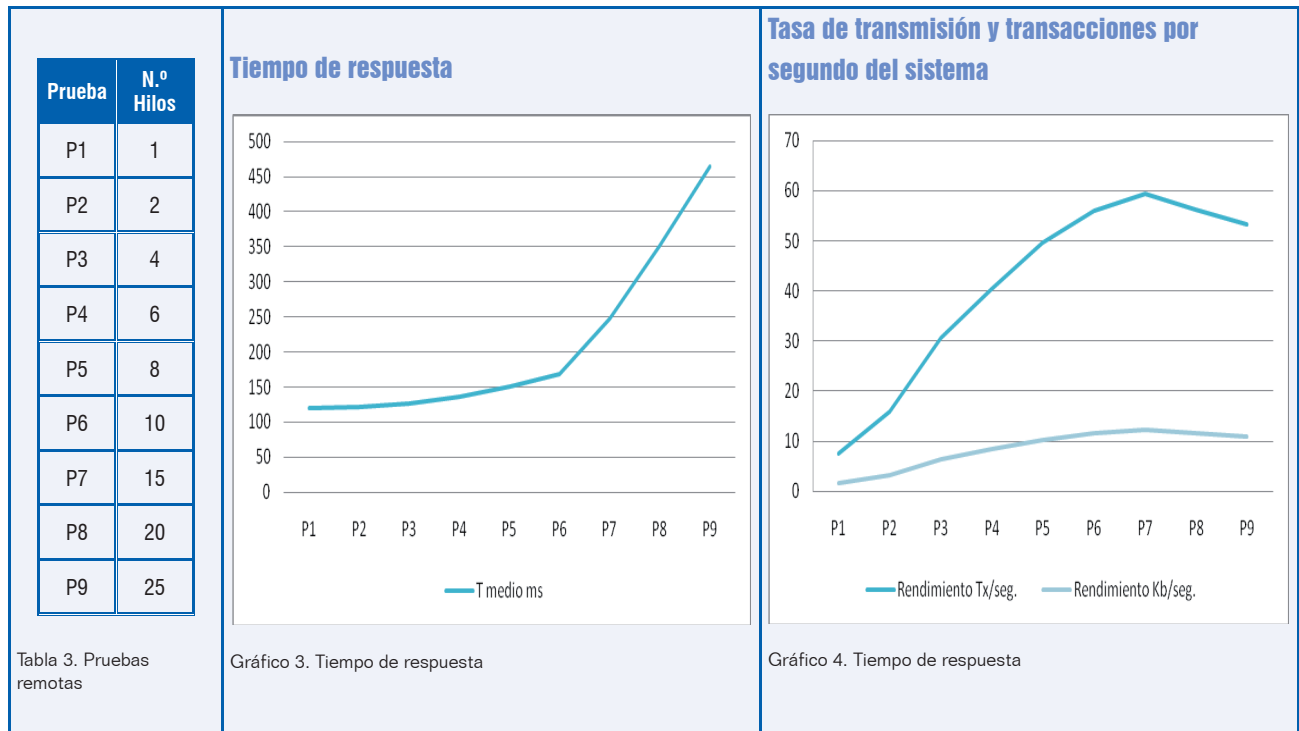
### Pruebas locales



- Número de usuarios

$$nu(max) = \frac{tps_{sis}(max)}{tps_{usuario}} \quad (3) \quad nu(max) = \frac{105,43}{0,012} = 8795$$

### Pruebas remotas



- Número de usuarios

$$nu(max) = \frac{tps_{sis}(max)}{tps\ usuario}$$

$$nu(max) = \frac{59,3}{0,012} = 4,941$$

## V. Discusión

El desarrollo del aplicativo interactivo de T-Learning se llevó a cabo en lenguaje Java, haciendo uso de la API JavaTV, obteniendo un aplicativo que puede desplegarse en cualquier sistema de Playout sin las restricciones que tienen las suites de desarrollo propietarias. Para futuros desarrollos que se realicen en la Universidad sería importante contar con varios Playouts que permiten comprobar el desempeño de los aplicativos.

Se aumentó la capacidad de conexiones de la base de datos mediante el uso de un Pool de conexiones, optimizando la liberación de recursos en cada transacción y así obtener un resultado eficiente y acorde con los requerimientos de funcionalidad del sistema.

## VI. Conclusiones

Con el uso de la tecnología escogida para la implementación del prototipo del canal de retorno se logró un resultado final que puede utilizarse para cualquier aplicación MHP capaz de realizar peticiones HTTP. Además con el uso de Web Services se podrá tener acceso a consumir servicios que cualquier proveedor ofrezca, independientemente del software y hardware que manejen sus sistemas, esto es importante pensando en aplicaciones futuras que impliquen el consumo de servicios ya existentes en otras plataformas (pe. aplicaciones de T-Banca o T-Salud).

El hardware del STB limita las capacidades de las aplicaciones multimedia interactivas, el escogido no surtió suficiente rendimiento para

lograr aplicaciones multimedia. Contar con STBs diferentes permitiría probar el desempeño de la aplicación con respecto a las características de hardware.

Los resultados finales de las pruebas muestran tener un sistema estable y eficiente, que permite procesar solicitudes de un número importante de usuarios, sin embargo, esta cantidad de usuarios puede mejorar si se cuenta con un ancho de banda superior disponible para el canal de retorno.

## VII. Referencias

- [1] P. Aarreniemi-Jokipelto and J. Tuominen, «Interactive Value-added Services for Educational Purposes in Digital TV», in *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, ED-Media*, 2004, vol. 2, pp. 1237-1242.
- [2] M. Gupta and K. H\uttemann, «Education with ITV», in *European Conference on Interactive Television (EuroITV03)*, 2003, pp. 111-112.
- [3] F. Bellotti, R. Berta, A. De Gloria, and A. Ozolina, «Investigating the added value of interactivity and serious gaming for educational TV», vol. 57, n.º 1, pp. 1137-1148, Aug. 2011.
- [4] P. Aarreniemi-Jokipelto and J. Tuominen, «Experiences with an interactive learning environment in digital TV» in *Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings. IEEE International Conference on*, 2004, pp. 296-300.
- [5] P. Aarreniemi-Jokipelto, «Interactive Learning Environment in Digital TV: Results and Experiences» in *Proceedings of World Conference on E-learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education, E-Learn*, 2004, vol. 2004, pp. 1602-1609.
- [6] J. Piesing, «The DVB multimedia home platform-MHP» in *Interactive Television (Ref. N.º 1999/200)*, *IEE Colloquium on*, 1999, pp. 2.1.
- [7] J. Luo, «Home network application security (MHP)» in *Residential and Virtual Home Environments-Seminar on Internetworking*, Spring, 2002.
- [8] J. Piesing, «The DVB multimedia home platform (MHP) and related specifications», *Proceedings of the IEEE*, vol. 94, n.º 1, pp. 237-247, 2006.
- [9] P. Aarreniemi-Jokipelto and J. Tuominen, «MHP based interactive learning environment in digital TV» *SITE, Society for Technology and Teacher Education*, Pages, pp. 1670-1676, 2004.
- [10] R. Pulles and P. Sasno, «A set top box combining MHP and MPEG-4 interactivity» in *Proceedings of the 2nd European Union symposium on Ambient intelligence*, 2004, pp. 31-34.
- [11] P. Martínez, «NOTA TÉCNICA MHP: UNA OPORTUNIDAD PARA LA CONVERGENCIA TV-INTERNET MHP: AN OPORTUNITY FOR THE TV-INTERNET» *Universidad Ciencia y Tecnología*, vol. 10, n.º 34, pp. 70-74, 2005.
- [12] [www.code4tv.com/c/tutorialmhp112](http://www.code4tv.com/c/tutorialmhp112) : Curso Multimedia Home Platform MHP 1.1.2
- [13] [www.interactivetvweb.org/tutorials/mhp](http://www.interactivetvweb.org/tutorials/mhp): Tutorials Digital TV Introduction, The MHP Tutorial, The JAVATV Tutorial.
- [14] [www.oracle.com/technetwork/java](http://www.oracle.com/technetwork/java): Javadoc Tool Home Page