

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN QUE MODELA LAS BASES DE UN SISTEMA RE-MULTIPLEXOR DE UNA TRAMA DE TRANSPORTE MPEG-2.

Ing. Iván Rodríguez Portas¹, Ing. Rufino Cabrera Alvarez², Ing. Jorge Rodríguez Rodríguez³

¹*LACETEL*, Cuba, Ave. Rancho Boyeros, #34515 (19200), Zona Postal: General Peraza, La Habana

²*LACETEL*, ³*LACETEL*

¹e-mail: ivan@lacetel.cu

RESUMEN

Actualmente nuestro país no cuenta con una solución de producción nacional que permita insertar y eliminar programas del actual flujo de transmisión de TV Digital. El presente trabajo muestra el desarrollo de una aplicación software que modela las etapas esenciales del proceso de re-multiplexación de una Trama de Transporte MPEG-2 describiéndose para ello de forma general como ocurre este proceso, así como las tablas de Información Específica de Programa que intervienen en el mismo. La aplicación fue implementada en la plataforma de desarrollo Eclipse utilizando el lenguaje de programación ANSI C y validada con el empleo del software analizador de tramas MPEG-2 "4T2 Content Analyzer", así como a través de la correcta reproducción de la Trama de Transporte re-multiplexada en un equipo receptor. La aplicación desarrollada ayudará a modelar un sistema de re-multiplexación MPEG-2 que asista a empresas desarrolladoras de software en la obtención de un producto nacional.

PALABRAS CLAVES: Re-multiplexación, Trama de Transporte MPEG-2, Información Específica de Programa.

ABSTRACT

Currently our country does not have a national solution for the insertion or extraction of TV services from the Digital TV transmission flow. The present work shows the development of a software application that models the essential stages of the re-multiplexing process of an MPEG-2 Transport Stream, describing in general how this process occurs, as well as the Specific Program Information Tables that are involved in it. The application was implemented in the Eclipse development platform using the ANSI C programming language and validated using the MPEG-2 Stream analysis software "4T2 Content Analyzer", as well as through the correct reproduction of the re-multiplexed Transport Stream on a DTMB receiver device. The developed application will help model an MPEG-2 re-multiplexing system that assists software developers in obtaining a national product.

KEY WORDS: MPEG-2 Re-multiplexing, Transport Stream, Program Specific Information

1. INTRODUCCION

LACETEL[®], Instituto de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones se inserta dentro del programa de despliegue de la Televisión Digital en Cuba como la entidad encargada de asimilar las nuevas tecnologías que este proceso involucra. El término asimilación tecnológica forma parte de un término más general: Transferencia de Tecnología. En lo que respecta a los países en desarrollo, adquirir la tecnología a través de la transferencia es más efectivo que generarla mediante I+D propia, especialmente en el sector de las telecomunicaciones, debido al alto costo de la I+D, el largo proceso requerido para el desarrollo de una solución y, generalmente, por su corto plazo de obsolescencia. En nuestro caso la independencia tecnológica pasa por la asimilación de la nueva tecnología digital de origen chino adoptada y en proceso de despliegue, así como la capacidad de imitar y reproducir el equipamiento que brinda soporte a dicha tecnología, para, en última instancia, innovar y de esta forma adaptar la tecnología a nuestros requerimientos, encaminándonos así a la necesaria independencia tecnológica de nuestro país.

El despliegue de la televisión digital comenzó en Cuba con la creación de una Zona de Demostración en La Habana en abril del año 2013. A partir del año 2014 se inició la apertura de varios centros transmisores en las cabeceras provinciales de todo el país, los cuales retransmitían la señal recibida de La Habana. Surgió entonces la necesidad de contar con un equipo en cada provincia que permitiera insertar el servicio de Telecentro

Provincial en el flujo de datos (Trama de Transporte MPEG-2) recibido. Desde el año 2016 las cabeceras de líneas poseen una solución que agrega a la trama de transporte recibida el programa de Telecentro Provincial antes de ser retransmitida.

Sin embargo, esta solución no es de producción nacional, lo que imposibilita contar con un rápido soporte técnico antes los inconvenientes y problemas que puedan ocurrir, además de no brindar opciones y funcionalidades ajustadas a la medida de la TV Digital de nuestro país, como pudiera ser, en adición a la re-multiplexación de la información del telecentro provincial, poder insertar un Servicio de Radiodifusión de Datos (Databroadcast) propio de cada provincia, permitiendo así ajustar a las necesidades particulares de cada región la información transmitida a través de este servicio.

Desde 2012, **LACETEL**[®] ha desarrollado 2 trabajos de Tesis de Grado que tributan a la generación de propiedad intelectual sobre el proceso de re-multiplexación MPEG-2: “Desarrollo de Módulos para un Re-multiplexor de Tramas de Transporte MPEG-2 sobre FPGA” en 2012 y “Desarrollo de una aplicación para la de-multiplexación de una Trama de Transporte MPEG-2” en 2014. Utilizando estos trabajos como base se plantea como objetivo del presente trabajo el desarrollo de una aplicación software que modele las etapas esenciales para lograr extraer uno o más programas de un fichero de Trama de Transporte MPEG-2 y re-multiplexar esa información en un nuevo fichero de salida. Esta aplicación ayudará a modelar un sistema de re-multiplexación MPEG-2, siendo el punto de partida que permita a empresas desarrolladoras de software el desarrollo de una solución nacional.

2. RE-MULTIPLEXACIÓN DE UNA TRAMA DE TRANSPORTE MPEG-2

El flujo de transporte MPEG-2 ofrece, en el caso de la televisión digital, una ventaja importante, y es que una variedad de flujos binarios sin ninguna relación entre sí, pueden mezclarse en un mismo flujo. La designación apropiada es la de un sistema de conmutación de paquetes, en el que cada paquete corresponde a un flujo de información particular, posee un tamaño constante de 188 bytes y cuenta con un Identificador de paquete (PID por sus siglas en inglés) específico, de manera que puede seleccionarse fácilmente del grupo de paquetes. [1]

El estándar de transmisión MPEG-2 provee mecanismos para conocer la estructura de los programas o servicios multiplexados en la Trama de Transporte (TS por sus siglas en inglés). Estos mecanismos consisten en el envío de Tablas de Información Específica de Programa de forma cíclica, las cuales poseen información sobre la estructura del multiplex. Un ejemplo de estructura de una Trama de Transporte se muestra en la **Figura 1**.

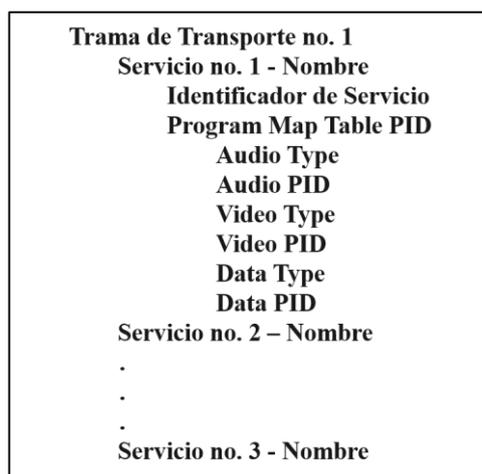


Figura 1. Estructura de una Trama de Transporte MPEG-2

La Información Específica de Programa (PSI por sus siglas en inglés) se clasifica en cinco estructuras de tablas. La **Tabla 1** muestra solamente las de interés para el desarrollo de la aplicación. Las secciones de estas tablas PSI son enviadas en la carga útil de los paquetes TS. Estas secciones pueden llegar a tener un tamaño superior a los 188 bytes y en esos casos es necesario segmentar estas estructuras antes de ser enviadas en los paquetes TS, algunos con PID predeterminados y otros con PID seleccionados por el proveedor. [3]

Tabla 1. Algunas clasificaciones de la Información Específica de Programa.

Nombre de la estructura	Tipo de trama	Número de PID	Información a extraer
Tabla de Asociación de Programa (PAT por sus siglas en inglés)	ITU-T Rec. H.222.0 ISO/IEC 13818-1	0x00h	Asocia número de programa con el PID de su correspondiente Tabla de Mapa de Programa. [3]
Tabla de Mapa de Programa (PMT por sus siglas en inglés)	ITU-T Rec. H.222.0 ISO/IEC 13818-1	Asignación indicada en la PAT	Especifica valores de PID para los componentes (video, audio y datos) de un programa. [3]
Tabla de Descripción de Servicios (SDT por sus siglas en inglés)	ETSI EN 300 468	0x0011h	Proporciona información acerca de los servicios contenidos en el TS [4]
Tabla de Descripción de Red (NIT por sus siglas en inglés)	ETSI EN 300 468	Asignación indicada en la PAT, o enviada con PID = 0x0010h	Proporciona información acerca de los TS contenidos en la red. [4]

La re-multiplexación involucra la modificación selectiva del contenido de una Trama de Transporte, tal como la adición de paquetes, eliminar paquetes, reorganizar el orden de los paquetes y/o la modificación del contenido de los paquetes. [5] El software implementado modela las etapas necesarias para lograr solamente la eliminación de paquetes de una Trama de Transporte. Tal operación requiere de más pasos que simplemente eliminar los paquetes del o los servicios a eliminar de la Trama de Transporte. El primero de ellos sería actualizar el contenido de las tablas PAT y PMT del PSI, de forma tal que hagan referencia de forma correcta a la nueva estructura de la Trama de Transporte.

La base de tiempo de una Trama de Transporte está definida por valores de referencia de reloj (PCR por sus siglas en inglés) codificados y enviados la cabecera de determinados paquetes TS. Cualquier alineación temporal incorrecta introducida en los PCR de la Trama de Transporte, por ejemplo, como resultado de cambiar el espaciado relativo de recepción de paquetes con campo PCR sucesivos del mismo programa dentro de la Trama de Transporte, debe ser eliminada. El proceso de re-multiplexación puede no requerir la corrección de los valores de PCR si se garantiza la no ocurrencia de cambios en la posición de las etiquetas PCR dentro de la Trama de Transporte. [3] Se seleccionó iniciar con el desarrollo de un sistema que permita la eliminación de paquetes ya que esta operación se puede realizar sin tener que re-calcular de los valores de PCR.

3. ESPECIFICACIONES DEL SOFTWARE DESARROLLADO

El desarrollo y compilación del software se realizó utilizando la plataforma de desarrollo Eclipse sobre el lenguaje de programación ANSI C utilizando la consola como interfaz de entrada/salida de información de selección.

Inicialmente es necesario localizar y procesar las Tablas de Información Específica de Programa con el objetivo de conocer la estructura de servicios presentes en el multiplex y sus tramas asociadas. El procesamiento de los paquetes es secuencial, no se efectúa la lectura de un nuevo paquete hasta que no se haya completado el procesamiento del paquete anterior. A continuación, se muestra en formato de pseudocódigo el algoritmo implementado para eliminar uno o varios servicios de una Trama de Transporte sin modificar su posición dentro de la Trama, eliminando así la necesidad de re-calcular los valores de PCR:

1. **¿Terminé de leer el Fichero de Entrada? - NO**
 1. Lectura de un paquete TS
 2. **¿Conozco estructura TS? - NO**
 1. **¿Contiene el paquete alguna sección PSI (PAT, PMT's, NIT, SDT)? - SI**
 1. **¿Contiene el Inicio de una Sección? - SI**
 1. Procesar la sección almacenada en buffer (en caso de no ser la primera sección encontrada)
 2. Almacenar la sección a partir del inicio del buffer de sección
 3. Guardar el puntero del buffer de sección
 2. **¿Contiene el Inicio de una Sección? - NO**
 1. Almacenar en el Buffer de Sección correspondiente a partir del puntero almacenado
 2. Guardar el valor del puntero del buffer de sección
 2. **¿Contiene el paquete alguna sección PSI (PAT, PMT, NIT, SDT)? – NO**
 1. **¿A cuál servicio pertenece el paquete? – Programa N**
 1. Incrementar contador de paquetes del Programa N
 2. **¿Las PMT de todos los programas han sido procesadas? – SI**
 1. **¿Posee el paquete información PCR? – SI**
 1. Leer valor de PCR
 2. A partir de la diferencia entre 2 valores consecutivos de PCR:
vs Paquetes Programa N – Razón de bits de programa N
vs Paquetes Totales – Razón de bits de la Trama
 3. Reiniciar contadores de Paquetes de Programa y Paquetes Totales
 3. **¿Conozco estructura TS? – SI**
 1. Selección de servicios a re-multiplexar
 2. Generar secciones de Tablas PSI (PAT, PMT's, NIT, SDT)
 3. Insertar en paquetes TS secciones de Tablas PSI generadas y almacenarlas en buffers
 4. **¿Contiene el paquete alguna sección PSI (PAT, PMT's, NIT, SDT)? - SI**
 1. Almacenar en fichero de salida paquete correspondiente a la Tabla PSI presente en el paquete analizado
 2. Actualizar Campo de Contador de Continuidad del paquete TS almacenado en el buffer de salida correspondiente
 5. **¿Contiene el paquete alguna sección de las Tablas TDT o TOT? – SI**
 1. Almacenar en fichero de salida el paquete analizado
 6. **¿Contiene el paquete alguna Trama elemental de los programas a re-multiplexar? - SI**
 1. Actualizar PID del paquete según información de nueva PMT asociada
 2. Almacenar en Fichero de Salida
 7. **¿Contiene el paquete alguna Trama elemental de los programas a re-multiplexar? - NO**
 1. Almacenar en Fichero de Salida paquete nulo
 2. **¿Terminé de leer el Fichero de Entrada? – SI**
 1. Cerrar Fichero de Entrada
 2. Cerrar Fichero de Salida

Los bloques de procesamiento de datos en los que se puede dividir el pseudocódigo propuesto son los siguientes:

- **Filtrado de Paquetes TS:**

Cada paquete leído es almacenado en un buffer de entrada y se realiza un proceso de filtrado en función del PID que posea. Solamente después de procesar la información completa de la PAT se comienzan a aplicar los filtros para obtener cada una de las PMT correspondientes a todos los programas presentes en la trama. El filtrado de la tabla SDT puede realizarse sin necesidad de haber procesado la PAT. Los valores de PID asociados a cada tabla se relacionan en la **Tabla 1**.

- **Procesador de Secciones PSI:**

Posteriormente, el procesado de los paquetes solamente se realiza si su PID corresponde a alguno de los filtros PSI abiertos, enviándose la información correspondiente al bloque funcional encargado de procesar dichos paquetes. El procesamiento de la sección PSI se realiza cuando se completa de forma íntegra su almacenamiento en los buffers de sección. La **Tabla 2** muestra los datos de interés extraídos de las secciones PSI durante su procesamiento.

Tabla 2. Información de interés extraída de las Tablas de Información Específica de Programa

PAT	PMT[n]	NIT	SDT
<ul style="list-style-type: none"> • Programa[n]: - Identificador de servicio - PMT PID 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificador de servicio • Video PID • Audio[n]: - Audio PID • PCR PID • Datos PID 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificador de Red • Nombre de la Red • Trama de Transporte[n]: - Servicios[n]: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificador de servicio ▪ Tipo de servicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios[n]: 1. Identificador de servicio 2. Estado 3. Tipo 4. Nombre Proveedor 5. Nombre Servicio

Después de conocer la estructura de la Trama de Transporte se procede a la generación de las nuevas Tablas de Información Específica de Programa que definirán la estructura de la Trama de Transporte a almacenar en el fichero de salida.

- **Generador de Secciones PSI:**

Este bloque crea las secciones de las tablas PSI a partir de la selección del o los programas a almacenar en el nuevo fichero. Al modificar la estructura de la Trama de Transporte es necesario reconfigurar la información transmitida en estas tablas de forma que describan la nueva estructura de servicios presentes en el multiplex.

La estructura implementada durante la generación de las secciones PAT y PMT está definida en el estándar ISO 13818-1. La estructura de las secciones SDT y NIT y los diversos descriptores utilizados por estas tablas están definidos en el estándar EN 300 468 V1.3.1. La **Figura 2** muestra la definición de la sección PAT en el estándar ISO 13918-1.

Syntax	No. of bits	Mnemonic
<code>program_association_section() {</code>		
<code>table_id</code>	8	uimsbf
<code>section_syntax_indicator</code>	1	bslbf
<code>'0'</code>	1	bslbf
<code>reserved</code>	2	bslbf
<code>section_length</code>	12	uimsbf
<code>transport_stream_id</code>	16	uimsbf
<code>reserved</code>	2	bslbf
<code>version_number</code>	5	uimsbf
<code>current_next_indicator</code>	1	bslbf
<code>section_number</code>	8	uimsbf
<code>last_section_number</code>	8	uimsbf
<code>for (i = 0; i < N; i++) {</code>		
<code>program_number</code>	16	uimsbf
<code>reserved</code>	3	bslbf
<code>if (program_number == '0') {</code>		
<code>network_PID</code>	13	uimsbf
<code>}</code>		
<code>else {</code>		
<code>program_map_PID</code>	13	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		
<code>CRC_32</code>	32	rpchof
<code>}</code>		

Figura 2. Definición de la sección PAT en el estándar ISO 13818-1. [2]

- Almacenamiento en Fichero de Salida:

El almacenamiento de los paquetes TS en el Fichero de Salida se implementó en función de la información que contenida en cada paquete TS leído del Fichero de Entrada. Los posibles casos a tener en cuenta son los siguientes:

1. Contiene información de sección (PAT, PMT's, NIT, SDT, TDT/TOT)

En función de cual sección PSI fue recibida se almacena en el fichero de salida el paquete que contiene la nueva versión de esta sección PSI. En el caso de ser una sección PMT es necesario conocer si corresponde a un programa que estará presente en la Trama de Salida; de ser así, se almacena el paquete de la nueva versión de la sección y en caso contrario, se almacena un paquete nulo para garantizar que la cantidad de paquetes TS entre valores consecutivos de PCR no varíe.

2. Contiene información de Trama Elemental de un programa presente en la Trama de Salida.

Inicialmente es necesario identificar el tipo de trama elemental que transporta el paquete: audio o video. A partir de esta información se actualiza el valor PID del paquete según la nueva estructura definida por la tabla PMT del servicio y se almacena el paquete en el Fichero de Salida.

3. Contiene información de Trama Elemental de un programa NO presente en la Trama de Salida.

El proceso de re-multiplexación concluye una vez que la Trama de Transporte almacenada en el fichero de entrada sea procesada completamente. Como el presente software no incluye hasta el momento el re-cálculo de los paquetes PCR se debe garantizar que la cantidad de paquetes TS entre valores consecutivos de PCR no varíe por lo que por cada paquete eliminado es insertado en el Fichero de Salida un paquete nulo.

4. VALIDACIÓN DEL MODELO DE RE-MULTIPLEXACIÓN IMPLEMENTADO

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los experimentos realizados para validar el modelo de re-multiplexación implementado.

Metodología experimental:

Los objetivos perseguidos con el experimento a realizar son: comprobar el correcto procesamiento y generación de las tablas: PAT, PMT, NIT, SDT y TDT/TOT; comprobar que el intervalo de tiempo entre estampillas PCR coincide con las de la Trama de entrada, es decir, se mantiene constante. Para esto se re-multiplexó un fichero que contiene una Trama de Transporte con 3 servicios de televisión (Musicales, Infantiles, Informativo) en un fichero a contener una Trama de Transporte con uno de los tres servicios de televisión (Infantiles) del fichero de entrada. Los ficheros de entrada y salida fueron analizados con el programa **4T2 Content-Analyzer** producido por la empresa ABC (Advanced Broadcast Components Ltd.). El empleo de este programa proporciona la información de interés que permite corroborar los resultados obtenidos.

Después de analizado el fichero de salida se procede a comprobar que puede ser recibido correctamente por un receptor de TV Digital. Para esto utiliza el esquema de transmisión-recepción propuesto por el estándar DTMB.

Resultados esperados:

La estructura de la Trama de Transporte de salida debe ser procesada correctamente por el software **4T2 Content-Analyzer**. Las secciones de las tablas PAT, PMT, NIT, SDT, TOT/TD deben estar presentes en la Trama de salida. Las tablas PAT, NIT y SDT deben contener solamente información referente al programa seleccionado (Infantiles). La posición en tiempo entre cada valor de PCR recibido en el fichero de salida debe coincidir con el mismo valor en el fichero de entrada procesado. El fichero de salida debe ser decodificado correctamente por un receptor de TV Digital, mostrando la presencia de un solo servicio de TV. La **Tabla 3** muestra la estructura configurada y esperada en la Trama de salida.

Tabla 3. Estructura de Trama de Transporte de salida configurada

Parámetro	Valor
Cantidad de Programas	1
Nombre de Servicio	Infantiles
Identificador de Servicio	100 (0x64h)
PMT PID	250 (0xFAh)
Video PID	300 (0x12Ch)
Audio PID	400 (0x190h)

Resultados obtenidos:

La Figura 3 muestra el resultado obtenido de analizar la PAT del fichero de entrada y el fichero de salida. La Tabla PAT generada indica que hay un programa (Infantiles) en la Trama de Transporte. Los valores resaltados asociados a Identificador de Programa y PMT PID coinciden con los previamente configurados.

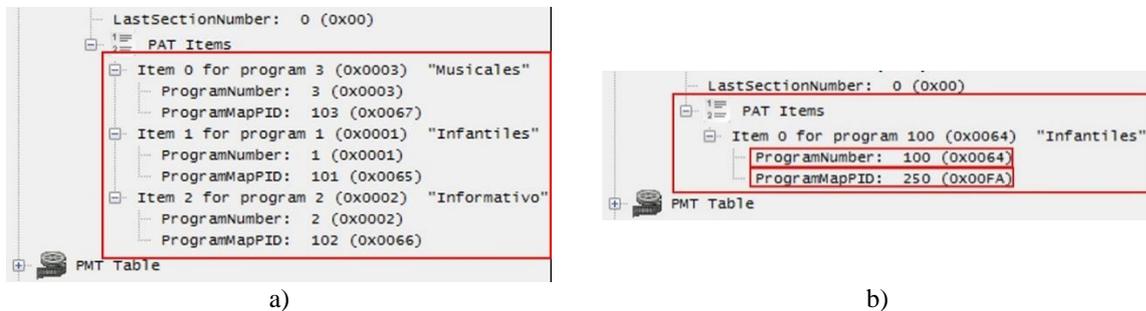


Figura 3. Contenido de la Tabla PAT a) Trama de Transporte de entrada b) Trama de Transporte de salida

La **Figura 4** muestra resaltada en rojo la información a comparar referida a las tablas PMT de las Tramas de entrada y salida para el programa Infantiles. Los valores de los campos asociados al PID donde se transporta la información de audio y video observados en la PMT de la Trama de salida corresponden con los configurados al inicio. El valor del tipo de trama asociado al audio y el video coincide con su valor correspondiente en la Trama de entrada.

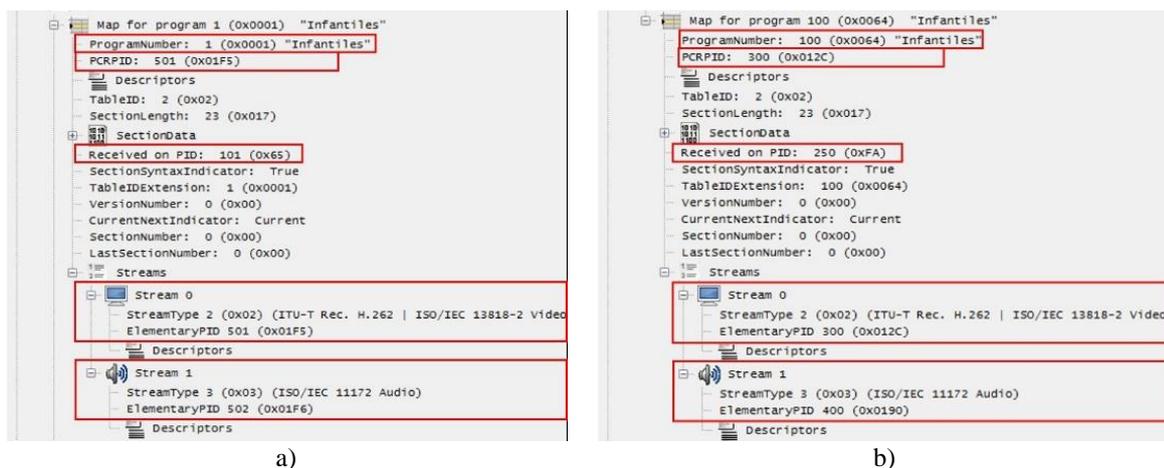


Figura 4. Contenido de la Tabla PMT a) Trama de Transporte de entrada b) Trama de Transporte de salida

En la **Figura 5** se resalta la presencia de tres programas en la Tabla SDT de la Trama de entrada: Infantiles, Informativo, Musicales. La tabla SDT generada durante el proceso de re-multiplexación muestra la presencia del programa Infantiles según lo configurado inicialmente.

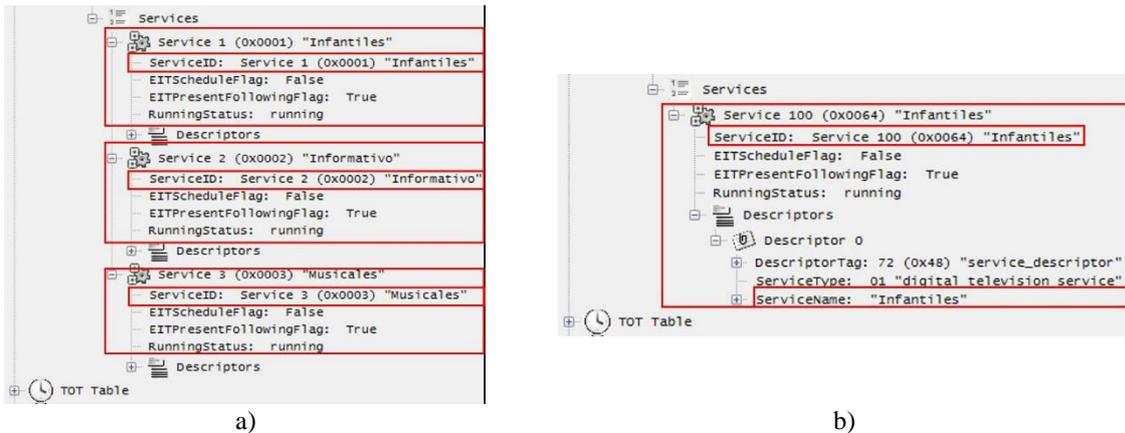


Figura 5. Contenido de la Tabla SDT a) Trama de Transporte de entrada b) Trama de Transporte de salida

La **Figura 6** muestra la presencia de tres programas asociados a la Trama de Transporte número 1 mientras la tabla NIT generada durante el proceso de re-multiplexación muestra la presencia solamente de un programa con Identificador número 100 acorde a lo configurado inicialmente. El identificador de Red de la tabla generada coincide con el valor presente en la Trama de Transporte de entrada.

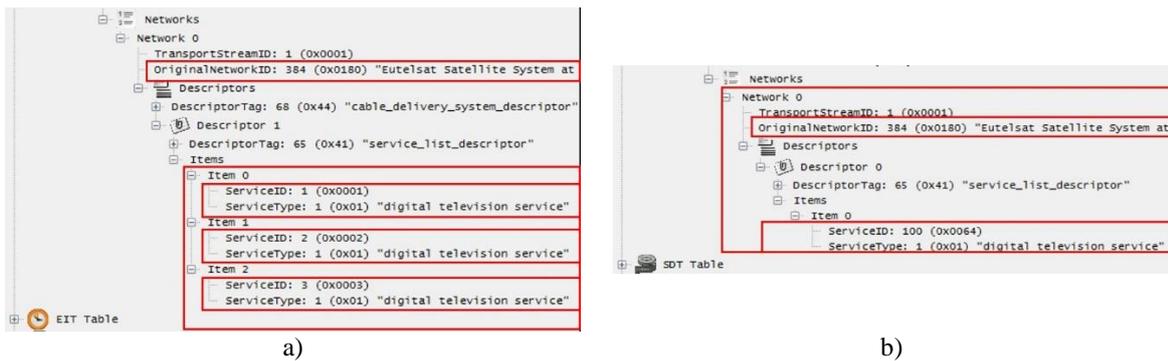


Figura 6. Contenido de la Tabla NIT a) Trama de Transporte de entrada b) Trama de Transporte de salida

La **Figura 7** muestra el desplazamiento en tiempo entre los paquetes que transportan información PCR de cada servicio presente en las Tramas de entrada y de salida. El valor del desplazamiento promedio no varía para el servicio re-multiplexado (Infantiles) entre la Trama de Entrada y la Trama de Salida para 100 valores de PCR consecutivos tomados en iguales segmentos de tiempo.

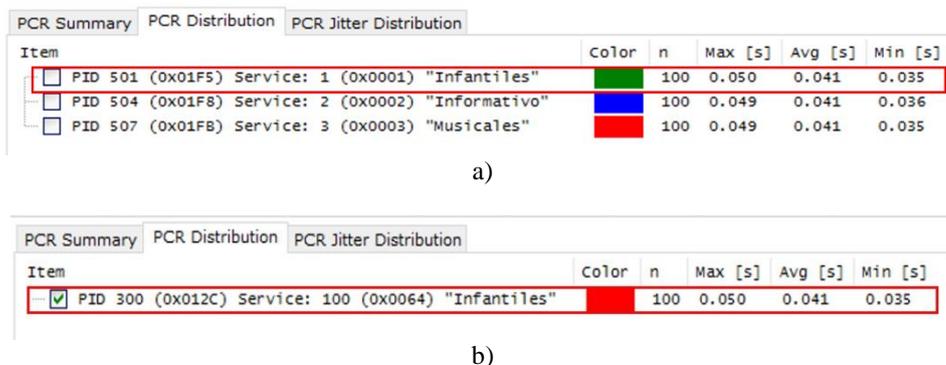


Figura 7. Distribución en tiempo de los paquetes PCR a) Trama de Transporte de entrada b) Trama de Transporte de salida

Las Tablas PSI generadas como resultado del proceso de re-multiplexación fueron detectadas y procesadas correctamente. La distancia promedio en tiempo entre paquetes PCR para el programa re-multiplexado no mostró ninguna variación, respondiendo al criterio de diseño propuesto para evitar corregir los valores de PCR en la Trama de Transporte de salida.

La **Figura 8** muestra la correcta recepción y decodificación de la Trama de Transporte de Salida en un receptor de TV Digital. Enmarcado en un recuadro rojo se destaca la presencia del servicio Infantiles en la Trama de Transporte de salida, acorde a los configurado antes de la re-multiplexación.



Figura 8. Imagen decodificada por receptor de TV Digital a) Trama de Transporte de entrada b) Trama de Transporte de salida

5. FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

Las futuras líneas de trabajo para la continuación del proyecto de investigación son las siguientes tareas:

- Desarrollar un mecanismo para la corrección de la información PCR cuando el proceso de re-multiplexación los necesite.
- Procesamiento y generación de las Tablas relacionadas con la información de la Guía Electrónica de Programa.
- Procesamiento y generación de las Tablas relacionadas con la información de radiodifusión de datos (Databroadcast).

6. CONCLUSIONES

La aplicación desarrollada modela las bases del proceso de re-multiplexación de una Trama de Transporte MPEG-2, desde el procesamiento de las Tablas PSI para conocer la estructura de la Trama de Transporte de entrada hasta la generación de las Tablas PSI que definirán la nueva estructura de la Trama de Transporte de salida. Permite comprobar que el proceso de re-multiplexación no necesita de la corrección de los valores codificados de PCR si no se realiza ninguna modificación de la ubicación de los valores PCR dentro de la Trama re-multiplexada.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los ingenieros Eduardo Cabrera Abizaid y Yosmany Hernandez Sánchez por su colaboración en los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

1. CHEN, Xuemin. *Transporting Compressed Digital Video*. Kluwer Academic Publishers, 2002.
2. WATKINSON, John. *The MPEG Handbook*. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP: Focal Press, 2004.
3. ISO. *Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems*. ISO Standard 13818-1. ISO/IEC Office. Geneva. Switzerland. 2000.

4. European Broadcasting Union DVB - *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems*. European Standard (Telecommunications series) EN 300 468 V1.3.1 (1998-02)
5. Robinett, R., R. Gratacap, and W. Slattery, *Network Distributed Remultiplexer For Video Program Bearing Transport Streams*, 2004, Skystream networks. p. 32.

SOBRE LOS AUTORES

Ing. Iván Rodríguez Portas: La Habana, 20 de diciembre de 1990. Graduado de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, CUJAE, La Habana, Cuba, 2014. Posición Actual: Reserva Científica, **LACETEL**, Cuba, Ave. Rancho Boyeros, #34515 (19200), Zona Postal: General Peraza, La Habana.

Ing. Rufino Cabrera Alvarez: La Habana, 06 de febrero de 1988. Graduado de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, CUJAE, La Habana, Cuba, 2012. Posición Actual: Aspirante a Investigador, **LACETEL**, Cuba, Ave. Rancho Boyeros, #34515 (19200), Zona Postal: General Peraza, La Habana.

Ing. Jorge Rodríguez Rodríguez: La Habana, 10 de enero de 1988. Graduado de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, CUJAE, La Habana, Cuba, 2012. Posición Actual: Aspirante a Investigador, **LACETEL**, Cuba, Ave. Rancho Boyeros, #34515 (19200), Zona Postal: General Peraza, La Habana.