

# Diseño e Implementación de un Analizador de Transport Stream para Señal TdT en el Estándar ISDB-T, 2da. Versión

Design and Implementation of a Transport Stream Analyzer for TdT Signal in the ISDB-T Standard, 2<sup>nd</sup> Version

Daniel Díaz Ataucuri<sup>1</sup>, Milton Ríos Julcapoma<sup>2</sup>, Alejandro Llanos García<sup>3</sup>

*Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú  
Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones de la UNI, Lima, Perú*

**Resumen—** Este artículo trata del diseño e implementación de un Analizador de Transport Stream (TS) para señal TdT en el Estándar ISDB-T, el cual contiene dos partes: la recepción y captura de paquetes Transport Stream TS de un canal de televisión en formato full-seg, y el análisis del Transport Stream TS. Para el desarrollo de estos objetivos se ha utilizado una computadora personal convencional con el sistema operativo Linux 10.04 y el uso de un receptor USB Full-Seg de Televisión Digital Terrestre. Luego el analizador del Transport Stream-TS fue desarrollado en el lenguaje de programación JAVA y como consecuencia se obtuvieron resultados satisfactorios al realizar pruebas de sintonía del canal América TV al ser contrastados con las recomendaciones del ISDB-T, observando el contenido de los paquetes y verificando el nombre y frecuencia del canal, hora de transmisión, la Guía de Programación Electrónica, entre otros.

**Abstract—** This article discusses the design and implementation of a Transport Stream Analyzer (TS) for TdT signal on ISDB-T standard, which contains two parts: the receipt and capture Transport Stream (TS) packets of a television channel in full-seg format, and Transport Stream (TS) analysis. For the development of these objectives we have used a conventional personal computer with the operating system Linux 10.04 and using a USB Full-Seg receiver of digital terrestrial television. Then the analyzer Transport Stream (TS) was developed in the Java programming language and as a consequence was obtained satisfactory results when it was tested tuning America TV channel to be contrasted with ISDB-T recommendations, noting the contents of the packets and verifying the name and frequency of the channel, time of transmission, Electronic Program Guide, among others.

**Palabras Claves -** Transport Stream, ISDB-T, MPEG-2, Header Transport Stream, PID, TS, PS, PES.

**Key Words -** Transport Stream, ISDB-T, MPEG-2, Header Transport Stream, PID, TS, PS, PES

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel latinoamericano, la mayoría de los países de la región han adoptado el estándar ISDB-T con Innovaciones Brasileñas, para el Sistema de Televisión Digital Terrestre (TdT), donde el flujo de transmisión utiliza el estándar internacional para el multiplexaje “MPEG-2 System” [1]: ISO/IEC 13818-1 / ITU-T Rec. H.222. Este sistema envía la información en pequeños paquetes, denominado “MPEG-2 Transport Stream (TS)”, el cual tiene una longitud de 188 Bytes y contiene una cabecera de 4 Bytes con información de sincronismo, indicador de error de transporte, prioridad de transporte, Indicador de Paquete (PID), control de transporte, control del campo de adaptación y control de continuidad, además de las tablas de información.

En la actualidad el análisis del Transport Stream-TS, está supeditado a costosos equipos dedicados a esta labor y los pocos productos de software disponibles funcionan con un hardware dedicado de alto costo. En ambos casos, se dispone de herramientas para un análisis detallado de las tramas de la señal TdT que llegan a los puntos de recepción.

En este artículo se describen el diseño y desarrollo de las funcionalidades del analizador de Transport Stream, desarrollado para funcionar en la Arquitectura de Hardware i686 (computador convencional), disminuyendo de esta manera los costos de equipamiento. Este software realiza el análisis de cada uno de los campos que forman la cabecera del TS con su significado respectivo, además de las Tablas de

<sup>1</sup>Daniel Díaz Ataucuri, e-mail: ddiaz@inictel-uni.edu.pe

<sup>2</sup>Milton Ríos Julcapoma, e-mail: mrios@inictel-uni.edu

<sup>3</sup>Alejandro Llanos García, e-mail: allanos@inictel-uni.edu.pe

Recibido: Setiembre 2011 / Aceptado: Diciembre 2011

Información correspondiente. A través de este software se captura los paquetes Transport Stream TS de un canal de Televisión por medio de un sintonizador full-seg del tipo USB, para luego realizar un análisis detallado del TS, mostrando cada uno de los campos de la cabecera, la tabla del Servicio de Información (SI), Tabla de Mapa de Programa (PMT), Tabla de Asociación de Programa (PAT), Tabla de Información (NIT), entre otros.

## II. TRANSPORT STREAM-TS

La estructura del Flujo del TS está definida en el estándar ITU-T Rec. H.222.0/ISO/IEC 13818-1[4] [5], y contiene las Tablas de Información PSI (Program Specific Information), donde dicha estructura debe complementarse con las Tablas SI, la cual se encuentra en la Norma Brasileña correspondiente a la multiplexación: ABNT-NBR 15603-1,15603-2,15603-3. En la Fig.1 se ilustra la secuencia para la generación del flujo TS. Las señales de audio y video se procesan mediante un codificador digital obteniéndose los Flujos Elementales-ES [2], que luego se convierten en paquetes PES, y para más adelante formar los paquetes Transport Stream-TS.

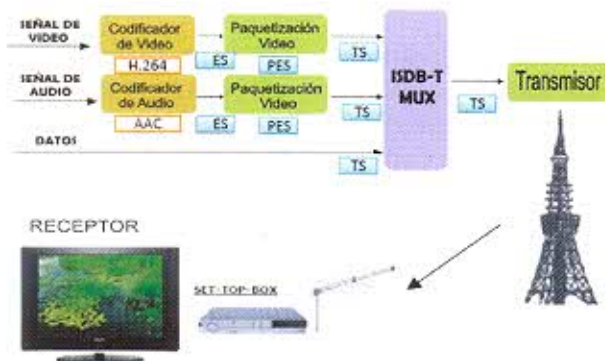


Fig. 1 Flujo de Transporte TS

Con la finalidad de establecer definiciones preliminares a continuación se presentan los términos asociados al análisis del TS:

- “*Program*” o “Programa”, se refiere a un canal o a un servicio simple de radiodifusión.
- “*Elementary Stream*”(ES) o “Flujo Elemental”, son flujos binarios codificados de audio y video que son partes de los “Program”.
- “*Packet Elementary Stream*” (PES). Los *Elementary Stream* se estructuran en paquetes para formar los PES.

El Sistema de Multiplexado “Transport Stream”, esta conformado por paquetes Transport Stream (TS),

que tienen una longitud fija de 188 bytes y contienen una cabecera de 4 Bytes. Los TS se forman a partir de los PES, tal como se ilustra en la Fig. 2. Cada TS puede contener video, audio o datos [6], [7] y [8].

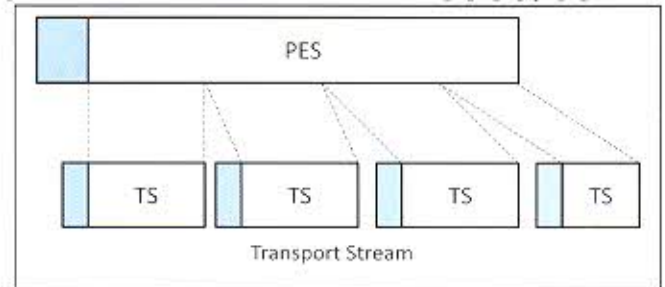


Fig. 2 Paquetes Transport Stream a partir de PES

No están establecidas las condiciones en cuanto al orden en que los paquetes deben de ser multiplexados, respetándose el orden cronológico de los paquetes PES. Además de los paquetes TS, correspondientes a los Flujos Elementales ES, se necesita incorporar paquetes que contengan información referente al Sistema de Información-SI, la información específica del Programa-PSI. En la Fig. 3, se ilustra en forma simplificada el proceso de multiplexado.

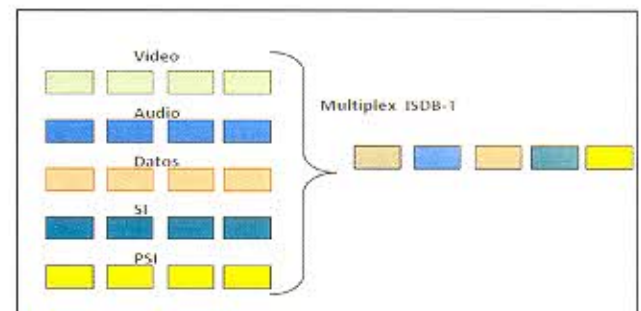


Fig. 3 Multiplexado de TS.

### A. Cabecera del Paquete TS

La Tabla 1, contiene la cabecera que consta de 4 Bytes.

- Sync\_Byte (8bits): Siempre tiene el Valor de 0x47(Hexadecimal), este valor es importante, debido a que nos permite identificar el inicio de cada paquete.
- Transport error indicator (1 bit): Es un indicador de bits errados; si está en “1” indica que hay al menos un bit erróneo no corregido dentro del paquete, si se encuentra en 0 no hay errores en el paquete.
- Payload unit start indicator (1 bit): Los paquetes PES se extienden, normalmente, a lo largo de varios paquetes de transporte. El primer byte del

inicio de un paquete PES se coloca en el primer byte disponible de la carga de un paquete de transporte, hecho que se indica poniendo este bit a "1".

Tabla 1. Estructura de un Paquete TS

Campo	Definición	Nº de Bits
Sync_byte	Byte de Sincronía 0x47	8
Transport_error_indicator	Indicador de un Error Detectado	1
Payload_unit_start_indicator	Inicio de PES en el Paquete de Transporte	1
Transport_priority	Indicador de Prioridad	1
PID	Identificador del Paquete de Transporte.	13
Transport_scrambling_control	Control del Campo de Adaptación en el Paquete.	2
Adaptación_field_control	Control de Campo de Adaptación en el Paquete.	2
Continuity_counter	Contador de continuidad.	4

- Transport priority (1 bit): Es un indicador, si está en "1" indica que el paquete asociado de transporte tiene más prioridad que otros paquetes con el mismo PID.
- Packet Identifier (PID de 13 bits): El PID es un identificador que se le asigna a todos los paquetes pertenecientes a un flujo PES, tiene  $2^{13}$  valores posibles, de los cuales 17 son reservados para las Tablas del SI y PSI.
- Transport scrambling control (2 bits): Control de codificación de transporte, identifica el modo de codificación del payload para el paquete TS.
- Adaptation field control (2 bits): Indica si la cabecera va seguida por un campo de adaptación y/o carga útil.
- Continuity counter (4 bits): Se incrementa con cada paquete del mismo PID que contenga carga útil.

En la Fig. 4 se ilustra el paquete del TS y su cabecera de 4 Bytes.

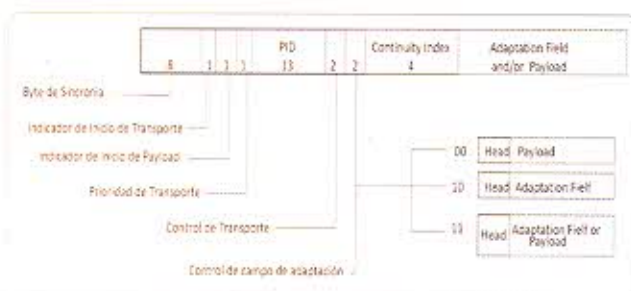


Fig. 4. Paquete de Transport Stream

### III. MÉTODO DE CAPTURA Y RECEPCIÓN DEL TS

Para recibir y capturar el TS se ha utilizado una computadora convencional PC (Arquitectura i686), con Sistema Operativo Linux 10.04. Así mismo, se empleó un receptor USB Full-Seg de Televisión Digital Terrestre. En la Fig. 5 se ilustra el escenario del laboratorio para la recepción de señal de TdT en formato Full-Seg.

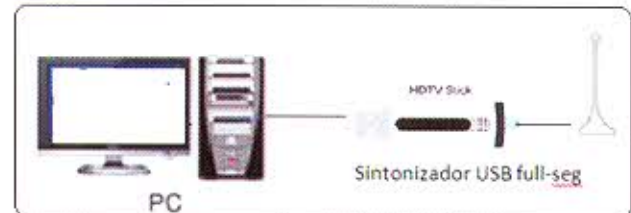


Fig. 5. Captura y Recepción de Transport Stream

Se instaló el receptor de Televisión Digital USB usando el Sistema Operativo Linux, utilizando los drivers V4L (Video for Linux), el chipset del receptor USB es el Chip Marca Dibcom 7000. En la Fig. 6 se muestra el receptor USB full-seg utilizado en el presente proyecto.

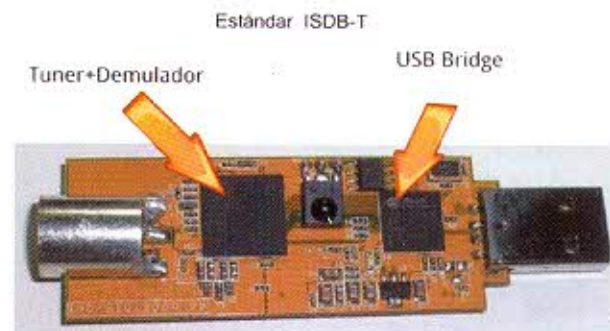


Fig. 6. Receptor USB de Televisión Digital.

Una vez instalado el receptor USB Full Seg se procedió a generar un archivo que contenga los canales y las frecuencias de los mismos: channels.conf.

En la Tabla 2 se muestra un fragmento del contenido del archivo channels.conf, en la que se observa la característica de cada canal de radiodifusión, como por ejemplo el nombre y la frecuencia de transmisión, etc.

Luego se procede a la captura del TS, el cual se ilustra en la Fig. 7 y se visualiza la reproducción del TS usando el Mplayer, como se observa en la Fig. 8.

TABLA II. FRAGMENTO DE ARCHIVO CHANNELS.CONF

```

TVPeruHD:485142857:INVERSION_AUTO:BANDWI
TVPeruSD1:485142857:INVERSION_AUTO:BANDU
TVPeruSD2:485142857:INVERSION_AUTO:BANDU
TVPeruMovil:485142857:INVERSION_AUTO:BAN
ATV HD:497142857:INVERSION_AUTO:BANDUIDT
ATV:497142857:INVERSION_AUTO:BANDWIDTH_6
ATV SD:497142857:INVERSION_AUTO:BANDUIDT
Frecuencia Latina HD:509142857:INVERSION
Frecuencia Latina Movil:509142857:INVERS
Red Global HD:521142857:INVERSION_AUTO:B
Red Global 1seg:521142857:INVERSION_AUTO
AMERICA TV HD:533142857:INVERSION_AUTO:B
AMERICA TV SD :533142857:INVERSION_AUTO:
AMERICA TV PORTATIL:533142857:INVERSION_

```

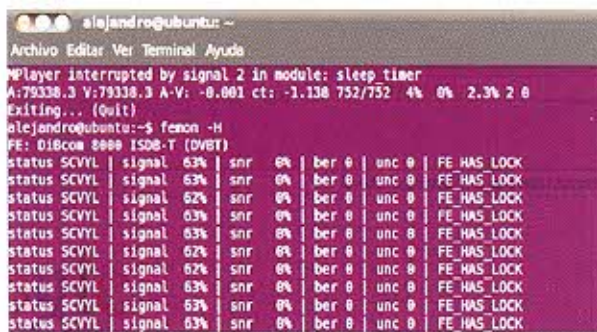


Fig. 7. Captura de TS visualizado.



Fig. 8. Reproducción del TS en el Mplayer.

#### IV. IMPLEMENTACIÓN DEL ANALIZADOR TS

La primera versión del analizador fue desarrollado en Visual Basic [3], el cual tenía la limitación de que solo funcionaba en el Sistema Operativo Windows. En esta segunda versión, se realizó la implementación del analizador de Transport Stream-TS en lenguaje JAVA; que tiene como característica de ser libre y es

multiplataforma; es decir, funciona en diversos sistemas operativos, siendo los más conocidos Windows y Linux, como se ilustra en la Fig. 9.

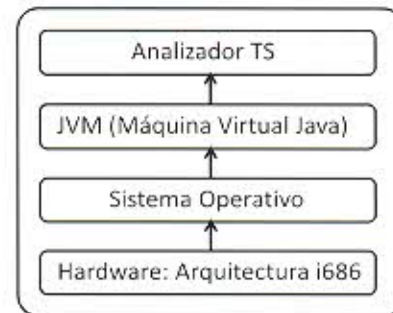


Fig. 9. Estructura del Analizador de TS.

El Analizador del Transport Stream-TS tiene los subsistemas que se muestra en la Fig. 10.

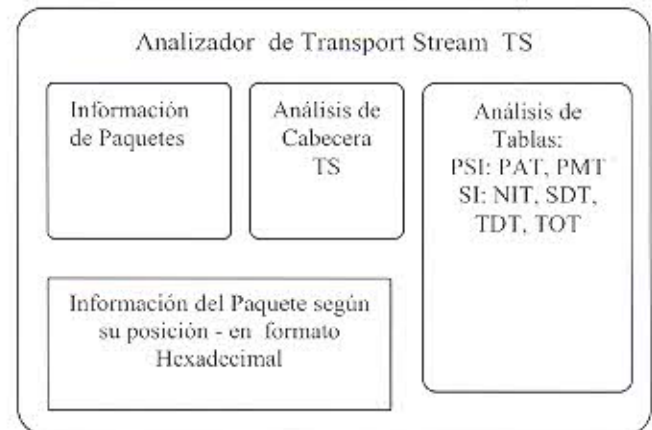


Fig. 10. Subsistemas del Analizador de TS.

Este analizador tiene una interfaz de usuario amigable que permite indicar la ruta donde se almacena el archivo conteniendo los TS, indica el número total de TS almacenados, especifica el número de TS a analizar, muestra los campos que forman la cabecera del TS, así como las tablas, entre otros parámetros.

#### V. RESULTADOS DEL ANALIZADOR TS

La vista general del analizador de Transport Stream-TS desarrollado se ilustra en la Fig. 11.

##### A. Visualización del Transport Stream-TS

En la Fig. 12 se presenta la información del paquete TS en formato hexadecimal capturado y en la Fig. 13 se presenta la información del análisis de la cabecera del paquete del TS.

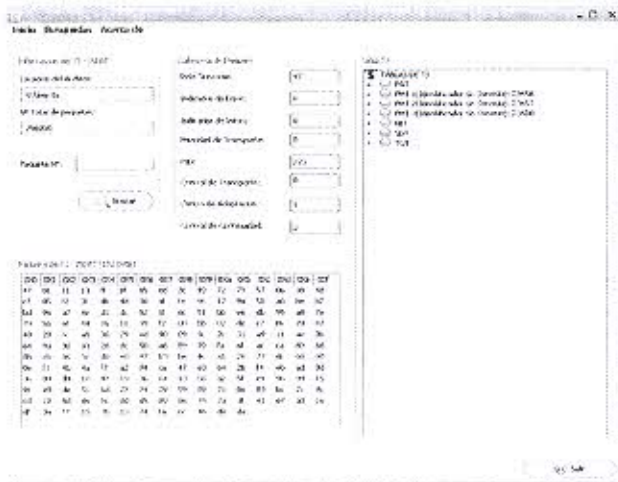


Fig. 11. Presentación de Analizador de Transport Stream

Paquete de TS - ISOBT (188 byte)

0x0	0x1	0x2	0x3	0x4	0x5	0x6	0x7	0x8	0x9	0xa	0xb	0xc	0xd	0xe	0xf
47	01	11	13	ff	ef	85	ed	3c	49	72	79	57	c6	38	4d
c7	05	f2	3f	db	dd	30	af	fa	96	17	9a	58	a5	ba	d2
bd	95	a7	4e	d1	dc	52	1f	6c	51	bb	e6	dc	95	a8	7e
70	55	6f	44	c6	11	99	f2	00	2b	07	de	c7	f6	73	e7
40	20	fc	a8	36	29	ed	93	09	9c	2c	31	a9	11	ae	3b
64	9a	30	a5	25	4c	50	a3	59	79	1a	6f	ac	ca	87	65
0b	cb	86	5c	d3	e8	97	53	be	4c	41	20	77	2c	68	00
0c	f1	4b	4a	37	a2	94	ca	47	e3	64	2b	f4	9b	a1	0d
36	04	64	10	47	19	36	64	13	58	a2	5f	c9	36	94	15
91	e9	0e	5c	bd	27	74	29	59	89	71	0e	83	2c	2c	9c
cd	c9	5d	86	f6	dd	e5	89	86	74	7a	3f	41	e7	a3	c6
df	3a	f7	15	3b	13	74	fa	6c	46	08	da				

Fig. 12. Información en hexadecimal del TS (paquete 0)

Cabecera de Paquete

Byte Sincronía:

Indicador de Error:

Indicador de Inicio:

Prioridad de Transporte:

PID:

Control de Transporte:

Centro de Adaptación:

Control de Continuidad:

Fig. 13. Información de Cabecera (paquete 0).

**B. Análisis de las Tablas del TS**

Se procede a la captura de los paquetes TS de un canal de radiodifusión, en este caso se capturó el canal "América TV", cuya frecuencia es 533142857 Hz. En la Fig. 14 se muestra el resultado del análisis de la Tabla PAT.

Los análisis de la Tabla PAT, fueron contrastados con la información teórica disponible en las

recomendaciones del ISDB-T [7], [8] y [9]; además sea comparó bit a bit con los paquetes hexadecimales.

Por ejemplo para este paquete perteneciente a la Radiodifusión de América TV, la PAT, ofrece 4 Programas o Servicios los cuales tienen números identificadores. El primero, corresponde a la tabla NIT, con número de programa 0. El segundo, corresponde a PMT 1, cuyo número de programa es 23456. El tercero, corresponde a PMT 2, cuyo número de programa es 23457. El cuarto, corresponde a PMT 3, cuyo número de programa es 23480; también apreciando sus respectivos PID's.

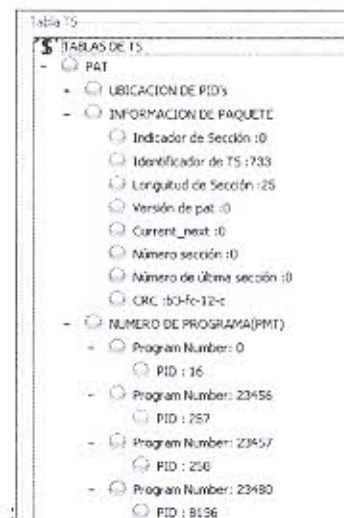


Fig. 14. Análisis de la Tabla PAT

En la Fig. 15, Fig. 16 y Fig. 17 se muestran el resultado del análisis de las tablas PMT1, PMT2 y PMT3 con más detalle.

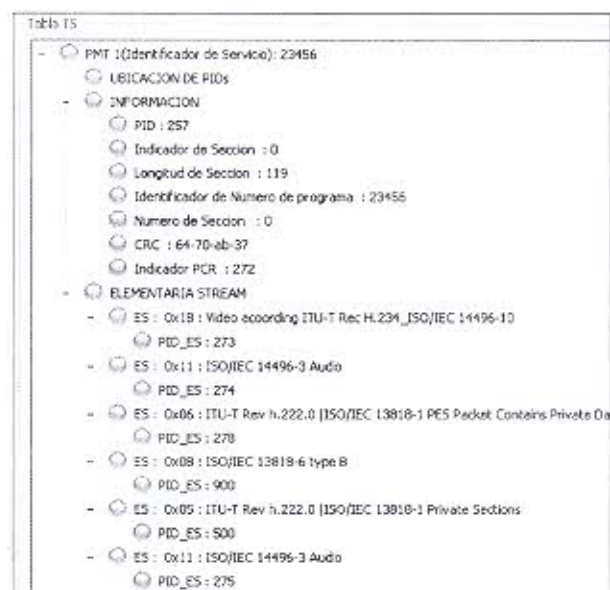


Fig. 15. Análisis de la tabla PMT 1.

Tabla TS

- PMT 2(Identificador de Servicio): 23457
  - UBICACION DE PIDs
  - ● INFORMACION
    - PID : 258
    - Indicador de Sección : 0
    - Longitud de Sección : 135
    - Identificador de Numero de programa : 23457
    - Numero de Sección : 0
    - CRC : eb-a7-5b-ed
    - Indicador PCR : 288
  - ● ELEMENTARIA STREAM
    - ● ES : 0x18 : Video according ITU-T Rec H.234\_ISO/IEC 14496-10
      - PID\_ES : 289
    - ● ES : 0x11 : ISO/IEC 14496-3 Audio
      - PID\_ES : 290
    - + ● ES : 0x05 : ITU-T Rev h.222.0 [ISO/IEC 13818-1 PES Packet Contains Private Data
    - ● ES : 0x08 : ISO/IEC 13818-6 type B
      - PID\_ES : 900
    - + ● ES : 0x05 : ITU-T Rev h.222.0 [ISO/IEC 13818-1 Private Sections
    - ● ES : 0x11 : ISO/IEC 14496-3 Audio
      - PID\_ES : 291
    - ● ES : 0x11 : ISO/IEC 14496-3 Audio
      - PID\_ES : 292
    - ● ES : 0x11 : ISO/IEC 14496-3 Audio
      - PID\_ES : 293

Fig. 16. Análisis de la tabla PMT 2.

Tabla TS

- ● PMT 3(Identificador de Servicio): 23480
  - UBICACION DE PIDs
  - ● INFORMACION
    - PID : 8136
    - Indicador de Sección : 0
    - Longitud de Sección : 29
    - Identificador de Numero de programa : 23480
    - Numero de Sección : 0
    - CRC : d-de-90-4e
    - Indicador PCR : 528
  - ● ELEMENTARIA STREAM
    - ● ES : 0x18 : Video according ITU-T Rec H.234\_ISO/IEC 14496-10
      - PID\_ES : 529
    - ● ES : 0x11 : ISO/IEC 14496-3 Audio
      - PID\_ES : 530

Fig. 17. Análisis de la tabla PMT 3

Apreciamos tres (3) programas o servicios, que transmite un Canal, además se puede apreciar los *Elementary Stream-ES* correspondientes a cada programa y su correspondiente Identificador PID.

Los programas son los siguientes:

- PMT 1: identificador 23456
- PMT 2: identificador 23457
- PMT 3: identificador 23480

En la Fig. 18, se aprecia la información que ofrece la Tabla SDT, aquí se muestra la información de la descripción de Servicios.

En la Fig. 19, se aprecia en detalle la Tabla NIT, la cual muestra información referente a la red de servicios.

En este análisis apreciamos la descripción de la Red, como el nombre América TV, código de Área,

frecuencia de transmisión, botón de control Remoto y los servicios que ofrece, los cuales son 2 (canales HD y/o SD y canales One-Seg), la modulación de los servicios, etc.

Tabla TS

- ● SDT
  - + ● UBICACION DE PID's
  - ● INFORMACION DE PAQUETE
    - Longitud :91
    - Identificador de Red :6225
    - Versión de SDT :0
    - Número de Sección :0
    - Número de Last Sección :0
    - Identificador de Red SDT1 :6225
  - ● SERVICIOS
    - ● Indicador de Servicio :23456
      - tipo\_servicio\_sdt :TV
      - Nombre de canal □AMERICA TV HD
    - ● Indicador de Servicio :23457
      - tipo\_servicio\_sdt :TV
      - Nombre de canal □AMERICA TV SD
    - ● Indicador de Servicio :23480
      - tipo\_servicio\_sdt :One-Seg
      - Nombre de canal □AMERICA TV PORTATIL

Fig. 18. Análisis de la Tabla SDT.

Tabla TS

- ● NIT
  - + ● UBICACION DE PID's
  - + ● INFORMACION DE PAQUETE
  - ● DESCRIPTOR DE RED
    - Longitud descriptor de Red: 17
    - Nombre de Red: □AMERICA TV
  - ● INFORMACION DE ADMINISTRACION DEL SISTEMA
    - Identificador de transport Stream: 6225
    - Identificador de red transport Stream: 6225
    - Estado de Trasmision : Broadcasting
    - Tipo de Señal de Transmision: Television Digital : television Broadcasting
    - LONG\_NIT\_DESCRIPTOR : 179
  - ● SISTEMA TERRESTRE DE TRANSMISION
    - Longitud de descriptores de servicio : 6
    - AREA CODEo : 2226
    - Intervalo de guardia : 1/16
    - Modo de transmision : 2
    - Frecuencia d de transmision : 533.1428571428571
  - ● DESCRIPTOR DE INFORMACION DE TRANSPORRT STREAM
    - Remote Key code : 4
    - TNombre del canal : □AMERICA TV
  - ● SERVICIO DE TV SD Y HD
    - Tipo de transmision : Tipo A
    - Tipo de modulación : 64 QAM
    - Cantidad de pids : 2
    - Pid del servicio 1 : 23456
    - Pid del servicio 2 : 23457
  - ● SERVICIO DE TV ONE-SEG
    - Tipo de transmision : Tipo c
    - Tipo de modulación : QPSK
    - Pid del servicio : 23480

Fig. 19. Análisis de la tabla NIT.

El análisis mostrado en la Fig. 19 fue validado con la información teórica explicada en el estándar del ISDB-T [7], [8] y [9].

En la Fig. 20, se aprecia en detalle la Tabla TOT, donde se muestra la información de la fecha y hora de transmisión.

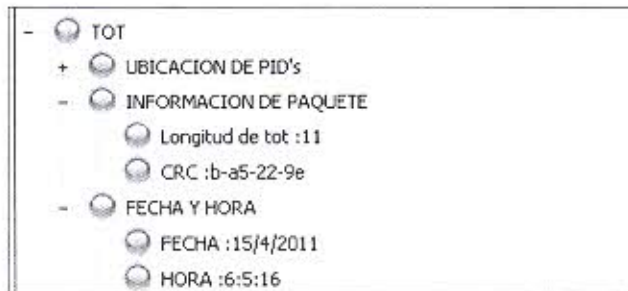


Fig. 20. Análisis de la tabla TOT.

## VI. CONCLUSIONES

Este trabajo muestra la implementación de un analizador de Transport Stream-TS, en una arquitectura i686, para el estándar ISDB-T con innovaciones Brasileñas. De esta manera se demostró el desarrollo del analizador de Transport Stream-TS, empleando programación orientada a objetos en lenguaje JAVA, constituyendo de esta manera la segunda versión desarrollada de este analizador, permitiendo el monitoreo de la información, el análisis de cabecera, el análisis de las tablas de Sistema-SI, las tablas específicas de programa-PSI y con la opción de detectar errores en la transmisión, siendo esta característica muy importante para su uso a través de una computadora personal ya sea con el sistema operativo Linux o Windows.

Podemos confirmar que se verificó de manera satisfactoria la sintonización, recepción y captura de paquetes TS al utilizar un adaptador externo USB Full-Seg, de acuerdo al estándar ISDB-T, reservado para dispositivos terminales móviles.

## VII. AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la UNMSM por fomentar el desarrollo del presente proyecto, dentro de la modalidad SIN-SIN, y al Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones

de la Universidad Nacional de Ingeniería, INICTEL-UNI, donde se desarrolló gran parte del presente proyecto, como integrante de la Alianza Estratégica de Universidades del Perú.

## REFERENCIAS

[1] Watkinson J., "The MPEG Handbook". Elsevier and Focal Press. 2da. Edición. 2004.

[2] Richardson I. E., "H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next Generation Multimedia". The Robert Gordon University, Aberdeen, UK. John Wiley & Sons Ltd, 2003.

*Referencia a Artículos de Memorias de Conferencias (Publicados):*

[3] Llanos G. A., Díaz A. D., " Desarrollo de software Analizador Cabecera de Transport Stream para ISDB-T," "V Edición de las Jornadas de Sistemas de Telecomunicaciones 2010. [http://www.ginga.org.pe:8080/ginga/doc\\_template/pdf/Articulo\\_analizador\\_TS\\_INICTEL-UNI.pdf](http://www.ginga.org.pe:8080/ginga/doc_template/pdf/Articulo_analizador_TS_INICTEL-UNI.pdf)

*Referencias a Estándares:*

[4] STANDARD INTERNATIONAL Reference number ISO/IEC 13818-1: 2000.

[5] STANDARD INTERNATIONAL Reference number ISO/IEC 13818-1:2007, Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems.

[6] Packet Transport Mechanism for Ancillary Data ARIB STD-B40 PES

[7] Estándar brasileiro de Televisión Digital Terrestre: ABNTNBR15602\_2D2

[8] Estándar brasileiro de Televisión Digital Terrestre: ABNTNBR15602\_2D1

[9] ISBT-T reporte técnico. ANEXO-AA. Contenidos técnicos y estructura del sistema ISDB-Tb.