

Metodología de pruebas del servicio IPTV sobre tecnología GPON

Por: Msc . Ing. Luis Enrique Conde del Oso, Jefe de Departamento Estructura de la Red, Dirección de Planeamiento Estratégico, Dirección Central de Desarrollo y Tecnología (DCDT), ETECSA.
luis.conde@etecsa.cu

Resumen

En este trabajo se analiza el protocolo de pruebas para la validación del servicio de Broadcast TV (BTV) sobre la tecnología de acceso GPON. El trabajo consta de una agenda constituida por tres secciones, la primera relativa a los aspectos teóricos relevantes de GPON y del servicio BTV, la segunda se enfoca a las principales recomendaciones de la UIT a cumplir para un servicio IPTV según el DSL Forum WT-126, mientras que la tercera sección muestra las herramientas utilizadas y la metodología de pruebas efectuadas en las instalaciones turísticas de Cayo Coco para validar la calidad del servicio IPTV en la modalidad BTV. Finalmente, se brinda una serie de recomendaciones asociadas a la aplicabilidad del modelo en otras tecnologías de acceso de una red de telecomunicaciones fijas y móviles.

Palabras clave: IPTV, Broadcast TV, VoD, GPON, Cuba, Metodología, Pruebas de campo

Abstract

This work analyzes the test protocol to be used for the validation of the Broadcast TV (BTV) service over GPON access technology installed at Cayo Coco and Jardines del Rey tourist resorts. The work consists of an agenda constituted by three sections: the first one is related to the relevant theoretical aspects of GPON and to the BTV service, the second one concentrates on the main recommendations of the ITU that a IPTV service must comply according to the DSL Forum WT-126, and the third one shows the tools and test methodology used in such tourist premises in order to validate the quality of the IPTV service in the BTV modality. At the end, there are several recommendations associated to the applicability of this model to other access technologies in a fixed and mobile telecommunications network.

Keywords: IPTV, Broadcast TV, VoD, GPON, Cuba, Methodology, Field Tests

Introducción

Dentro de los servicios de banda ancha que actualmente se están introduciendo en la cartera de negocios de los operadores de telecomunicaciones se encuentran los servicios de IPTV. Estos servicios pueden ser ofertados en dos modalidades: *Broadcast TV* (BTV) y Video Bajo Demanda (VoD), cada uno de ellos con impactos diferentes sobre la red de telecomunicaciones (Figura 1).

La evolución natural de los servicios sobre las Redes de Nueva Generación (NGN) transita hacia una integración de estos en las modalidades de Triple y Cuádruple Play, para lo cual la arquitectura de la red de telecomunicaciones en cada una de sus capas debe adecuarse a fin de brindar el soporte apropiado con una calidad óptima.

En este trabajo se explican las estrategias para la adecuación de las capas de la red de telecomunicaciones mediante una metodología de pruebas que permite evaluar la tecnología de acceso GPON y la calidad del servicio BTV ofertada sobre este tipo de red de acceso.

Servicios de IPTV, BTV y VoD

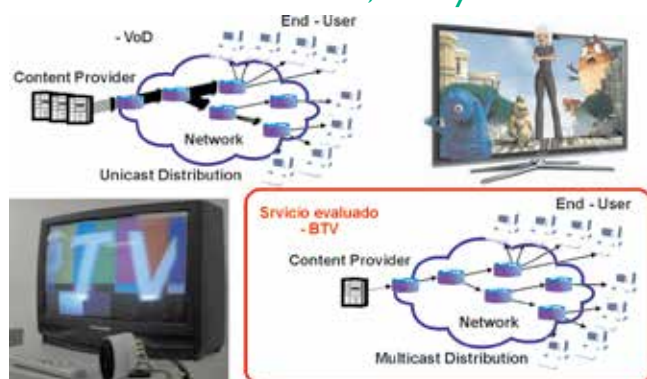


Figura 1. Diferentes impactos sobre la red de telecomunicaciones de los servicios de IPTV, BTV y VoD. (Fuente: [1]).

Como se muestra en la figura 1, el servicio de BTV se oferta en la modalidad *multicast*, mientras que el servicio de VoD utiliza la modalidad *unicast*. De esta manera, la oferta del servicio de BTV sobre una red de telecomunicaciones tiene menor impacto en los requerimientos de ancho de banda; sin embargo, precisa la activación del *multicast* en todos los enrutadores de la red y el manejo del protocolo IGMP en cualquiera de sus tres variantes: IGMP Snopping, IGMP Router o IGMP Proxy.

Debe destacarse que el servicio BTV define canales de *broadcast* sobre una red IP con un único canal desde el servidor de IPTV hasta el nodo de acceso al cual

pertenece un grupo de usuarios, facilitándoles adicionar diversas funciones como *Time Shift*. Por su parte, el servicio de VoD es un servicio *unicast* que requiere un canal dedicado para cada usuario y, por lo tanto, mayores exigencias a la red de telecomunicaciones.

Como se explica posteriormente en este trabajo, para las pruebas de BTV se utilizaron, entre otros elementos, dos software con desarrollos propios. El primero permite la creación de una parrilla de *streaming*, los canales de BTV que automáticamente definen los diferentes parámetros de la señal a enviar sobre la red IP, con el control del códec a utilizar y las respectivas velocidades de audio y video (Figura 2a). El segundo software (Figura 2b) es un simulador de STB que permite la recepción de la señal de video en una computadora personal (PC) en interacción con el transmisor de BTV. Esta aplicación es muy útil pues permite visualizar en una misma pantalla la totalidad de los canales enviados sobre la red IP, facilitando el control de estos en diferentes puntos de la red. Ambos software fueron programados en C++ a partir de códigos fuentes libres modificados y adaptados para la función requerida.

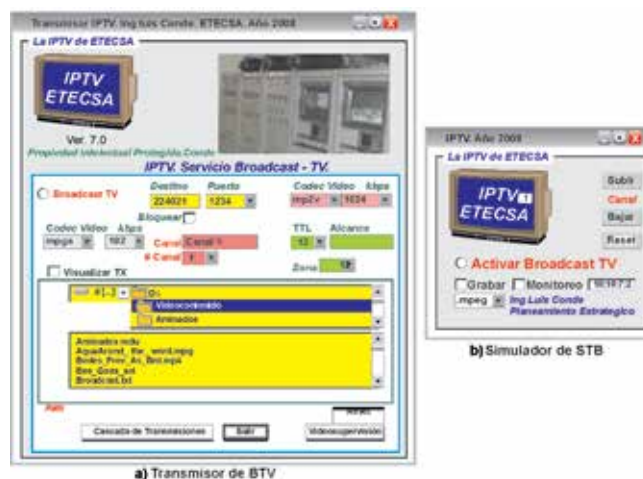


Figura 2. Programas del transmisor de BTV y simulador de STB. (Fuente: [1], [2]).

Estas aplicaciones fueron el eslabón fundamental que permitió el desarrollo de las pruebas de validación sobre la tecnología de acceso GPON con el servicio de IPTV BTV; sin embargo, debe tenerse en cuenta la arquitectura de la red de telecomunicaciones (Figura 3) en cuestión, pues una correcta evaluación de las pruebas implica un adecuado dimensionamiento de cada una de sus capas y, por supuesto, el tipo de solución FTTx a utilizar, que en nuestro caso fue FTTB con ADSL2+ (Figuras 4 y 5).

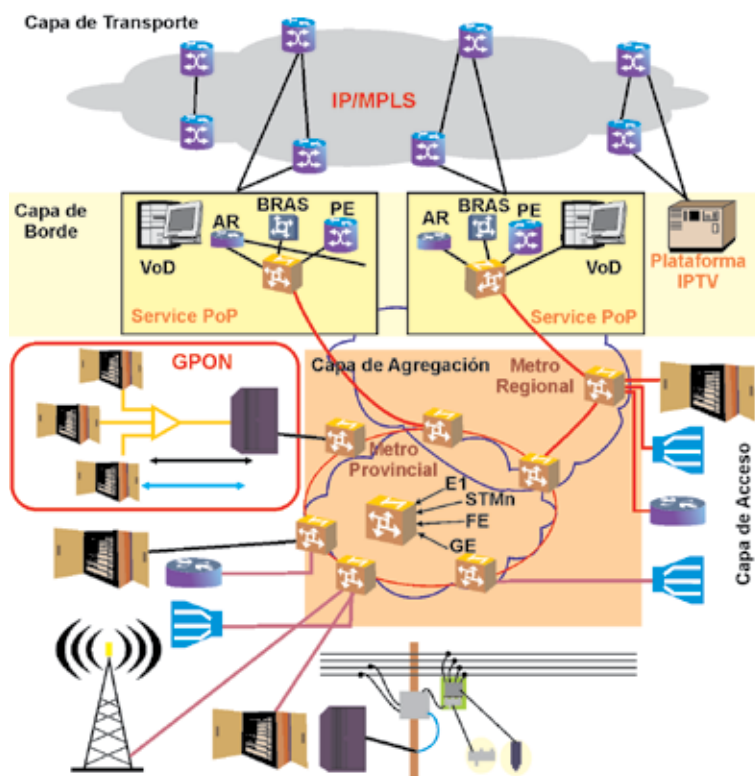


Figura 3. Arquitectura de una red de telecomunicaciones para la oferta de servicios de banda ancha. (Fuente: [1], [2]).

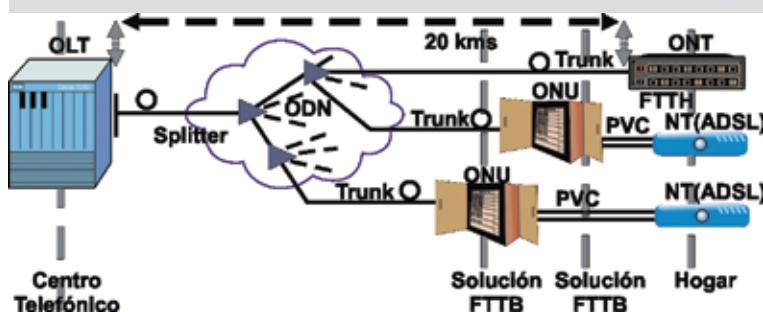


Figura 4. Soluciones FTTC, FTTB y FTTH que pueden ser ofertadas por un sistema GPON. (Fuente: [2], [6]).

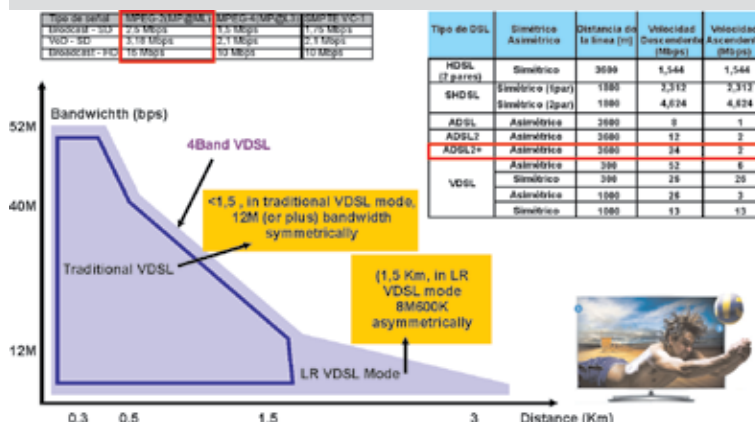


Figura 5. Límites de ancho de banda con tecnología xDSL y requerimientos mínimos de ancho de banda por canal IPTV en SD y HD. (Fuente: [1], [5]).

Principales funcionalidades a evaluar según el DSL

En los servicios de IPTV existen diferentes acciones que ejecutan los usuarios como la relación de la interfaz con el sistema, el cambio de canal, también llamado *zapping*, y el tiempo de inicialización del sistema. Algunas de estas acciones se consideran acciones interactivas, acciones de respuesta y acciones de carácter temporal (Tabla 1).

Acciones del usuario	Funcionalidades	Tipo de acción	Retardo máximo admitido
Interfaz con el sistema	Navegación en el EPG y controles de FFWD, RWCD y Pausa	Acción Interactiva	200 maseg
Cambio de Canal	Tiempo que transcurre desde la orden en el control remoto hasta que se recibe en el Tv el canal solicitado	Respuesta	2 segundos
Tiempo de inicio	Tiempo desde que se enciende el STB hasta que se encuentran disponibles los canales	Temporal	10 segundos

Tabla 1. Principales acciones definidas y retardo máximo admitido por la UIT, WT-126. (Fuente: [1], [5], [8]).

Factores de retardo para el cambio de canal	Retardo típico recomendado
Salida multicast del actual canal	50 mseg
Retardo de la parada del streaming multicast	150 mseg
Unión a un nuevo canal multicast	50 mseg
Llenado del Buffer	150 - 120 mseg
Retardo del acceso condicional	0mseg - 2 seg
Retardo de la Trama 1	500 mseg

Tabla 2. Factores de retardos máximos admitidos por la UIT WT-126 para el cambio de canal. (Fuente: [1], [5], [8]).

Principales funcionalidades soportadas en el nodo de acceso del servicio de IPTV

Para un correcto funcionamiento del servicio IPTV, el nodo de acceso al servicio debe soportar las siguientes funcionalidades identificadas por el WT-126 de la UIT-T.

- ♦Funcionalidad de IGMP Snooping, IGMP Proxy o IGMP Router.
- ♦Velocidad de conmutación de canales *multicast* hacia los usuarios, con varios usuarios realizando *zapping* y utilizando mecanismos de IGMP Proxy o IGMP Snooping.
- ♦Existencia de interfaces de red (*uplink*) Gigabit Ethernet.
- ♦Manejo y mapeo de VLAN (IEEE 802.1Q) para diferenciar el tráfico de los diferentes servicios (video, Internet y voz.)
- ♦Priorización de tráfico según bits de prioridad 802.1p para hacer prevalecer los servicios de tiempo real, por ejemplo, video frente a servicios de datos.
- ♦Limitación de la tasa de datos (*Policing y shapping*) en las interfaces de *uplink* por VLAN.
- ♦Limitación de la tasa de datos (*Policing y shapping*) en las interfaces hacia los usuarios por PVC.

MOS	DMOS
Buena	No se muestran degradaciones del video y el audio es de óptima calidad
No molesto	Se observa degradaciones no importantes en el video y en el audio se presenta dificultades esporádicas
Poco molesto	Presenta en algunas ocasiones degradaciones importantes en el video y el audio presenta con mayor frecuencia dificultades
Molesto	Errores evidentes: Imágenes de baja calidad y dificultades permanentes en el audio
Muy molesto	Presencia elevada de errores que perjudican el audio y el video

Figura 6. Referencias para la evaluación subjetiva de la QoE en el servicio de IPTV. (Fuente: [1], [4]).

Validación de la calidad del servicio de IPTV

Una señal de video para ser transmitida sobre una red IP debe ser comprimida. La codificación MPEG define una secuencia de imágenes I, B y P, las cuales conforman un GOP —*Group of Pictures*—. En la cabecera de estos paquetes se encuentran campos que poseen informaciones relevantes que permiten efectuar la validación de la calidad de la señal de video (Figura 7) y los efectos de la propagación de los paquetes perdidos en tramas I, B y P (Figura 8).

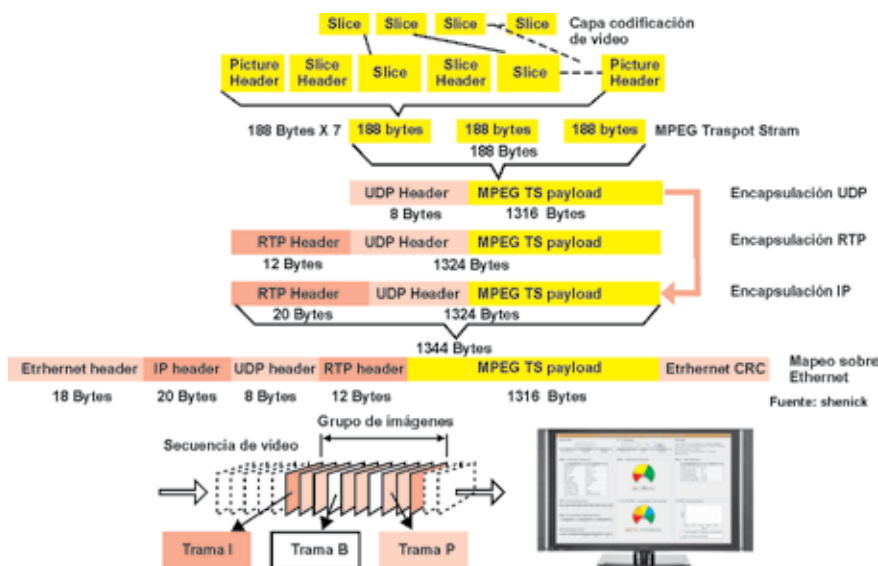


Figura 7. Recolección de datos de las cabeceras para la validación de la calidad del video, mediante el software Freeprobe. (Fuente: [1], [4]).

que es de 20 km. En la figura 9 se muestra el diagrama de interconexión de los equipos en prueba, mientras que la figura 10 recoge los efectos de los errores detectados en el audio y el video del servicio BTV.

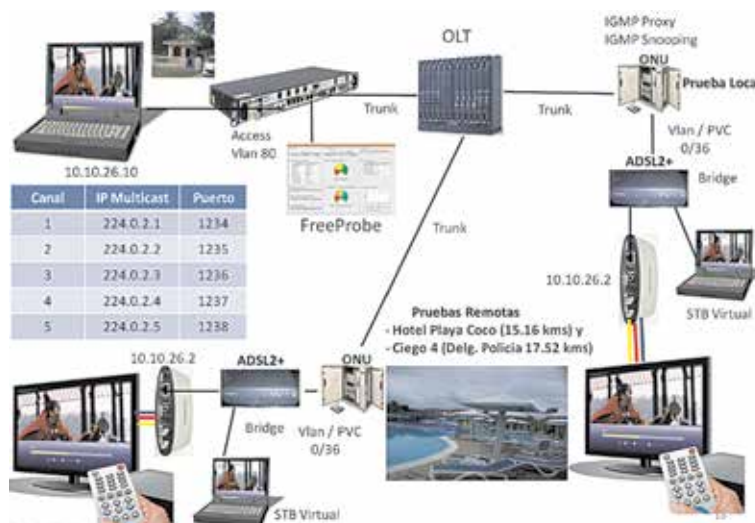


Figura 9. Prueba del servicio de BTV sobre la tecnología de acceso GPON en Cayo Coco. (Fuente: [3]).

Tipo de error introducido	Recepción subjetiva del error			
	Audio		Video	
	Observación del problema	Validación subjetiva	Observación del problema	Validación subjetiva
Retardo				
Retardo de 5 ms	no	Buena	no	Buena
Retardo de 10 ms	no	Buena	no	Buena
Retardo de 20 ms	no	Buena	no	Buena
Retardo de 50 ms	no	Buena	no	Buena
Jitter				
Jitter unif. entre 0 y 20 ms	no	Buena	no	Buena
Jitter unif. entre 0 y 50 ms	no	Buena	no	Buena
Jitter unif. entre 0 y 20 ms	no	Buena	no	Buena
Jitter unif. entre 0 y 50 ms	no	Buena	no	Buena
Tipo de error introducido	Recepción subjetiva del error			
	Audio		Video	
	Observación del problema	Validación subjetiva	Observación del problema	Validación subjetiva
Pérdida uniforme de paquetes				
Uniforme 0,1%	si	Muy Molesto	si	Muy Molesto
Uniforme 0,01%	si	Molesto	si	Molesto
Uniforme 0,001%	si	Molesto	si	Poco Molesto
Uniforme 0,0001%	si	No Molesto	si	No Molesto
Tipo de error introducido	Recepción subjetiva del error			
	Audio		Video	
	Observación del problema	Validación subjetiva	Observación del problema	Validación subjetiva
Ráfaga de paquetes perdidos				
Ráfaga de 10 Paquetes	si	Molesto	si	Muy Molesto
Ráfaga de 20 Paquetes	si	Molesto	si	Muy Molesto
Ráfaga de 50 Paquetes	si	Muy Molesto	si	Muy Molesto

Figura 10. Efectos de los diferentes errores en el audio y el video del servicio BTV. (Fuente: [1], [3]).

Principales configuraciones y activaciones realizadas en las pruebas locales

1. Configuración del OLT y la ONU con la VLAN 80 y el PVC 0/36 para el servicio de IPTV y el ADSL con perfil de hasta 6 Mbps.
2. Preparación de 5 canales *multicast* con velocidad por canal de 1 Mbps en el servidor de video, activación del programa para el control del retardo, *Jitter* y pérdidas de paquetes, así como el control del flujo de salida por el puerto Ethernet con el DU Meter.
3. Activación del STB virtual para comprobar la salida de cada uno de los canales de manera local en el servidor de video.
4. Comprobación de la recepción de los 5 canales a la salida del módem ADSL mediante una laptop y el empleo del STB virtual, con velocidad medida del flujo de entrada por canal de 10 Mbps.
5. Comprobación de la activación del IGMP Snopping y Proxy. Aquí se observó que es normal un ligero retardo en el cambio de canal,

zapping, cuando se empleó el IGMP Proxy pues, aunque esta opción disminuye el tráfico de señalización entre el OLT y la ONU, incrementa ligeramente el tiempo de *zapping*. Se cumple la recomendación del DSL Forum WT-126 con tiempos inferiores a 2 segundos. No se comprobó el IGMP Router por ausencia de un IGMP Querier.

6. Activación de la sonda FreeProbe para la validación de la calidad del video transmitido desde una laptop conectada a las salidas del servidor de video y del módem ADSL. En este caso se obtuvieron valores de calidad excelentes con retardos inferiores a los 10 mseg y *Jitter* inferiores a 1 mseg, con tramas de video del tipo IPPPPPPPPPPP, relación de 3:4 y tramas por segundos de 29.9, norma NTSC.

Resultados de las pruebas remotas

Hotel Playa Coco (distancia de fibra de 15.160 km al Centro Telefónico de Cayo Coco)

Se probó remotamente la recepción del IPTV desde el Hotel Playa Coco, observándose la presencia de una fuerte pérdida de paquetes que degradaba la recepción en los canales con mucho movimiento de las imágenes, lo cual implica mayor consumo de ancho de banda; sin embargo, en escenas de poco movimiento la recepción era buena. Posteriormente, se descubrió la configuración de un perfil en el puerto ADSL que limitaba el ancho de banda a 2 Mbps por lo que se procedió a realizar nuevamente esta prueba desde otro sitio en peores condiciones de distancia y con un perfil superior del ADSL para determinar el perfil mínimo que permita la oferta de IPTV en SD en óptimas condiciones.

Ciego 4 (distancia de fibra de 17.518 km al Centro telefónico)

Se volvió a simular la prueba de recepción de un canal de IPTV en SD (flujo de 10 Mbps) con el mismo perfil de ADSL de 2 Mbps realizada en el Hotel Playa Coco. Los resultados fueron idénticos para la degradación (pixelación) de la imagen, por lo que se pasó a probar un perfil de ADSL de 4 Mbps y los resultados fueron excelentes. De esta forma se concluye que este es el perfil mínimo que permite la correcta recepción de un canal de IPTV en SD.

También fue probado el perfil de ADSL de 6 Mbps observándose una ligera mejora de la calidad de la imagen, especialmente en los contornos de los objetos, muy cercana a la oferta de canales HD.

Utilización del Freeprobe para evaluar los indicadores de calidad del servicio BTv

Se utilizaron dos software FreeProbe, el primero (Figura 11) evalúa la calidad del video a partir de factores de calidad,

brindando una correlación entre factores objetivos como las pérdidas de paquetes con tramas I, P y B, y factores subjetivos como los mostrados en la figura 5, abriendo las cabeceras de los paquetes (Figura 6).

La otra versión de FreeProbe denominado MDI (Figura 12) permite determinar los retardos, los valores del *jitter* y las pérdidas de paquetes para identificar los puntos que causan la degradación de la calidad de la imagen en una red de transporte y poder realizar su correcta configuración. Durante la prueba se ensayó esta herramienta en cuatro puntos: (1) a la salida del servidor de video que realiza el *streaming*, (2) a la salida del *switch* capa 3, (3) a la salida del módem ADSL y (4) a la salida del STB.



Figura 11. Software Troubleshooting para evaluar los indicadores de calidad de *streaming* de video MPG2. (Fuente: [1], [4]).

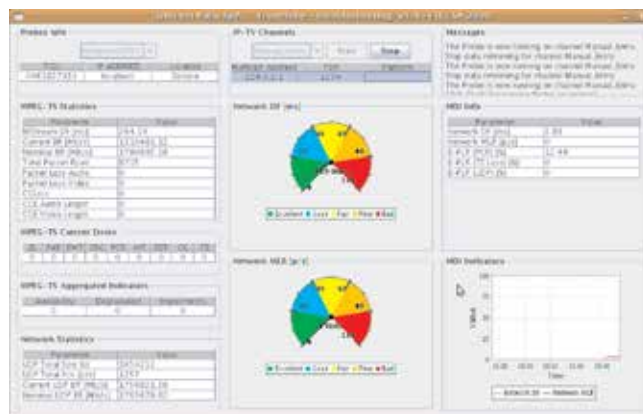


Figura 12. Software Troubleshooting MDI para evaluar los indicadores de calidad del *streaming* sobre la red de acceso GPON. (Fuente: [1], [4]).

Conclusiones

La utilización del simulador STB AMINET 110 de la firma AMINOCOM solo permitió efectuar las pruebas con codificación MPG2, la única soportada por este STB; sin embargo, se pudieron comprobar los principales

indicadores fijados por el WT-126 para un adecuado servicio de BTV, así como la correcta configuración del OLT y la ONU de la tecnología de acceso GPON y del módem ADSL 2+, que brinda velocidades de hasta 24 Mbps en bajada y 2 Mbps en subida sobre la red de cobre de la solución FTTB. De este modo, se puede afirmar que la tecnología ensayada garantiza ampliamente los servicios de banda ancha sobre la red de ETECSA.

Durante las pruebas efectuadas en la tecnología GPON del suministrador chino ZTE quedó demostrado el cumplimiento de los requerimientos necesarios para ofertar un servicio Triple Play en las instalaciones turísticas de Cayo Coco. Esta experiencia posibilita la expansión comercial del servicio IPTV a la población cubana desde los nodos de acceso de multimedia (MSAN) C300M de la referida firma china ZTE. En este escenario, la utilización de la herramienta Freeprobe desempeñó un importante rol.

El empleo del FreeProbe arrojó que las pérdidas uniformes de paquetes superiores al 0.001% son inadecuadas para un servicio de IPTV y que tienen mayor impacto en el audio que en el video, mientras que las pérdidas de paquetes en ráfagas tienen mayor impacto en el video con respecto al audio, aunque son menos molestas que las pérdidas de paquetes uniformes. Este resultado define los requerimientos de la red de acceso para la oferta de un servicio BTV.

El empleo de esta metodología permitió la validación del servicio durante el protocolo de pruebas efectuadas sobre la tecnología de acceso GPON y constituye un importante ahorro de inversiones por concepto de contratación a otros proveedores. ■

Referencias bibliográficas

- [1] Conde del Oso, Luis E. "Propuesta para la Validación Objetiva de la calidad de video del Servicio de IPTV sobre la Red Objetivo de ETECSA". Tesis de Maestría, ISPJAE, La Habana, Diciembre, 2010.
- [2] ----- "Informe Técnico Pruebas sobre Tecnología GPON". Documento interno, ETECSA. La Habana, Cuba, Octubre 2014.
- [3] Rojas, Adalberto. "Proyecto Instalación tecnología GPON en Cayo Coco". Documento interno, ETECSA. La Habana, Cuba, Noviembre, 2014.
- [4] G, Rosario y Conde del Oso, Luis E. "Manual de usuario de Freeprobe". Documento interno, Telecom Italia – ETECSA. La Habana, Cuba, Octubre, 2006.
- [5] Conde del Oso, Luis E. "Redes Metro Ethernet". Conferencia Magistral en Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba, 2009.
- [6] ----- "La Nueva Generación de los sistemas GPON-BPL en los servicios Triple Play". Presentado en I Seminario Internacional de Telecomunicaciones por Líneas de Potencia Eléctrica, Riobamba. Ecuador, 2008.
- [7] UIT. Curso en línea. Módulo 4: Requerimientos de Red. 2008. <http://www.itu.int/>. (acceso octubre, 2008)
- [8] Telchemy. Understanding IP Video Quality Metrics. 2008. <http://www.telchemy.com/appnotes/Understanding%20IP%20Video%20Quality%20Metrics.pdf>. (acceso febrero, 2009).
- [9] Stefan Winkler, P.M. "The Evolution of Video Quality Measurement: From PSNR to Hybrid Metrics". *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 54, no.3, 2008: pp. 2-5

(Artículo recibido en diciembre de 2014 y aprobado en marzo 2015).