



SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON
ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA**

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Electrónico

AUTORES: MARCOS SEBASTIÁN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GABRIEL JARA CALLE

TUTOR: ING. EDWIN JOHNATAN CORONEL GONZÁLEZ

CO-TUTOR: ING. JORGE OSMANI ORDOÑEZ ORDOÑEZ

Cuenca - Ecuador
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Marcos Sebastián Avendaño Castillo con documento de identificación N° 0301788477 y Juan Gabriel Jara Calle con documento de identificación N° 0105793889; manifestamos que:

Somos autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 22 de julio del 2022

Atentamente,



Marcos Sebastián Avendaño Castillo
0301788477



Juan Gabriel Jara Calle
0105793889

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Marcos Sebastián Avendaño Castillo con documento de identificación N° 0301788477 y Juan Gabriel Jara Calle con documento de identificación N° 0105793889, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Implementación del servicio de IPTV a través de la OLT GPON ZTE del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 22 de julio del 2022

Atentamente,



Marcos Sebastián Avendaño Castillo
0301788477



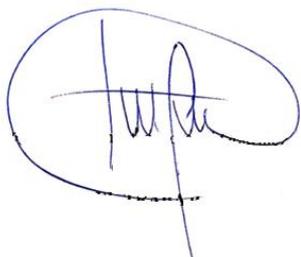
Juan Gabriel Jara Calle
0105793889

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Johnatan Coronel González con documento de identificación N° 0301141222, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA”, realizado por Marcos Sebastián Avendaño Castillo con documento de identificación N° 0301788477 y por Juan Gabriel Jara Calle con documento de identificación N° 0105793889, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 22 de julio del 2022

Atentamente,



Ing. Edwin Johnatan Coronel González

0301141222

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecirme de distintas maneras durante estos años de estudio, a mis padres por apoyarme incondicionalmente a pesar de mis errores y a toda mi familia por apoyarme, a mi esposa por estar conmigo en los momentos más difíciles. También agradecerle al Ing. Johnatan Coronel por todo el conocimiento brindado en la carrera y al Ing. Osmani Ordoñez por su constante apoyo durante este trabajo de titulación.

Marcos Avendaño Castillo.

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado la fuerza y valor necesarios para lograr esta meta, a mi familia que siempre me confió en mí de inicio a fin a pesar de las adversidades que se presentaron en el día a día de cumplir esta meta, a mi pareja que me apoyo en los momentos más importantes de mi carrera. Además, agradecer a los ingenieros José López y Pablo Serrano que fueron las personas quienes me guiaron en el campo laboral. También de manera especial al Ing. Johnatan Coronel por el apoyo que, brindado en la universidad para cumplir esta meta, al Ing. Osmani Ordoñez por el apoyo en la realización de la Tesis y finalmente a mi compañero de tesis Marcos Avendaño por confiar en mí en este trabajo de titulación.

Juan Jara Calle.

DEDICATORIA

Este logro dedico a mi hijo por ser el motor de mi vida y la razón por la que busco superarme cada día. A mis padres porque son parte de este logro y de todo lo que consiga en adelante. Dedico a mis hermanos Lauro y Mike porque son pilares en mi vida.

También les dedico a mis tíos Lauro y Luz María por saber aconsejarme y guiarme durante toda mi vida, y a mi prima Betsabe por ser como mi hermana y estar conmigo cuando más la he necesitado.

Marcos Avendaño Castillo.

Esta meta cumplida la dedico de manera especial a mis padres pues son quienes de manera desinteresada me ayudaron desde el inicio y merecen ser parte de todos mis logros, a mi hermano que es la persona que me ayuda cuando más lo necesito. También, a mi pareja por ayudarme en la recta final de la carrera, además a mis tíos que supieron aconsejarme y por guiarme por el camino adecuado para ser una persona de bien.

Juan Jara Calle.

ÍNDICE

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	VI
DEDICATORIA	7
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
GLOSARIO	XIV
RESUMEN	XVI
INTRODUCCIÓN	XIX
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	XX
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES).....	XXII
OBJETIVOS	XXIII
OBJETIVO GENERAL	XXIII
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	XXIII
1. ESTADO DEL ARTE EN REFERENCIA A LOS SERVICIOS DE IPTV SOBRE REDES GPON.	1
1.1. Definición IPTV.	1
1.2. Características de IPTV.	1
1.3. Servicios de IPTV.....	2
1.3.1. Video bajo demanda (VOD).....	2
1.3.2. Grabación Digital (PVR/nPVR)	2
1.3.3. Guía de Programación Electrónica (EGP)	3
1.3.4. Pausa en vivo	3
1.3.5. Video Conferencias	3
1.4. Protocolo IP.	3
1.5. Arquitectura IPTV.	5
1.5.1. Cabecera de Red	6

1.5.2.	Red de Núcleo	6
1.5.3.	Red de distribución.....	7
1.5.4.	Red de Acceso	7
1.5.5.	Red Residencial	7
1.6.	PUERTOS GEM.....	8
1.7.	CONTENEDOR DE TRANSFERENCIA	8
1.8.	RED DE ÁREA LOCAL VIRTUAL	9
1.9.	UNIDAD DE RED ÓPTICA	9
1.10.	CALIDAD DE SERVICIO EN IPTV.....	10
2.	GESTIÓN DE LA OLT ZTE PARA EL SERVICIO DE IPTV.	12
2.1.	Dimensionar el ancho de banda de la red GPON para el uso del servicio de IPTV. 12	
2.2.	Creación de VLAN para el servicio de IPTV.	14
2.3.	Configuración y autenticación de ONU ZTE.	15
3.	Implementación DEL SERVIDOR de video	18
3.1	Configuración del servidor NGINX	18
3.1.1	Instalación de NGINX con modulo RTPM	18
3.1.2	Configuración del puerto	19
3.1.3	Crear aplicación RTMP	20
3.1.4	Configuración de las IP del servidor	21
4.	Análisis de resultados	28
4.1.	Comprobación del servicio de IPTV a través de una aplicación libre	28
4.2.	Comprobación de los tiempos de respuesta	30
4.2.1.	Tiempo de respuesta desde RB 1036 hacia el servidor.....	30
4.2.2.	Tiempo de respuesta desde RB 1036 hasta la ONT	31
4.3.	Ancho de banda ocupado por los usuarios IPTV	32
4.3.1.	Tráfico de datos con un solo dispositivo conectado	33
4.3.2.	Tráfico de datos con dos dispositivos conectados	35
4.3.3.	Tráfico de datos con 3 dispositivos conectados	36
4.4.	Calidad de servicio de IPTV.....	37
5.	Conclusiones, Recomendaciones y trabajos a futuro.....	40

5.1.	CONCLUSIONES.....	40
5.2.	RECOMENDACIONES.....	41
5.3.	TRABAJOS FUTUROS.....	41
	APÉNDICES.....	42
	APÉNDICE A: Encuestas realizadas a estudiantes y egresados de la carrera de telecomunicaciones.....	42
	APÉNDICE B: MANUAL OLT ZTE	52
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datagrama IP.....	4
Figura 2. Arquitectura de IPTV.....	5
Figura 3. Cabecera de IPTV.....	7
Figura 4. Puertos GEM.....	8
Figura 5. ONU ZTE F660.....	10
Figura 6. Comprobación del perfil de nacho de banda creado.....	13
Figura 7. Agregación del repositorio NGINX.....	18
Figura 8. Características del servidor obtenidas desde el CMD.....	19
Figura 9. Configuración del puerto 8080.....	20
Figura 10. Configuración del puerto 1935.....	21
Figura 11. Ajustes de las conexiones de red.....	22
Figura 12. Configuración de IP para el servidor.....	22
Figura 13. Conjuraciones para la interfaz.....	23
Figura 14. Comentario de la interfaz creada.....	24
Figura 15. Creación de la interfaz para el servidor.....	25
Figura 16. Configuración de la lista de dirección.....	25
Figura 17. Ingreso a la lista de rutas.....	26
Figura 18. Comprobación de la lista de ruta.....	27
Figura 19. Ping del router de borde al servidor.....	27
Figura 20. Ingreso a VLC para iniciar la transmisión de IPTV.....	29
Figura 21. Dirección de red para conectarse con el servidor.....	29
Figura 22. Transmisión en vivo.....	30
Figura 23. Ping del RB hacia el servidor.....	31
Figura 24. Ping del RB hacia la ONT.....	32
Figura 25. Topología de IPTV.....	32

Figura 26. Consumo de IPTV con un dispositivo conectado.....	34
Figura 27. Consumo del dispositivo dentro de un intervalo de tiempo.....	34
Figura 28. Consumo de IPTV con dos dispositivos conectados.	35
Figura 29. Consumo de dos dispositivos dentro de un intervalo de tiempo.....	36
Figura 30. Consumo de IPTV con tres dispositivos conectados.	36
Figura 31. Consumo de tres dispositivos dentro de un intervalo de tiempo.	37
Figura 32. Resultados de las encuestas.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grado de importancia relativa de los parámetros de QoS [12].	11
Tabla 1. Configuración del ancho de banda.....	13
Tabla 3. Autenticación de la ONU ZTE.	16
Tabla 4. Configuración de la ONU ZTE.....	17

GLOSARIO

GPON: Gigabit Passive Optical Network – Red Óptica Pasiva Capacidad Gigabit.

IPTV: Internet Protocol Television – Televisión por Protocolo de Internet.

IP: Internet Protocol – Protocolo de Internet.

OLT: Optical Line Termination – Terminación de Línea Óptica.

QoS: Calidad de servicio.

ITU: International Telecommunications Union – Unión Internacional de las Telecomunicaciones.

VOD: Video on Demand – Video bajo demanda.

VoIP: Voice Over Internet Protocol – Voz Sobre Protocolo de Internet

MPEG: Moving Picture Expert Group – Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento

PVR: Personal Video Recorder – Grabadora Personal de Video

EGP: Exterior Gateway Protocol – Protocolo de Puerta de Enlace Exterior

MPLS: Multiprotocol Label Switching – Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo

OSI: Open System Interconnection – Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos

GEM: GPON Encapsulation Method – Método de Encapsulación GPON

PON: Passive Optical Networks – Red Optica Pasiva

T-CONT: Traffic Container – Contenedor de Trafico

VLAN: Virtual Local Area Network – Red de Area Local Virtual

ONU: Optical Network Unit – Unidad de Red Optica

ITU: Internacional Telecommunications Union – Union Internacional de Telecomunicaciones

IETF: Internet Engineering Task Force – Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet

NAP: Network Access Point – Punto de acceso a la Red

RTPM: Real Time Messaging Protocol – Protocolo de Mensajería en Tiempo Real

FLV: Flash Video – Video Rápido

SWF: Small Web Format – Pequeño Formato de Web

AMF: Additive Manufacturing File Format – Formato de Archivo Auditivo

DNS: Domain Name System – Sistema de Nombres de Dominio

RESUMEN

Debido a la continua evolución tecnológica, el diario vivir ha ido cambiando, creando necesidades cada vez mayores. Una de ellas, es la conexión a la red mundial o también conocida como internet. En años anteriores bastaba con una simple conexión dial-up, esto evolucionó a una conexión ADSL, pero, hoy en día, la necesidad de la transmisión de datos es tan grande que se requieren enlaces de fibra óptica para poder suplir las necesidades de los usuarios. Para solucionar este problema se ha usado una red de fibra óptica pasiva con capacidad gigabit o conocida también como una red GPON, la misma que, como su nombre indica, provee grandes capacidades para los usuarios finales.

Una de las ventajas de utilizar este tipo de red, es su gran versatilidad para soportar diversos estándares entre los que destaca el de televisión a través del protocolo de internet (IPTV). El objetivo de este es el de proveer al usuario final televisión en vivo a través de una red GPON, sin embargo, la configuración de diversos equipos conlleva un gran conocimiento de la parte técnica para poder implementar, configurar y brindar el servicio como tal. Basados en los anterior, en este trabajo de titulación se presenta la implementación del protocolo IPTV en una OLT de marca ZTE dentro del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca.

En el primer capítulo se tiene un estudio del estado del arte en referencia a IPTV. Se brinda una definición formal, se presenta lo que realiza y cuál es el proceso para conseguir su objetivo. Además, los diferentes servicios que se tiene al momento

de aplicar el protocolo dentro de una red GPON, ya que, IPTV no solo provee el servicio de televisión en vivo, también posee diferentes tipos de servicios.

Como segundo capítulo ya se tiene la implementación del protocolo IPTV, para ello se empezó gestionando la OLT ZTE. Es importante saber que la OLT, es el equipo encargado de transferir y gestionar diversas señales, por eso es necesario administrar las tarjetas de línea y los puertos PON, en donde cada uno de estos debe contener información de las ONT con su debida identificación. Es parte también de la gestión de la OLT la creación de las tablas de tráfico en donde estarán especificados los anchos de banda de necesarios para el servicio de IPTV y el servicio de INTERNET. Para tener una mejor distribución de los clientes es importante mantener un orden adecuado con las diferentes NAP, por eso es necesario crear VLANS de servicio tanto de INTERNET como de IPTV, esto ayudara a mantener redes virtuales correctamente ordenadas. Finalmente, es muy importante tener una nomenclatura adecuada para cada cliente que se agregue en la OLT, manteniendo un orden, esto facilitara a que futuros administradores puedan realizar revisiones y mantenimientos.

En el tercer capítulo se implementó un servidor de video, en este se encuentran cargados los diversos archivos multimedia que serán transmitidos a través de la red GPON. Además, en el servidor se encontrará configurado las direcciones IP y el protocolo de video necesarios para que los clientes puedan conectarse al servicio de IPTV desde cualquier punto de la red GPON.

Luego, en el cuarto capítulo se realiza una medición de la calidad de servicio (QoS). Para este apartado fue necesario realizar una encuesta, cada uno de los participantes tuvieron diferentes puntos que analizar. Es importante saber que existían apartados en donde se encontraban características del servicio de IPTV como calidad de video, ingreso a la plataforma, tipo de plataforma utilizada entre otros. Una vez que se tienen los resultados se procede a realizar un conteo, con los datos que se obtenidos se realiza un análisis general.

Finalmente, se realizó un análisis del comportamiento de la red al momento de utilizar el protocolo IPTV y poder observar si tiene un comportamiento positivo o negativo a la red GPON. Es importante tomar datos como el tiempo de respuesta desde la ONT del cliente hasta el servidor, la calidad de video que se puede transmitir, el ancho de banda usado y otras variables que ayudan a tener una idea clara de cómo está funcionando el servicio.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existen diferentes aplicaciones o usos que una OLT GPON pueden brindar, esto gracias a que pueden transmitir grandes velocidades por medio de la fibra óptica. Esto ha conllevado que se creen una gran diversidad de servicios para el usuario final. Dentro de esto se encuentra el protocolo IPTV el cual además de brindar el servicio de televisión en vivo por el protocolo ip, también ofrece diferentes servicios como son: grabación digital, pausa en vivo y video conferencias.

Dentro de la gestión de la OLT se tiene que crear un ancho de banda que cubra solamente lo que es IPTV debido a que este protocolo tiene un alto consumo de ancho de banda dentro de la red, es necesario que el ancho de banda creado no sea compartido con datos u otro servicio.

Este trabajo de titulación se encuentra dividido en cinco apartados en los cuales se realizan paso a paso la descripción de cómo fue implementado este protocolo en la OLT ZTE. Además, se realizó un análisis de cómo se comporta este servicio dentro la red y que tan eficiente para el usuario final.

Finalmente, mediante una aplicación libre conocida como VLC Media Player se gestionó el contenido multimedia el cual se va a distribuir por medio de la red GPON. Se utilizó este software debido a que tiene la capacidad de reproducir cualquier formato de video y lo más importante tiene la opción de streaming.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Debido al avance tecnológico que se ha generado durante los últimos años, es común encontrar técnicas nuevas que permiten acceder a servicios existentes. Uno de estos son los implementados para transmitir televisión terrestre. Para ello, durante las últimas décadas, se ha desplegado una de las infraestructuras tecnológicas más grandes del mundo, con lo que han cubierto la mayor parte de los territorios. Sin embargo, hoy en día, gracias a tecnologías de banda ancha que están a la vanguardia, como la transmisión por fibra óptica, es común tratar de llegar a los usuarios utilizando estos medios. Actualmente, existe una gran demanda por parte de los usuarios de servicios que incluyen en su mayoría video. Ante esto, se han generado diversas técnicas dentro de una red GPON (Gigabyte Passive Optical Network) con el objetivo de satisfacer estas necesidades. Entre estos servicios se tiene el de IPTV (Internet Protocol Television), el cual se enfoca en proveer de contenidos de televisión al usuario utilizando la banda ancha del ISP. Su principal funcionamiento es llegar a distintos usuarios mediante una red de conmutación de paquetes, a diferencia de las señales terrestres que se manejaban anteriormente. Los servicios multimedia que se puede ofrecer con IPTV son muy amplias, como: televisión, video, audio, texto y datos a través de redes privadas basadas en IP.

La televisión por protocolo IP, está cambiando las experiencias del usuario al momento de ver la televisión, por este motivo, este servicio debe garantizar una calidad de servicio (QoS) muy alta, con el fin de ofrecer todos los beneficios que se encuentran dentro de lo ofrecido, entre los principales se tiene: programación de pago por evento, grabación personalizada, video bajo demanda, publicidad interactiva y el rebobinado en directo. Esto se logra ya que la mayor parte de los

canales así sean digitales o satelitales transmiten casi simultáneamente sus emisiones en streaming.

JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)

En diferentes países, IPTV se ha venido implementando dentro de los planes de consumo de internet de los usuarios, este servicio está siendo introducido a nivel mundial, y actualmente la demanda se encuentra atravesando un rápido crecimiento, es por ello que, dentro del área de las telecomunicaciones, es de vital importancia su estudio, análisis e investigación.

Bajo este contexto, y dada la ventaja que el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad cuenta con una OLT (Optical Line Terminal) instalada, y una red de fibra óptica diseñada e implementada específicamente para la parte investigativa y de pruebas, se puede gestionar el servicio de IPTV a través de una consola. Además, queda abierta una nueva línea de investigación sobre este tipo de servicios. Hay que recalcar, que la tecnología de IPTV no solo está orientada a proveer de servicio de canales de televisión, sino también, se podría implementar un servicio propio de videoconferencias dentro de la institución universitaria.

Los principales beneficiarios serán los estudiantes los cuales podrán analizar el comportamiento de la red a distintos servicios, en este caso el servicio de IPTV y a su vez podrán incorporar nuevas aplicaciones a la red.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Implementar el servicio de IPTV a través de la OLT ZTE del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar el estado del arte en referencia a los servicios de IPTV sobre redes GPON.
- Gestionar la OLT y dimensionar el ancho de banda de la red GPON para el uso del servicio de IPTV.
- Gestionar la transmisión del servicio IPTV a través de una aplicación libre.
- Medir los parámetros de calidad de servicio (QoS) para comparar con estándares internacionales.
- Analizar el consumo de ancho de banda de la red GPON con la implementación del servicio de IPTV.

CAPÍTULO 1

1. ESTADO DEL ARTE EN REFERENCIA A LOS SERVICIOS DE IPTV SOBRE REDES GPON.

1.1. Definición IPTV.

La recomendación ITU-T Y.1901, define a la televisión por protocolo de Internet que proviene de sus siglas en inglés IPTV, como un servicio de multimedia que abarca: vídeo, audio y datos los mismos que son suministrados por un protocolo IP [1]. Con IPTV no solo se tiene el servicio de televisión digital, la ventaja de este tipo de protocolos son las diferentes aplicaciones con las que se cuenta, estos servicios son: video bajo demanda (VOD), voz sobre IP (VoIP), grabación de vídeo personal (PVR/nPVR), guía de programación electrónica. Es por ello que se puede ofrecer un paquete de servicios conocido como Triple Play el cual consta de voz, video y datos [2]. IPTV es una recopilación de diferentes tecnologías como: computación, redes y almacenamiento las cuales ayudan para garantizar un servicio de alta calidad para los usuarios. IPTV se está convirtiendo en un servicio el cual está cambiando la forma en la cual se accede a la información o entrenamiento para el usuario [3]. Es por ello que al momento de hablar de IPTV se hace referencia a un servicio más que un protocolo.

1.2. Características de IPTV.

El éxito que ha tenido la implementación de IPTV es debido al desarrollo de aplicaciones y servicios que son gracias a la unión de soportar diferentes tipos de tecnologías. IPTV trabaja bajo el concepto de empuje la cual se basa en que todos los contenidos que se puede tener en este protocolo van a ser impulsados hacia los usuarios. Una de las principales características que se tiene con IPTV es que dicho servicio cuenta con una comunicación interactiva en dos direcciones entre el usuario

y el operador, esto quiere decir que con IPTV se cuenta con rebobinado, adelantamiento, pausar y funciones de control de streaming. Para lograr esto se utiliza una codificación de tipos MPEG-2 o MPEG-4 el cual es entregado vía multidifusión [2]. La diferencia con el servicio normal de televisión se enfoca en que con IPTV se puede tener accesibilidad en varios dispositivos como: tabletas, PC's y dispositivos móviles. La característica más importante es el bajo consumo del ancho de banda que se necesita para brindar IPTV [3].

1.3. Servicios de IPTV.

Con las distintas características que se tienen en IPTV, se puede ofrecer una gran variedad de servicios a los usuarios. Los cuales ayudan a diferenciar de gran manera al servicio convencional de televisión. Como se mencionó anteriormente IPTV no solo hace referencia a la televisión por IP, también cuenta con aplicaciones las cuales pueden ser muy útiles para usuarios corporativos [4].

1.3.1. Video bajo demanda (VOD)

Con esto el usuario va a ser capaz de contar con el tipo de servicio que necesite cuando lo solicite. Lo más importante al tener VOD es contar con un ancho de banda que siempre se encuentre activa para así brindar una mejor calidad de servicio al usuario [4].

1.3.2. Grabación Digital (PVR/nPVR)

El usuario podrá disfrutar de su contenido en cualquier momento ya que cuenta con una grabación del contenido el cual está siendo transmitido por medio de un PVR que además de grabar ayuda a avanzar para que así el usuario pueda disfrutar de lo que solamente sea de su interés [4].

1.3.3. Guía de Programación Electrónica (EGP)

Es una aplicación la cual consta de una lista o guía que va a ayudar al usuario a encontrar el contenido de su preferencia. En esta guía el usuario podrá encontrar la programación actual y la que va a ser programada, y también en esta lista se podrán observar todos los canales disponibles para el usuario [4].

1.3.4. Pausa en vivo

Con la pausa en vivo el usuario podrá congelar la imagen de cualquier programación para poder repetirla. Luego de que el cliente quite la opción de pausa podrá seguir disfrutando de su contenido en vivo, pero con un desfase que va a ser dependiente del tiempo que duró la pausa [4].

1.3.5. Video Conferencias

Con la ventaja de contar con un ancho de banda propio para IPTV, este servicio es capaz de soportar video conferencias [4].

1.4. Protocolo IP.

Internet Protocol (IP) es un protocolo el cual se utiliza para transporta diagramas desde una fuente hasta un destino determinado. Es por ello que es el utilizado para la transferencia de datos hoy en día. IP está conformado por una cabecera y un campo de datos, los mismos que se encuentran encapsulados para su posterior envío [5].

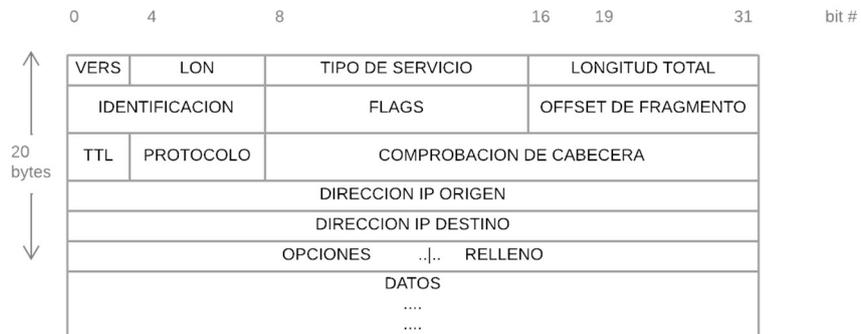


Figura 1. Datagrama IP.

En este datagrama IP está conformado de los siguientes campos:

- **VERS:** Hace referencia a la versión del protocolo, el cual puede ser IPv4 e IPv6.
- **LON:** Longitud de cabecera IP.
- **Tipo de servicio:** Indica la calidad de servicio que está siendo solicitada por dicho datagrama.
- **Longitud total:** Indica la longitud total del datagrama en el cual constan los datos y la cabecera.
- **Identificación:** El emisor va asignar un número cuando se realiza el re ensamblaje.
- **Flags:** Controla la fragmentación.
- **Offset de fragmento:** Ayuda a reconocer el orden de la fragmentación.
- **TTL:** Es un tiempo el cual dicho datagrama tiene permitido estar en la red.
- **Protocolo:** Indica el nivel del protocolo con el cual es transportado el datagrama.
- **Comprobación de cabecera:** Verifica la integridad de la cabecera.

- **Dirección IP origen y destino:** Indica la dirección IP de la fuente y hacia donde está dirigido el datagrama [5].

1.5. Arquitectura IPTV.

Para brindar el servicio de IPTV es muy importante que dentro de su arquitectura se cuente con un análisis sobre la red en la cual se va a implementar, debido que IPTV necesita que ciertos parámetros sean eficientes al momento de trabajar con la televisión por protocolo IP. Dentro de la red se debe contar con una buena velocidad y un ancho de banda dedicado para IPTV [6].

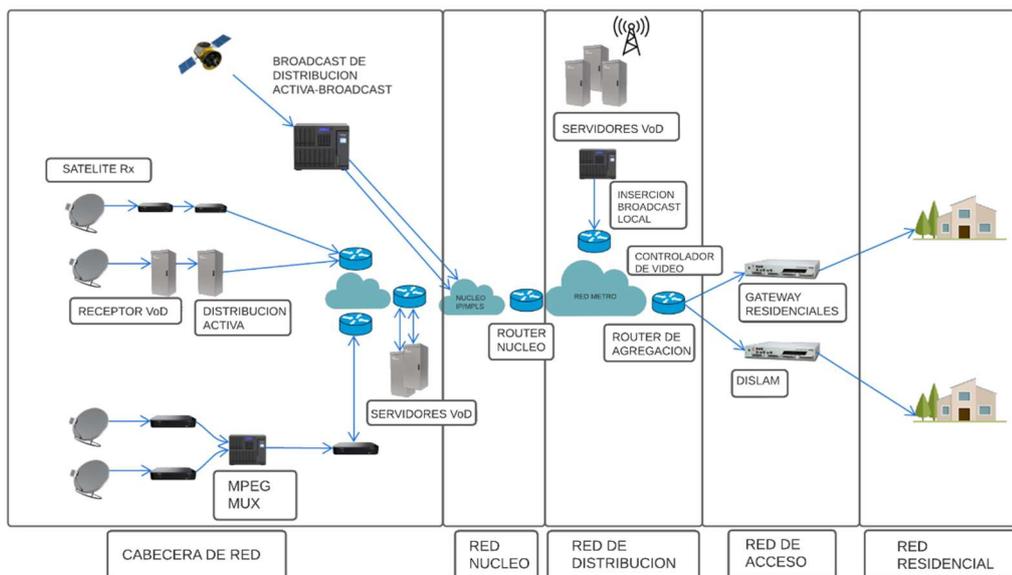


Figura 2. Arquitectura de IPTV.

En la arquitectura de IPTV se encuentra dividido por 5 etapas las cuales se encuentran en forma jerárquica.

1.5.1. Cabecera de Red

Esta capa es la encargada de obtener el contenido de los proveedores de los distintos servicios para los abonados. En esta etapa se van a encontrar los equipos encargados de recibir, transformar y distribuir el contenido.

Todo el contenido que sea recibido va a ser almacenado en servidores de video o en replicadores de video los cuales clonan un campo visual dependiendo de sus salidas. Con esto se logra tener una menor latencia lo cual ayuda a mejorar el servicio de IPTV.

La cabecera de red es una de las etapas más esenciales de la arquitectura debido a que recibe todas las solicitudes de los abonados y envía a los set-top boxes que son los decodificadores o receptores de señales de televisión [6].

1.5.2. Red de Núcleo

A esta capa van a llegar todos los paquetes de la cabecera de red hacia la red de acceso, para lograr este transporte de tráfico de paquetes se utiliza una tecnología MPLS (Multiprotocol Label Switching). Esta tecnología esta creada para combinarse con cualquier otra tecnología en el nivel de acceso (capa 2 modelo OSI) [6].

MPLS posee una cabecera de 32 bits distribuidos en cuatro campos que son: etiqueta, experimental, stack y time to live [6].

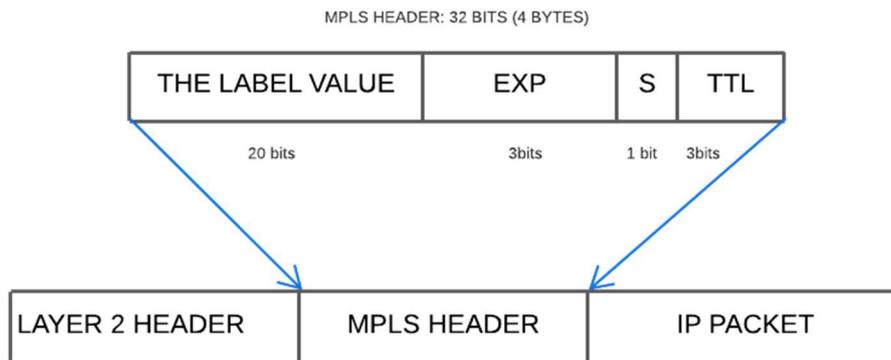


Figura 3. Cabecera de IPTV.

1.5.3. Red de distribución

Es la fase previa para que los flujos de datos que parten desde la cabecera lleguen a la última milla. Es por ello que a esta etapa se le considera una de red de transporte de alta velocidad la cual direcciona el contenido. Sus principales equipos son los router de agregación los cuales tienen como característica principal el ser escalables y tener un buen rendimiento [6].

1.5.4. Red de Acceso

En esta etapa se encuentran todos los equipos encargados de llevar los contenidos multimedia hacia los abonados, además estos equipos también se encargan de atender las solicitudes de parte de los abonados [6].

1.5.5. Red Residencial

El propósito de esta capa es el de brindar el servicio de IPTV a todos los dispositivos que se conectan a la red. La principal característica de esta red es que debe ser fiable y proporcionar el ancho de banda necesario para que el servicio de IPTV no tenga problemas al momento de ser solicitado por el abonado[6].

1.6. PUERTOS GEM

Los puertos GEM son unos canales virtuales de servicio por los cuales existen flujos de datos que comunican a la OLT con la ONU. Estos puertos GEM siempre van a estar asignados a un contenedor de transmisión. Cada puerto GEM es identificado mediante un ID de puerto el mismo que va a ser único. La principal ventaja de los puertos GEM es que se puede transmitir más de un tipo de servicios. Existen un total de 4096 puertos GEM por cada puerto PON[7].

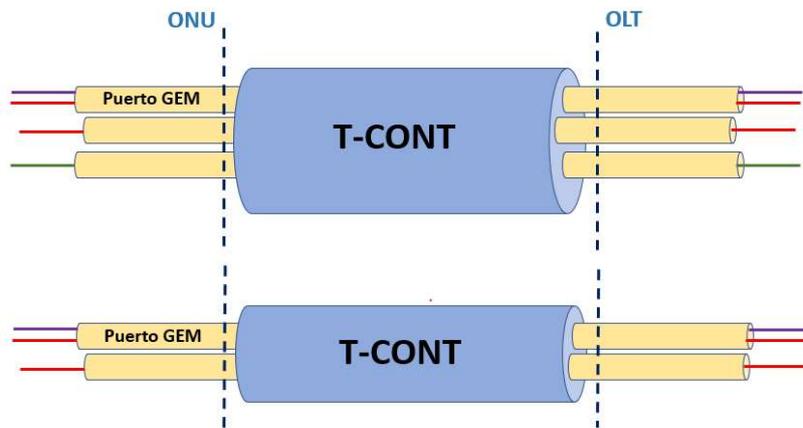


Figura 4. Puertos GEM.

1.7. CONTENEDOR DE TRANSFERENCIA T-CONT

Los contenedores de transmisión (transmission containers, T-CONT) es una estructura cuya función es gestionar el ancho de banda ascendente entre la OLT y la ONU. Trabajan mediante un esquema de mapeo y el tráfico que manejan los t-cont pueden ser distribuidos por los 4096 puertos GEM que se disponen [8].

Estos contenedores de transmisión se dividen en 5 tipos, los mismos que son utilizados dependiendo del servicio que se está aplicando en la OLT ZTE. El t-cont tipo 1 garantiza un ancho de banda para servicios o aplicaciones que son sensibles al

tiempo. El tipo 2 son utilizadas para servicios que no sean sensibles al tiempo. En los contenedores de transmisión de tipo 3 son una combinación del ancho de banda mínimo garantizado y un ancho de banda adicional no garantizado. En el t-cont tipo 4 tenemos un ancho de banda que no tiene ninguna garantía de ancho de banda. El t-cont tipo 5 es una combinación de los 4 tipos antes mencionados [8].

1.8. RED DE ÁREA LOCAL VIRTUAL

Una red de área local virtual también conocidas como VLAN (Virtual Local Area Network), es la agrupación de varios dispositivos que se pueden encontrar en distintas ubicaciones de una red, pero con la principal característica que se pueden comunicar entre si como si estuvieran dentro de la misma red física. Dentro de las principales ventajas de usar las VLAN dentro de una red es la seguridad y la gestión. En cuestión de seguridad debido a que se podrá separar a los dispositivos, pero podrán seguir comunicándose entre ellos con distintas VLANs. Mejorará la gestión debido a que los equipos o dispositivos se podrán reubicar en cualquier punto de la red y seguirán ofreciendo el mismo tipo de servicio [9].

1.9. UNIDAD DE RED ÓPTICA

ONU proviene de sus siglas en inglés (Optical Network Unit), es un equipo el cual ayudará con las funciones necesarias para la que en la parte terminar un acceso de fibra al cliente. En estos equipos se va encontrar una gran cantidad de funcionalidades: garantiza la privacidad del usuario, multiplexado de servicio tarifados [10].



Figura 5. ONU ZTE F660.

1.10. CALIDAD DE SERVICIO EN IPTV

La calidad de servicio (QoS) es un parámetro que mide la capacidad de la red para soportar diferentes tipos de servicios en una parte del tráfico de la red. Existen ciertos parámetros los cuales ayudan a establecer si la calidad de servicio es la correcta, estos parámetros son: retraso de una vía, ancho de banda y pérdida de paquetes [11].

La principal función de supervisar el QoS en una red, es que con este parámetro se pueda controlar el jitter, asignación de bandas y el control de retraso. Al controlar estos parámetros se podrá ofrecer una buena calidad al usuario, debido a que IPTV es una aplicación que es sensible al retraso [12].

Según la recomendaciones de las organizaciones de estandarización (ITU-T, IETF, etc) se pueden asignar ciertos grados de importancia a los parámetros fundamentales de la calidad servicio [13].

Tabla 1. Grado de importancia relativa de los parámetros de QoS [13].

<i>Parámetros QoS</i>	<i>Grados relativos de importancia</i>
<i>Perdida de paquetes (L)</i>	<i>41.7%</i>
<i>Nivel de ráfagas (U)</i>	<i>29.2%</i>
<i>Jitter (J)</i>	<i>10.7%</i>
<i>Retraso de paquetes (D)</i>	<i>10.6%</i>
<i>Ancho de banda (B)</i>	<i>7.8%</i>

Cada valor indicado en la Tabla 1, va a estar sujeto directamente al campo de la medición. Es decir, va a depender si tiene acceso total a todos los parámetros antes mencionados.

CAPÍTULO 2

2. GESTIÓN DE LA OLT ZTE PARA EL SERVICIO DE IPTV.

Para la implementación de IPTV se deben crear ciertos parámetros dentro de la OLT, debido a que este servicio necesita un ancho de banda dedicado. Para esto se creó un control de tráfico el cual será el encargado de controlar que el servicio de IPTV no afecte al servicio de datos. Con la creación de una VLAN se logró que el servicio de IPTV no interfiera con el servicio de datos.

Además, se tuvo que agregar una ONU la cual soporte el servicio de IPTV y sea compatible de la OLT ZTE. Dicha ONU se agregó en la NAP (networking access point) A07, para que no exista conflictos con otras ONU agregadas.

2.1. Dimensionar el ancho de banda de la red GPON para el uso del servicio de IPTV.

Para el dimensionamiento del ancho de banda de la red GPON se creó un T-CONT, el cual ayuda a describir los parámetros de flujo dentro de la red. Al momento de crear estos contenedores de tráfico va ayudar que los diferentes servicios disponibles en la OLT ZTE puedan ser estables y no tengan problema alguno al momento de implementarlos. Esto se debe a que los t-cont asignan distintos tipos de flujo de datos dependiendo del servicio que se quiera dar [14].

CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE LA OLT ZTE PARA EL SERVICIO DE IPTV.

Tabla 2. Configuración del ancho de banda.

Línea de código	Descripción
OltUps#configure terminal	// Ingresar al modo de configuración del terminal
OltUps (config)#gpon	// Se ingresa a la red óptica pasiva
OltUps (config-gpon)#profile tcont 10M type 3 assured 5000 maximum 10000	// Crea un perfil un ancho de banda T-CONT.
OltUps (config-gpon)#show gpon profile tcont <pre> OltUps(config-gpon)#show gpon profile tcont Profile name :default Type FBW(kbps) ABW(kbps) MBW(kbps) PRIORITY WEIGHT 1 10000 0 0 N/A N/A Profile name :20M-T3 Type FBW(kbps) ABW(kbps) MBW(kbps) PRIORITY WEIGHT 3 0 10000 20000 N/A N/A Profile name :10M Type FBW(kbps) ABW(kbps) MBW(kbps) PRIORITY WEIGHT 3 0 5000 10000 N/A N/A </pre>	// Muestra los perfiles de ancho de banda creados.

En la tabla 2, se puede observar el perfil de ancho de banda creado, es el que se encargará que el servicio de IPTV tenga un ancho de banda con la cantidad de megas asignado solamente para este servicio. Se aginó el T-CONT tipo 3 debido a que asegura el mínimo ancho de banda en este caso los 10 megas solamente para IPTV. En el caso que el servicio de IPTV ocupe menos cantidad de megas, con este t-cont tipo 3 se podrá compartir para datos.

```

gpon
  profile tcont 20M-T3 type 3 assured 10000 maximum 20000
  profile tcont 10M type 3 assured 5000 maximum 10000
  profile traffic 10M sir 10000 pir 10000
  profile traffic PLAN1 sir 15000 pir 20000
!
!
gpon

```

Figura 6. Comprobación del perfil de ancho de banda creado.

CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE LA OLT ZTE PARA EL SERVICIO DE IPTV.

En la figura 4, se puede observar que con el comando `#show running-config`, se obtiene todos los cambios realizados en la OLT y se puede corroborar que el perfil para el servicio de IPTV ha sido creado exitosamente.

2.2. Creación de VLAN para el servicio de IPTV.

Dentro de la OLT se pueden crear diferentes tipos de VLAN, las cuales ayudarán a etiquetar los diferentes servicios que se pueden brindar dentro de una red GPON. Para el servicio de IPTV se creó una VLAN con el nombre VLAN-IPTV, siendo esta la VLAN 500.

Tabla 3. Creación de la VLAN.

Línea de código	Descripción
OltUps#configure terminal	// Ingresa al modo de configuración del terminal
OltUps (config)#gpon	// Se ingresa a la red óptica pasiva
OltUps (config-gpon)#onu profile vlan VLAN-IPTV tag-mode tag cvlan 500 pri 7	// Crea un perfil de VLAN.
OltUps (config-gpon)#show gpon onu profile vlan Profile name: VLAN-IPTV Tag mode: tag CVLAN: 500 CVLAN priority:7	// Muestra los perfiles de VLAN.

CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE LA OLT ZTE PARA EL SERVICIO DE IPTV.

2.3. Configuración y autenticación de ONU ZTE.

Para proveer el servicio de IPTV dentro de la red GPON es de vital importancia contar con equipos que soporten este servicio y de igual manera sean compatibles con la OLT ZTE. Para ello se implementó la ONU ZTE F660, la misma que soporta diferentes tipos de servicios entre ellos IPTV. Para configurar esta ONU ZTE se debe ingresar las características físicas y lógicas de la ONU, como son: puertos GEM, puertos ethernet, puerto de voz, etc.

Una parte muy importante es conocer el número de serie de la ONU ya que con este código la OLT confirmará si la ONU es compatible o no.

CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE LA OLT ZTE PARA EL SERVICIO DE IPTV.

Tabla 4. Autenticación de la ONU ZTE.

Línea de código	Descripción
OltUps#configure terminal	// Ingresa al modo de configuración del terminal
OltUps (config)#gpon	// Se ingresa a la red óptica pasiva
OltUps (config-gpon)# onu-type ZTE-F660 gpon description 4ETH,1POTS max-tcont 7 max-gemport 32 max-switch-perslot 1 max-flow-perswitch 32	// Características físicas y lógicas de la ONU ZTE.
OltUps (config-gpon)# onu-type-if ZTE-F660 eth_0/1-4	// Declara los puertos ethernet.
OltUps (config-gpon)# onu-type-if ZTE-F660 pots_0/1	// Declara los puertos telefónicos.
OltUps (config-gpon)# show gpon onu uncfg OltUps(config-gpon)#show gpon onu uncfg OnuIndex Sn State ----- gpon-onu_1/1/2:1 ZTEGC95B6A07 unknown	// Muestra las ONU que no están configuradas en la OLT.
OltUps (config)# interface gpon-olt_1/1/2	//Ingreso a la interfaz que se encuentra conectado la ONU.
OltUps(config-if)#onu 2 type ZTE-F660 sn ZTEGC95B6A07	// Se registra ONU con el número de serie.
OltUps(config)#show gpon onu state gpon-olt_1/1/2 OltUps(config)#show gpon onu state gpon-olt_1/1/2 OnuIndex Admin State OMCC State Phase State Channel ----- 1/1/2:1 enable disable LOS 1(GPON) 1/1/2:2 enable enable working 1(GPON) ONU Number: 1/2	// Muestra ONU activas.

CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE LA OLT ZTE PARA EL SERVICIO DE IPTV.

En la tabla 4, se encuentran los comandos para autenticar la ONU ZTE en la OLT, luego se procede a configurar el servicio de banda ancha para que por el puerto declarado se distribuya los megas necesarios para el servicio de IPTV.

Tabla 5. Configuración de la ONU ZTE.

<i>Línea de código</i>	<i>Descripción</i>
OltUps#configure terminal	// Ingresa al modo de configuración del terminal
OltUps (config) #interface gpon-onu_1/1/2:2	// Se ingresa a la ONU con la interfaz y el número de la ONU agregada en este caso 2.
OltUps(config-if)#tcont 3 name T3 profile 10M	// Se agrega el contenedor de transferencia.
OltUps(config-if)#gemport 1 name gemport1 tcont 3	// Puertos para el servicio.
OltUps(config)#pon-onu-mng gpon-onu_1/1/2:2	// Configuración del canal de servicio.
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/2:2	// Ingreso a la interfaz
OltUps(config-if)#service-port 1 vport 1 user-vlan 500 vlan 500	// Configuración del puerto de servicio por VLAN.

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SERVIDOR DE VIDEO

Para brindar el servicio de IPTV es necesario disponer de una fuente que es el conjunto de archivos multimedia, en este caso está dado por un servidor, en el cual el video se obtiene de distintas bases de datos, para obtener la señal de televisión es necesario disponer de un encoder, este dispositivo hará la conversión del video a un formato H.264 debido a que este formato dispone una tecnología de comprensión mejor que otros tipos de formatos.

3.1 Configuración del servidor NGINX

Para realizar la configuración del servidor el cual va a ser el encargado de recolectar toda la información multimedia para los usuarios. Es necesario tener en cuenta las características del equipo donde será albergado el servidor, el cual usa los recursos de la computadora para que el servidor funcione correctamente. Se aplica el protocolo RTPM este transmite tanto datos de voz como de video.

3.1.1 Instalación de NGINX con modulo RTPM

Se agrega el repositorio nginx-full, el cual es un servidor web de código abierto, el cual va a ser el servidor que va abarcar todo el servicio multimedia de IPTV. Una de las ventajas que se tiene con nginx es el bajo uso de memoria que requiere para completar los procesos solicitados por el operador.

```
1 | $ brew options nginx-full
```

Figura 7. Agregación del repositorio NGINX.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para confirmar que nginx se encuentra en el ordenador, se hace uso de la dirección de origen del símbolo de sistema, en esta ventana se observa cada una de las características del servidor.

```
Directorio de C:\nginx-rmtp
02/06/2022 12:12 <DIR>      .
02/06/2022 12:12 <DIR>      conf
13/11/2018 11:02          1.307 LICENSE
02/06/2022 12:12 <DIR>      logs
13/11/2018 11:02      3.418.112 nginx.exe
13/11/2018 11:02          2.133 README.md
13/11/2018 11:02          17 stop.bat
02/06/2022 12:12 <DIR>      temp
11/06/2020 07:40 <DIR>      tmp
02/06/2022 12:12 <DIR>      www
          4 archivos    3.421.569 bytes
          6 dirs    426.648.670.208 bytes libres
```

Figura 8. Características del servidor obtenidas desde el CMD.

3.1.2 Configuración del puerto

El puerto que viene por defecto es el 80 el cual maneja un protocolo TCP/IP, esto ayuda a que se puedan manejar buscadores web libres y plug-ins de multimedia para la reproducción de video y audio [15].

Como el puerto 80 es muy conocido y muy utilizado y para evitar conflictos con otros servidores que pueden ser creados, se hizo un cambio al puerto 8080 por el cual se va a transmitir la señal de video [16].

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

```
http{
  server {
    listen 8080;
    location /dash {
      root tmp;
      add_header Cache-Control no-cache;
    }
    location / {
      root www;
    }
  }
}
```

Figura 9. Configuración del puerto 8080.

3.1.3 Crear aplicación RTMP

El protocolo de mensajería en tiempo real (RTMP), es un protocolo el cual ayuda con las transmisiones de alta calidad tanto de audio, video y datos [17].

Este protocolo trabaja con diferentes formatos como: FLV, SWF, F4V y AMF lo cual facilita al momento de trabajar con servicios como los de IPTV [17].

Mediante el puerto 1935 se envía la información de video, en este caso es importante activar la opción de live para observar el video en vivo [18].

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

```
worker_processes 1;

error_log logs/error.log info;

events {
    worker_connections 1024;
}

rtmp {
    server {
        listen 1935;
        application live {
            live on;
            dash on;
            dash_path tmp/dash;
        }
    }
}
```

Figura 10. Configuración del puerto 1935.

3.1.4 Configuración de las IP del servidor

El servidor que fue configurado se comunicará con el router de borde (RB1036), es necesario usar una máscara de red que en este caso dicha máscara será la: 255.255.255.252, debido a que solo se necesitan 2 host. En el servidor se usará el siguiente direccionamiento 172.16.100.2/30, adicional se configuran los DNS correspondientes, mientras que el RB1036 tendrá como gateway la dirección: 172.16.100.1/30.

Para realizar esta configuración de las IP se debe ingresar a las conexiones de red del computador.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

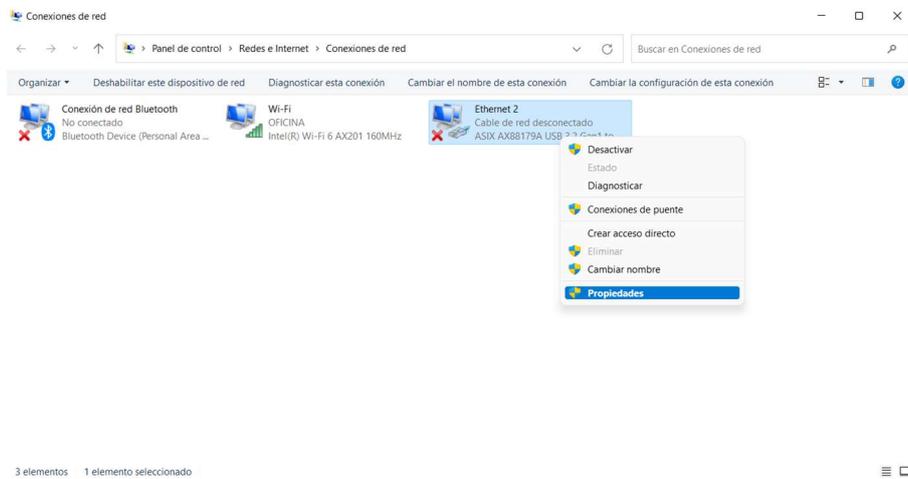


Figura 11. Ajustes de las conexiones de red.

Dentro del menú de las propiedades de ethernet se va a ingresar en el protocolo de internet versión 4 (IPv4).

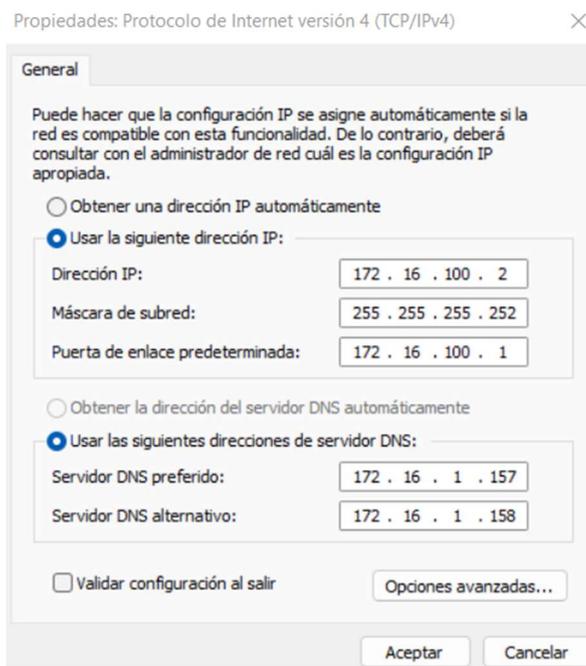


Figura 12. Configuración de IP para el servidor.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al momento que se ha creado la IP la cual va direccionar al servidor, se crea una red que utiliza el puerto físico ETH4 del router de borde.

Dentro del winbox, en el apartado de interface list asignamos la interfaz por la que se va a conectar con el servidor de IPTV. Para diferenciar con el resto de interfaces creadas en la OLT, se creó dicha interfaz con el nombre de IPTV_SERVER.

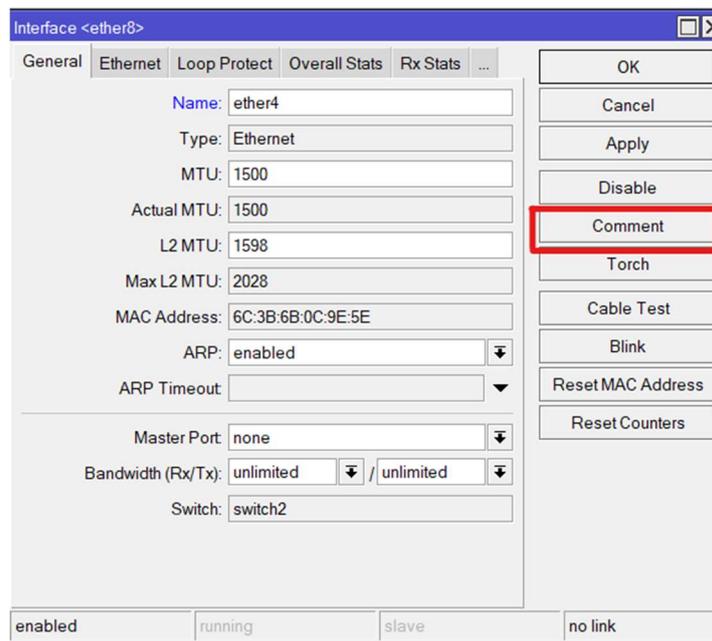


Figura 13. Conjuraciones para la interfaz.

Una vez que se han establecido los parámetros necesarios para la creación del puerto ethernet es de vital importancia dejar una reseña, para que se diferencie los puertos que se van creado dentro del winbox.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

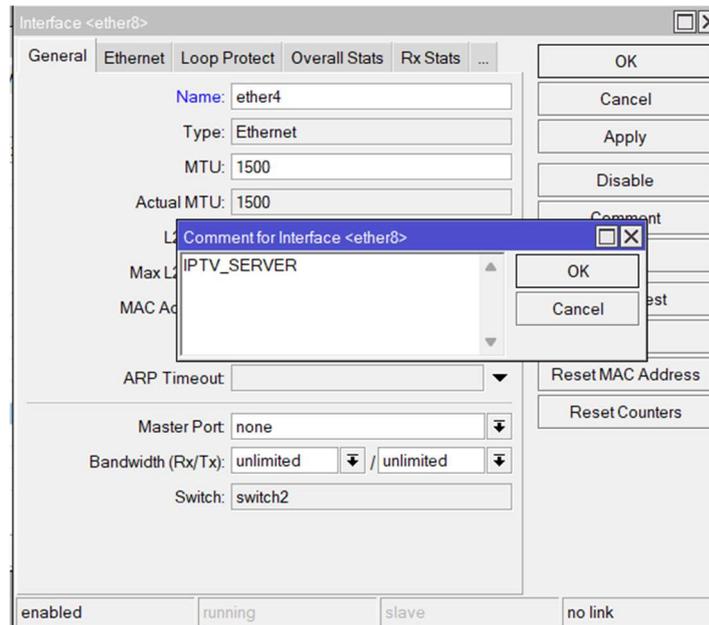


Figura 14. Comentario de la interfaz creada.

Finalizado con las configuraciones, en el apartado de listas se mostrará la interfaz creada para IPTV con el nombre que se asignó. El comentario realizado dentro de la configuración, se reflejará en la lista de interfaz como una etiqueta que diferencia las interfaces, en este caso se puede observar que se encuentra con el nombre de IPTV_SERVER.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

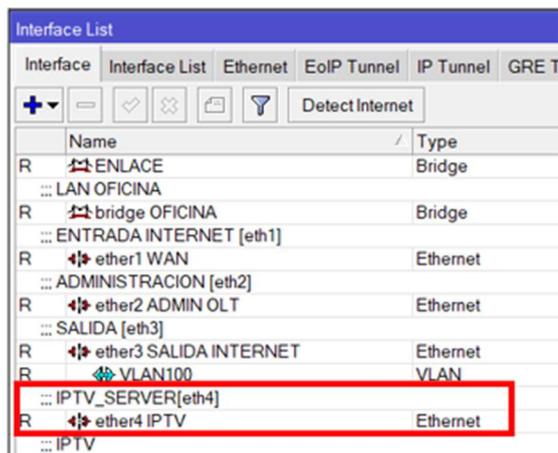


Figura 15. Creación de la interfaz para el servidor.

Una vez que se agregó la interfaz para el servidor, se procede a ingresar la IP por la cual va a pasar hacia el router de borde. Por lo tanto, se ingresa el gateway al ETH4 del RB1036, este procedimiento se realiza en la sección de address list del winbox.

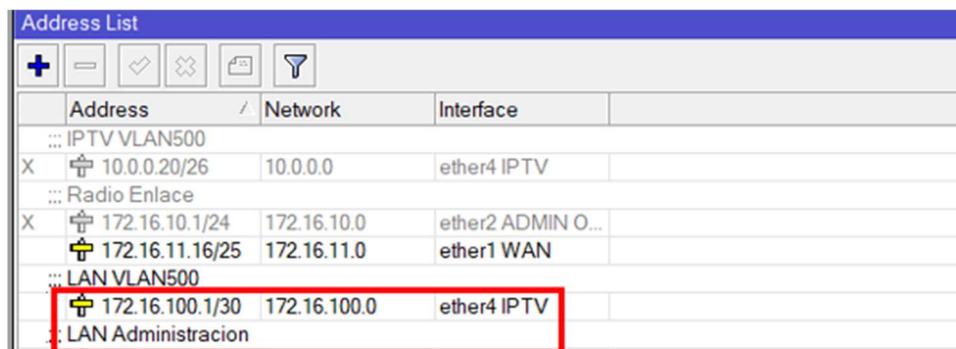


Figura 16. Configuración de la lista de dirección.

Para comprobar que las direcciones IP ingresadas anteriormente fueron las correctas, el software nos brinda una sección en la cual se puede verificar si el procedimiento está realizado correctamente.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

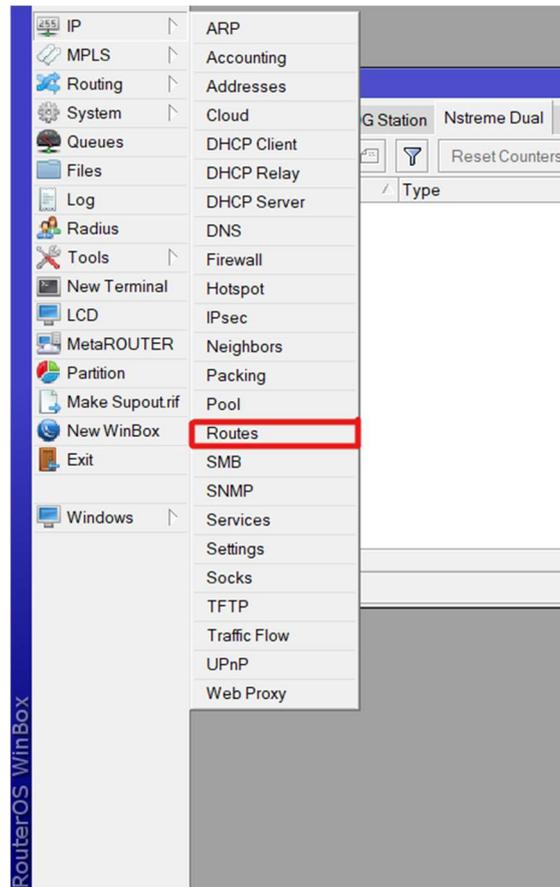


Figura 17. Ingreso a la lista de rutas.

Dentro de la sección *routes* se puede observar que las direcciones ingresadas se encuentran alcanzables (reachable). Lo cual verifica que el proceso de direccionamiento fue realizado correctamente. En esta lista se pueden observar todas las direcciones IP que se encuentran activas dentro de la OLT.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

	Dst Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
AS	0.0.0/0	172.16.11.1 reachable ether1 WAN	1		
DAC	172.16.11.0/25	ether1 WAN reachable	0		172.16.11.16
DAC	172.16.100.0/30	ether4 IPTV reachable	0		172.16.100.1
DAC	192.168.20.0/24	ether2 ADMIN OLT reachable	0		192.168.20.1
DAC	192.168.100.0/24	bridge OFICINA reachable	0		192.168.100.1
DAC	192.168.108.0/24	VLAN100 reachable	0		192.168.108.1

Figura 18. Comprobación de la lista de ruta.

Finalmente, dentro del winbox se realiza un ping desde el router de borde hacia el servidor para comprobar que no exista ningún inconveniente al enviar los paquetes.

```
[admin@MikroTik] > ping 172.16.100.2
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
0 172.16.100.2          56 128 0ms
1 172.16.100.2          56 128 0ms
2 172.16.100.2          56 128 0ms
3 172.16.100.2          56 128 0ms
4 172.16.100.2          56 128 0ms
5 172.16.100.2          56 128 0ms
6 172.16.100.2          56 128 1ms
7 172.16.100.2          56 128 0ms
8 172.16.100.2          56 128 0ms
9 172.16.100.2          56 128 0ms
10 172.16.100.2         56 128 0ms
11 172.16.100.2         56 128 0ms
12 172.16.100.2         56 128 0ms
13 172.16.100.2         56 128 0ms
14 172.16.100.2         56 128 0ms
15 172.16.100.2         56 128 0ms
16 172.16.100.2         56 128 0ms
17 172.16.100.2         56 128 0ms
18 172.16.100.2         56 128 0ms
19 172.16.100.2         56 128 5ms
sent=20 received=20 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=5ms
SEQ HOST                SIZE TTL TIME  STATUS
20 172.16.100.2          56 128 0ms
21 172.16.100.2          56 128 0ms
22 172.16.100.2          56 128 0ms
23 172.16.100.2          56 128 0ms
24 172.16.100.2          56 128 0ms
```

Figura 19. Ping del router de borde al servidor.

Analizando los resultados del ping se puede observar que no existen problemas del enlace entre el router de borde hacia el servidor, lo cual garantiza que todos los paquetes que sean enviados desde el servidor hacia el RB1036 se encuentran transmitiendo sin ningún inconveniente.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Comprobación del servicio de IPTV a través de una aplicación libre

Para corroborar que la configuración del servicio de IPTV se encuentra operando dentro de la red GPON, se utilizó la plataforma de VLC Media Player el cual es un software libre y de código abierto, el mismo que permite reproducir cualquier formato de video y su principal característica la cual se utilizó este software es su capacidad de streaming.

Con la dirección IP creada en el software de winbox se logra que el usuario solicite al servidor el servicio de IPTV. Por lo tanto, dentro del software VLC se debe ingresar la dirección IP asignada. Una vez que la dirección tenga conexión con el servidor se puede visualizar la transmisión en vivo y la misma que se encuentra distribuida en toda la red GPON

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



Figura 20. Ingreso a VLC para iniciar la transmisión de IPTV.

Dentro de la interfaz del VLC se tiene un apartado en el cual al momento de seleccionar se va a pedir que se ingrese la IP para conectar con el servidor. Al momento de seleccionar el apartado de nueva transmisión, el VLC va a solicitar una dirección de red.



Figura 21. Dirección de red para conectarse con el servidor.

Mediante el winbox se creó que la IP 172.165.100.2 sea la dirección la cual dirija al usuario hacia el servidor de IPTV. Al momento que un usuario introduzca esta dirección de red estará solicitando al servidor que le envíe por medio de la red GPON

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

el servicio de IPTV y de igual manera para cada usuario que se vaya conectando a la red GPON.

Al momento que el usuario ingrese la dirección de red y al seleccionar el icono de enviar, automáticamente se podrá visualizar el contenido que está siendo transmitido en ese momento.



Figura 22. Contenido multimedia del servidor.

4.2. Comprobación de los tiempos de respuesta

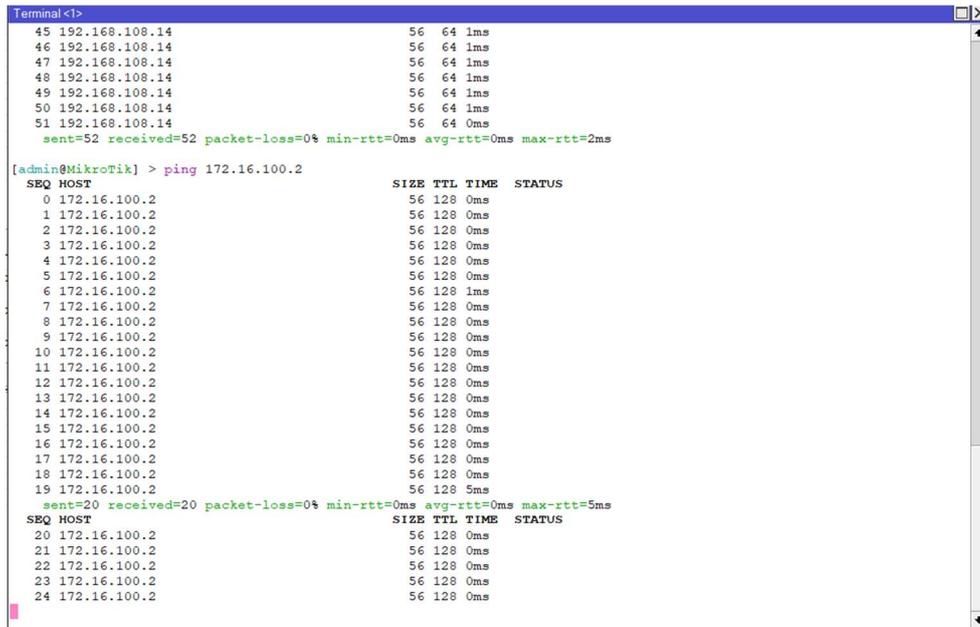
Para analizar cada una de las de las rutas es importante saber el tiempo de respuesta que se tiene entra los equipos, esto ya sea para descartar pérdida de paquetes o a su vez descartar redundancias en cuanto a las rutas tomadas ya sea por el servidor IPTV o la ONT [19].

4.2.1. Tiempo de respuesta desde RB 1036 hacia el servidor

Como se observa en la figura 23, el tiempo de respuesta es de 0ms, prácticamente la respuesta es inmediata hacia el servidor de video. Es importante recalcar que el

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

servidor está conectado con un cable de red UTP-CAT 6 de 5m de largo, lo que hace que la respuesta sea inmediata.



```
Terminal<->
45 192.168.108.14          56 64 lms
46 192.168.108.14          56 64 lms
47 192.168.108.14          56 64 lms
48 192.168.108.14          56 64 lms
49 192.168.108.14          56 64 lms
50 192.168.108.14          56 64 lms
51 192.168.108.14          56 64 lms
sent=52 received=52 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=2ms

[admin@MikroTik] > ping 172.16.100.2
SEQ HOST          SIZE TTL TIME  STATUS
0 172.16.100.2    56 128 0ms
1 172.16.100.2    56 128 0ms
2 172.16.100.2    56 128 0ms
3 172.16.100.2    56 128 0ms
4 172.16.100.2    56 128 0ms
5 172.16.100.2    56 128 0ms
6 172.16.100.2    56 128 1ms
7 172.16.100.2    56 128 0ms
8 172.16.100.2    56 128 0ms
9 172.16.100.2    56 128 0ms
10 172.16.100.2    56 128 0ms
11 172.16.100.2    56 128 0ms
12 172.16.100.2    56 128 0ms
13 172.16.100.2    56 128 0ms
14 172.16.100.2    56 128 0ms
15 172.16.100.2    56 128 0ms
16 172.16.100.2    56 128 0ms
17 172.16.100.2    56 128 0ms
18 172.16.100.2    56 128 0ms
19 172.16.100.2    56 128 5ms
sent=20 received=20 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=5ms
SEQ HOST          SIZE TTL TIME  STATUS
20 172.16.100.2    56 128 0ms
21 172.16.100.2    56 128 0ms
22 172.16.100.2    56 128 0ms
23 172.16.100.2    56 128 0ms
24 172.16.100.2    56 128 0ms
```

Figura 23. Ping del RB hacia el servidor.

4.2.2. Tiempo de respuesta desde RB 1036 hasta la ONT

En la figura se observa un ping de 1ms que prácticamente es instantáneo, tomando en cuenta que el medio de transmisión es óptico esto reduce considerablemente los tiempos generados entre los equipos. Es importante recalcar que la ruta que sigue desde el equipo RB1036 pasa primero por una VLAN 500 que está dedicada a video [20].

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

```
Terminal <t>
1 192.168.108.14      56  64 1ms
2 192.168.108.14      56  64 0ms
3 192.168.108.14      56  64 1ms
4 192.168.108.14      56  64 1ms
5 192.168.108.14      56  64 0ms
6 192.168.108.14      56  64 1ms
7 192.168.108.14      56  64 1ms
8 192.168.108.14      56  64 1ms
9 192.168.108.14      56  64 1ms
10 192.168.108.14     56  64 1ms
11 192.168.108.14     56  64 1ms
12 192.168.108.14     56  64 1ms
13 192.168.108.14     56  64 1ms
14 192.168.108.14     56  64 1ms
15 192.168.108.14     56  64 1ms
16 192.168.108.14     56  64 1ms
17 192.168.108.14     56  64 1ms
18 192.168.108.14     56  64 2ms
19 192.168.108.14     56  64 1ms
sent=20 received=20 packet-loss=0% min-rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=2ms
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
20 192.168.108.14 56  64 1ms
21 192.168.108.14 56  64 0ms
22 192.168.108.14 56  64 1ms
23 192.168.108.14 56  64 1ms
24 192.168.108.14 56  64 1ms
25 192.168.108.14 56  64 0ms
26 192.168.108.14 56  64 1ms
27 192.168.108.14 56  64 1ms
28 192.168.108.14 56  64 1ms
29 192.168.108.14 56  64 1ms
30 192.168.108.14 56  64 0ms
31 192.168.108.14 56  64 1ms
32 192.168.108.14 56  64 0ms
33 192.168.108.14 56  64 1ms
34 192.168.108.14 56  64 1ms
35 192.168.108.14 56  64 0ms
36 192.168.108.14 56  64 1ms
```

Figura 24. Ping del RB hacia la ONT.

4.3. Ancho de banda ocupado por los usuarios IPTV

Tomando en cuenta el formato de video RTPM que se transmite a través de la red LAN, en la siguiente imagen podemos ver la topología del servicio de IPTV [21].

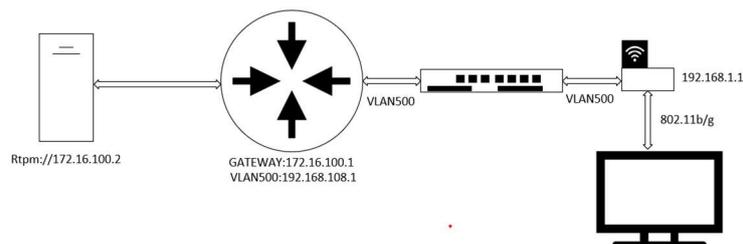


Figura 25. Topología de IPTV.

En las figuras 26 y 27, se puede observar que la descarga de datos con un solo dispositivo conectado equivale a 3.2 Mbps, al momento de conectar 2 dispositivos el ancho de banda en descarga aumenta a una media de 6 Mbps, con 3 dispositivos

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

el ancho de banda es de 9 Mbps, sabiendo que se tienen asegurados 10 Mbps. Sabiendo que el formato de transmisión de video es en un formato H.264 siendo esta la máxima calidad obtenida por los encoders 1080p, además de eso existe un retraso aproximadamente por la codificación y decodificación de imágenes.

Es importante tomar en cuenta que las variaciones de descarga se deben a factores como la velocidad de video en ese instante, si existe o no existe sonido, los colores que pueda presentar la imagen en distintas tonalidades, esto hará que sea necesario un mayor ancho de banda para poder realizar el procesamiento de datos [22].

En las siguientes imágenes se nota como el tráfico aumentara según el número de dispositivos y las características de estos, además de eso se toma en cuenta el formato en el cual se transmite en formato RTPM, el cual presenta una gran estabilidad, esto hará que el video se transmita de manera fluida. Cada dispositivo nuevo que se conecte a la red agregara una cantidad de 2.6MB esto con calidad de 1080p [23].

4.3.1. Tráfico de datos con un solo dispositivo conectado

El análisis del tráfico que se tiene con IPTV, es de vital importancia debido a que se podrá observar el comportamiento del servicio dentro de la OLT ZTE. Este análisis se puede realizar debido a que IPTV es una transmisión intensa de flujo de video [24].

Para observar qué consumo tiene el servicio de IPTV dentro de la OLT ZTE, se realizaron diferentes mediciones con la ayuda del software Winbox, en la cuales se analizó conectando desde un dispositivo hasta tres dispositivos.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

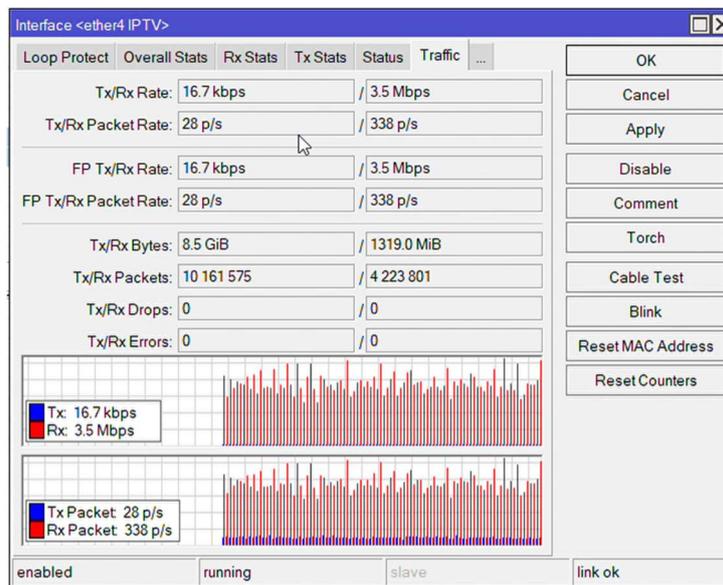


Figura 26. Consumo de IPTV con un dispositivo conectado.

Analizando la figura 26, se puede observar que el consumo cuando se encuentra conectado un dispositivo es de 3.5 Mbps. Este consumo no solo dependerá del número de dispositivos conectados, también dependerá del formato y la calidad de video en el cual se establezca el servicio de IPTV, por ejemplo el formato MPEG-4 H.264 el mismo que posee una mayor tasa de compresión [25].

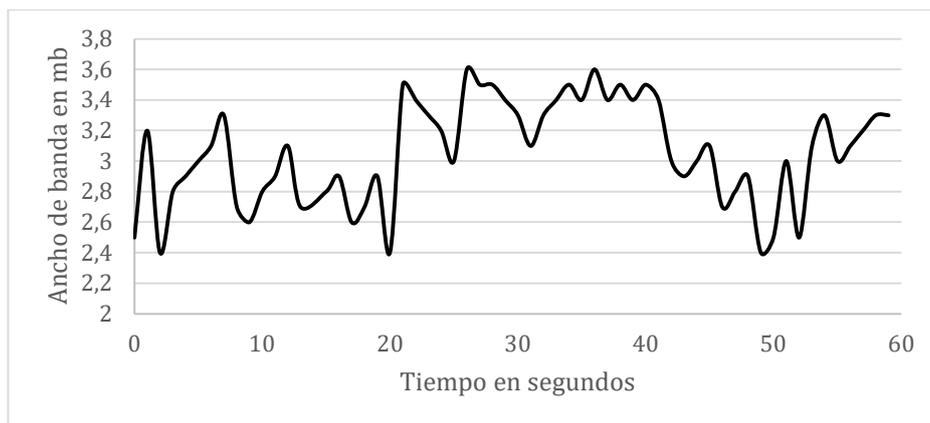


Figura 27. Consumo del dispositivo dentro de un intervalo de tiempo.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la figura 27, se puede observar que el consumo varía dentro de un intervalo de tiempo dependiendo del tipo de contenido que se está cargando dentro del servidor de IPTV.

4.3.2. Tráfico de datos con dos dispositivos conectados

Al conectar dos dispositivos se puede observar un incremento de un Mbps, por lo que no se tiene un consumo considerable. Dentro del winbox se puede observar como es el consumo con el tiempo y se encuentran con distintos picos los cuales están ligados directamente al contenido multimedia que se envía por medio del servidor.

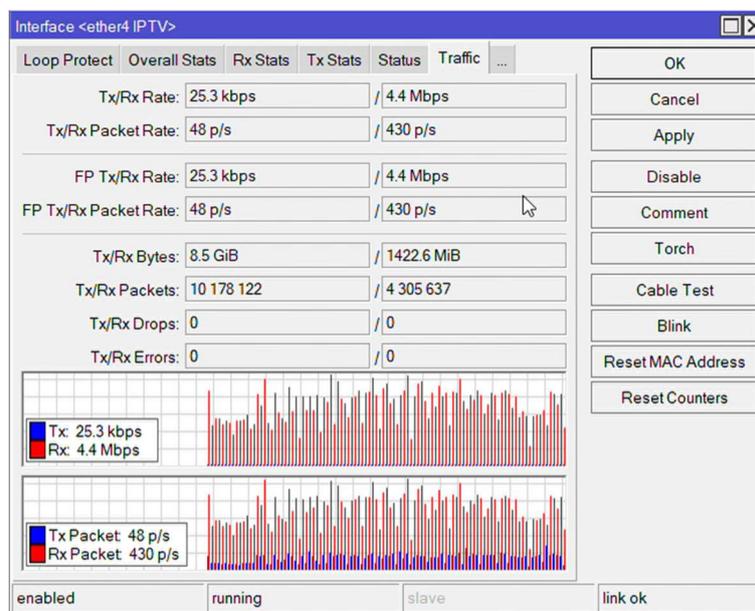


Figura 28. Consumo de IPTV con dos dispositivos conectados.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

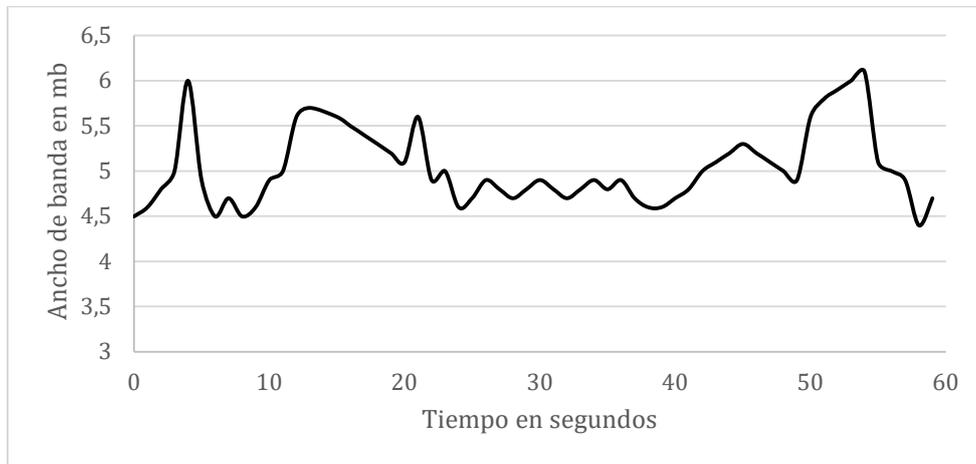


Figura 29. Consumo de dos dispositivos dentro de un intervalo de tiempo.

4.3.3. Tráfico de datos con 3 dispositivos conectados

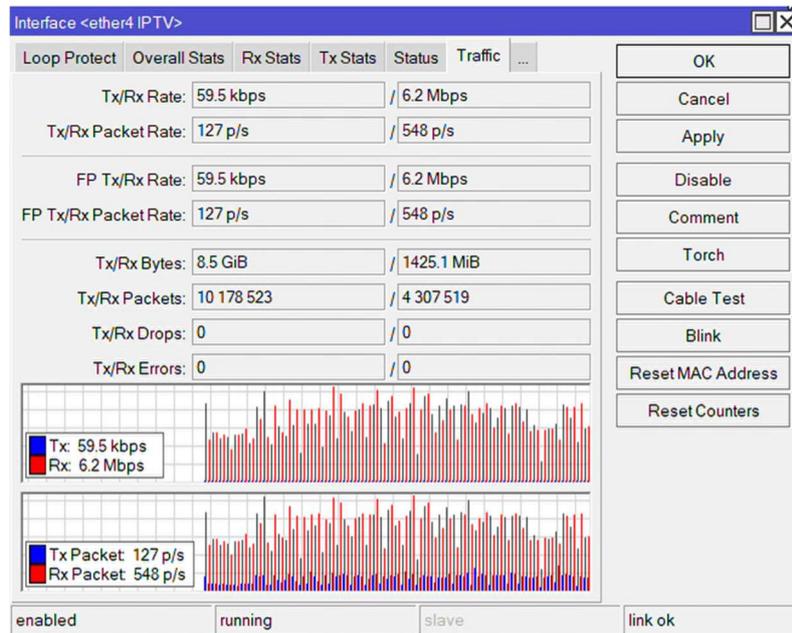


Figura 30. Consumo de IPTV con tres dispositivos conectados.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

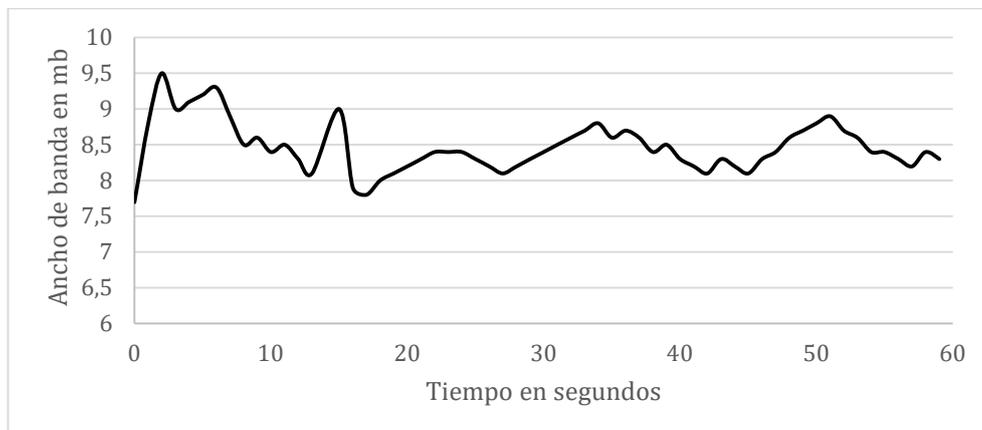


Figura 31. Consumo de tres dispositivos dentro de un intervalo de tiempo.

Con la ayuda del software winbox se puede realizar diferentes tipos de análisis para poder distribuir de mejor manera los diferentes servicios que se tienen dentro de la OLT ZTE. Se puede observar que IPTV no necesita un gran ancho de banda para poder ser implementado.

4.4. Calidad de servicio de IPTV.

Se tiene varias definiciones para QoS que va a depender del servicio o la aplicación la cual se está tratando de medir su eficiencia hacia el usuario. La Unión Internacional de Telecomunicaciones define a QoS, como el conjunto de características de un específico servicio de telecomunicaciones el mismo que delimita la capacidad de satisfacer las necesidades implícitas y explícitas del usuario [26].

La parte fundamental de brindar el servicio de IPTV es la calidad de servicio que puede ofrecer hacia el usuario, por lo tanto, este parámetro está ligado directamente con el usuario. La calidad de servicio (QoS) está compuesta de varios factores como el ancho de banda, la pérdida de paquetes, jitter y el retraso [27].

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Es por ello que se debe administrar con mucha precaución la red GPON y lo más importante el control de tráfico, debido a que va a depender de esto si el servicio de IPTV es óptimo [27]. Este servicio debe ser prestado en cualquier momento y a cualquier usuario, y lo puede hacer por medio de las distintas tecnologías: FTTx, Carrier ethernet y WiMAX [28].

Por lo tanto, tomando en cuenta los factores antes mencionados (retraso, ancho de banda, etc.) los cuales van a medir la calidad de la red [29], se realizaron encuestas a diferentes usuarios, los mismos que pudieron acceder desde sus dispositivos al servidor de IPTV y así calificar dicho servicio.

Considerando los parámetros para medir la QoS se generó una encuesta la misma que consta de 5 preguntas. Estas preguntas ayudarán a medir que tan eficiente es el servicio de IPTV para los usuarios encuestados. Para establecer una medida de la calidad de servicio se generó una calificación del 1 al 5, donde 5 es el puntaje más alto y 1 la calificación más baja, para lograr analizar qué tan eficaz es el servicio de IPTV. Los usuarios que fueron estudiantes de la carrera de telecomunicaciones y ex estudiantes deberán calificar desde cómo se ingresa al servidor hasta la calidad de video del servicio.

CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

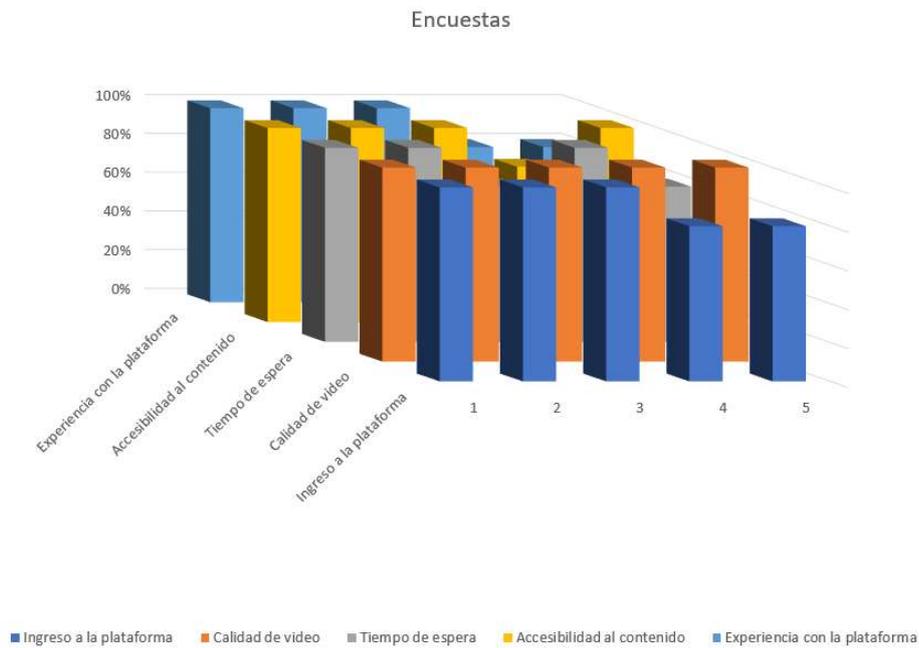


Figura 32. Resultados de las encuestas.

Analizando los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los diferentes usuarios, se encontró una buena aceptación con el servicio de IPTV. Lo cual indica que la calidad de servicio hacia el usuario se encuentra en óptimas condiciones. Una de las preguntas que ha tenido en promedio una calificación baja es con respecto a la experiencia con la plataforma. Esto se debe a que la accesibilidad a la plataforma puede llegar a ser muy complicada para los usuarios.

Con los resultados obtenidos con las encuestas realizadas a los diferentes usuarios se puede deducir que el principal aspecto a mejorar es el acceso al contenido multimedia por lo que se pueden implementar diferentes formas de acceso al contenido que puede ser por medio de un usuario y contraseña para que cada usuario pueda disfrutar de su contenido de preferencia.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO.

5.1. CONCLUSIONES

Una vez que se han desarrollado todos los objetivos propuestos para la implementación del servicio de IPTV en la red GPON del laboratorio de telecomunicaciones se puede concluir que, al contar con una OLT ZTE dentro del laboratorio se pueden estudiar e implementar diferentes tipos de aplicaciones con las cuales tanto docentes como estudiantes podrán adquirir conocimientos los mismos que podrán ser aplicados en su vida profesional.

Con la OLT ZTE se pueden implementar diferentes servicios los mismos que en la actualidad son de gran demanda por los usuarios, es por ello que se decidió diseñar e implementar el servicio de IPTV dentro de la red GPON del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana. Para la implementación de este, fue necesario configurar nuevamente la OLT, debido a que IPTV es un protocolo que necesita un ancho de banda dedicado. Dentro de la configuración en la OLT se crean nuevos contenedores de transmisión los que ayudan a controlar el ancho de banda dentro de una red.

La creación de la VLAN fue un apartado muy importante ya que con la ayuda de estas redes virtuales se logró etiquetar el servicio de IPTV para disponer una administración más organizada.

Para tener la señal de video en el destino final, es necesaria la creación de un servidor de video, en este caso se eligió NGINX, ya que brinda varias facilidades y permite transmitir video en calidad de 1080p, a través de la OLT, en el formato RTPM, es importante señalar que el video transmitido depende de la fuente de la cual es

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

obtenido. Cabe recalcar que es importante el uso de un programa que capture el video, en este caso la solución más acorde a las necesidades del servicio de IPTV es OBS, este nos permite la transmisión de video en una calidad de 1080p.

5.2. RECOMENDACIONES

Al contar con una OLT GPON dentro de los laboratorios de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana se pueden realizar diferentes tipos de aplicaciones o investigaciones, debido a que este tipo de equipos son los que se encuentran en el ámbito de las telecomunicaciones y el poder trabajar con los mismos, se logrará obtener una experiencia que será fundamental para la vida profesional.

Se pueden implementar diferentes tipos de servicios dentro de la OLT ZTE, los cuales pueden brindar una mejor calidad de experiencia a los estudiantes y docentes de la Universidad. Estos servicios pueden ir desde VoIP hasta videoconferencias con la ayuda del servicio IPTV ya implementado.

5.3. TRABAJOS FUTUROS

Con la OLT ZTE ya configurada para brindar el servicio de IPTV, se podría obtener señales de televisión abierta por medio de una antena parabólica y por medio de un encoder introducir a la red GPON. De igual manera se podrían obtener señales de televisión privada y poder analizar el consumo en la red GPON con canales SD y HD.

Con los contenedores de tráfico creados se pueden implementar servicios de video conferencia con todos los dispositivos que tengan acceso a la red GPON del laboratorio de telecomunicaciones.

APÉNDICES

APÉNDICE A: Encuestas realizadas a estudiantes y egresados de la carrera de telecomunicaciones.



PROYECTO TÉCNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Valeria Calle				8 ^o ciclo	
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma				X		
Calidad de video					X	
Tiempo de espera					X	
Accesibilidad al contenido				X		
Experiencia con la plataforma				X		
Observaciones Generales						Mejorar acceso a la Plataforma
Calificación						

Valeria Calle

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TÉCNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Kevin Bravo Egresado					
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma				X		
Calidad de video					X	
Tiempo de espera				X		
Accesibilidad al contenido					X	
Experiencia con la plataforma				X		
Observaciones Generales						no existen
Calificación						

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Karia Sanchez Egresado					
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma					X	
Calidad de video					X	
Tiempo de espera				X		
Accesibilidad al contenido				X		
Experiencia con la plataforma				X		
Observaciones Generales						no existen
Calificación						

[Handwritten signature]

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL
LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Diego Zamora Egresado					
Tipo de equipo						
ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma				✓		
Calidad de video					✓	
Tiempo de espera				✓		
Accesibilidad al contenido				✓		
Experiencia con la plataforma					✓	
Observaciones Generales						no existen
Calificación						

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL
LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Alberto Díaz 9no Cielo					
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma					X	
Calidad de video					X	
Tiempo de espera				X		
Accesibilidad al contenido					X	
Experiencia con la plataforma					X	
Observaciones Generales						
Calificación						

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario		Jonnetha Ayebora Ino cici				
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma					X	
Calidad de video				X		
Tiempo de espera				X		
Accesibilidad al contenido				X		
Experiencia con la plataforma				X		
Observaciones Generales						
Calificación						

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL
LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Micaela Renteria					
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma					x	
Calidad de video					x	
Tiempo de espera					x	
Accesibilidad al contenido					x	
Experiencia con la plataforma					x	
Observaciones Generales						
Calificación						

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL
LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Marcelo Lozano 9no					
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma				X		
Calidad de video				X		
Tiempo de espera				X		
Accesibilidad al contenido				X		
Experiencia con la plataforma				X		
Observaciones Generales						
Calificación						


Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	Alba Ochoa					
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma					Y	
Calidad de video					X	
Tiempo de espera					Y	
Accesibilidad al contenido					X	
Experiencia con la plataforma					X	
Observaciones Generales						
Calificación						

Firma Evaluador

APÉNDICES



PROYECTO TECNICO

'IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV A TRAVÉS DE LA OLT GPON ZTE DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA'

AUTORES:

MARCOS SEBASTIAN AVENDAÑO CASTILLO

JUAN GRABRIEL JARA CALLE

EVALUACION TRANSMISION DE VIDEO						
Usuario	<i>Rafael Mendez Guerrero</i>					
Tipo de equipo						
Ítems	1	2	3	4	5	Observaciones
Ingreso a la plataforma						✓
Calidad de video						×
Tiempo de espera						×
Accesibilidad al contenido						×
Experiencia con la plataforma						×
Observaciones Generales						
Calificación						

Firma Evaluador

APÉNDICES

APÉNDICE B: MANUAL OLT ZTE



ZXA10 C320

Equipo de Convergencia de Acceso Óptico

Configuración Manual (CLI)

Version: V1.2.5

ZTE CORPORATION
No. 55, Hi-tech Road South, ShenZhen, P.R.China
Postcode: 518057
Tel: +86-755-26771900
Fax: +86-755-26770801
URL: <http://support.zte.com.cn>
E-mail: support@zte.com.cn

Default multicast range: none

– Fin de los pasos –

2.2 Autenticando el GPON ONU

Antes de configurar sus servicios, debe autenticar el GPON ONU que está en línea por primera vez.

Prerrequisito

El perfil de tipo GPON ONU se ha configurado de forma predeterminada o manual.

Datos de configuración

Tabla 2-2 lista de los datos de configuración para la autenticación GPON ONU.

Tabla 2-2 Datos de configuración para la autenticación GPON ONU

Artículo	Datos
ONU ID	1
Tipo de ONU	ZTEG-F620
SN	ZTEG00000002

Pasos

1. Consultar la ONU no autenticada

```
ZXAN(config)#show gpon onu uncfg gpon-olt_1/1/1
OnuIndex          Sn                State
-----
gpon-onu_1/1/1:1  ZTEG000000002   unknown
```

2. En el modo de interfaz, autentique la ONU

```
ZXAN(config)#interface gpon-olt_1/1/1
ZXAN(config-if)#onu 1 type ZTEG-F620 sn
ZTEG000000002 [successful]

ZXAN(config-if)#exit
```

3. (Opcional) Consulte la autenticación de la ONU.

```
ZXAN(config)#show gpon onu state gpon-olt_1/1/1
OnuIndex          Admin State      Omcc State      O7 State      Phase State
-----
gpon-onu_1/1/1:1  enable          enable          operation      working
```

Tabla 2-3 describe los estados de fase de la ONU.

Tabla 2-3 Descripciones de los estados de la fase ONU

Estado	Descripción
offline	La OLT no encuentra la ONU porque la ONU está fuera de línea.

Estado	Descripción
logging	La OLT ha encontrado la ONU y está midiendo la distancia.
syncMib	La OLT ha medido la distancia a la ONU y está sincronizando datos.
working	La sincronización de datos se completa y puede configurar los servicios.
LOS	El enlace de fibra entre la OLT y la ONU está defectuoso, por lo que la ONU está fuera de línea.
DyingGasp	La ONU está apagada.

– Fin de los pasos –

2.3 Configuración del perfil de ancho de banda T-CONT

El perfil de ancho de banda de T-CONT describe los parámetros de flujo de T-CONT. Al especificar el perfil de ancho de banda T-CONT, puede implementar el control de flujo T-CONT.

Contexto

El ZX A10 C320 admite 512 perfiles de contenedor de transmisión (T-CONT).

Existen los siguientes cinco tipos de anchos de banda ascendentes:

- Ancho de banda fijo (FBW)
 - Ancho de banda asegurado (ABW)
 - Ancho de banda no asegurado
 - Ancho de banda de mayor esfuerzo
 - Ancho de banda máximo (MBW)

Las prioridades de ancho de banda fijo, ancho de banda asegurado, ancho de banda no asegurado, ancho de banda de mejor esfuerzo y ancho de banda máximo están en orden descendente.

Un perfil de ancho de banda T-CONT puede contener uno o varios tipos de anchos de banda. Cinco tipos de perfiles de ancho de banda T-CONT son los siguientes:

- Ancho de banda fijo (tipo 1)

Tipo 1 incluye solo ancho de banda fijo. Tipo 1 tiene ancho de banda fijo y intervalo de tiempo. Es aplicable al servicio que es sensible a las demoras y las fluctuaciones y que tiene una velocidad de flujo fija o estable, como el servicio de voz.
- Ancho de banda asegurado (tipo 2)

Tipo 2 incluye solo ancho de banda asegurado. Tipo 2 tiene ancho de banda fijo pero no intervalo de tiempo. Es aplicable al servicio que es insensible a los retrasos y las fluctuaciones y tiene una velocidad de flujo limitada, como el servicio de video a pedido (VOD).
- Ancho de banda asegurado y no asegurado (tipo 3)

El tipo 3 incluye anchos de banda garantizados y no garantizados. Tiene el mínimo asegurado ancho de banda y comparte el exceso de ancho de banda

Artículo	Datos
Perfil de ancho de banda T-CONT 4	Nombre del perfil: 5M Tipo de ancho de banda: type 2 Ancho de banda asegurado: 5000 kbps
Perfil de ancho de banda T-CONT 5	Nombre del perfil: 2M Tipo de ancho de banda: type 1 Ancho de banda fijo: 2000 kbps

Pasos

1. En el modo de configuración GPON, cree un perfil de ancho de banda T-CONT

```
ZXAN(config)#gpon
ZXAN(config-gpon)#profile tcont 20M type 5 fixed 2000 assured 5000 maximum 20000
[Successful]
ZXAN(config-gpon)#profile tcont 15M type 4 maximum 15000
[Successful]
ZXAN(config-gpon)#profile tcont 10M type 3 assured 5000 maximum 10000
[Successful]
ZXAN(config-gpon)#profile tcont 5M type 2 assured 5000
[Successful]
ZXAN(config-gpon)#profile tcont 2M type 1 fixed 2000
[Successful]
```

2. (Opcional) Consulta la configuración del perfil de ancho de banda T-CONT

```
ZXAN(config-gpon)#show gpon profile tcont
Name :default
Type      FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)
1         10000       0            0
Name :20M
Type      FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)
5         2000        5000        20000
Name :15M
Type      FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)
4         0           0            15000
Name :10M
Type      FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)
3         0           5000        10000
```

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] «Recomendación UIT-T, Y.1901, (2009), Requisitos para los servicios de TVIP».
- [2] Y. Xiao, X. Du, J. Zhang, F. Hu, y S. Guizani, «Internet Protocol Television (IPTV): The Killer Application for the Next-Generation Internet», *IEEE Commun. Mag.*, vol. 45, n.º 11, pp. 126-134, nov. 2007, doi: 10.1109/MCOM.2007.4378332.
- [3] S. Zeadally, H. Moustafa, y F. Siddiqui, «Internet Protocol Television (IPTV): Architecture, Trends, and Challenges», *IEEE Systems Journal*, vol. 5, n.º 4, pp. 518-527, dic. 2011, doi: 10.1109/JSYST.2011.2165601.
- [4] «IP - Protocolos de la familia Internet». <http://personales.upv.es/rmartin/TcpIp/cap02s03.html> (accedido 26 de noviembre de 2021).
- [5] B. Sarango y C. Alejandro, «Análisis e impacto de la incorporación de IPTV sobre una red GPON», p. 184.
- [6] «Red MPLS», *TechClub Tajamar*, 22 de mayo de 2019. <https://techclub.tajamar.es/red-mpls/> (accedido 26 de noviembre de 2021).
- [7] «Sistemas de Gestión de servicios de internet de la red de acceso fijo de CNT EP del cantón Ambato.pdf».
- [8] I. Cale, A. Salihovic, y M. Ivekovic, «Gigabit Passive Optical Network - GPON», en *2007 29th International Conference on Information Technology Interfaces*, Cavtat, Croatia, jun. 2007, pp. 679-684. doi: 10.1109/ITI.2007.4283853.
- [9] «Artículo docente configuración básica VLANs.pdf».
- [10] T. H. Kimsey, T. O. O'Sullivan, R. C. Estes, y R. E. Willis, «A simulated optical network unit for battery characterization in the outside plant», en *12th International Conference on Telecommunications Energy*, Orlando, FL, USA, 1990, pp. 29-34. doi: 10.1109/INTLEC.1990.171221.
- [11] A. S. Buzila, G. Lazar, T. Blaga, y V. Dobrota, «Evaluation of QoS parameters for IPTV», *Acta Technica Napocensis-Electronics and Telecommunications*, vol. 48, n.º 3, pp. 9-14, 2007.
- [12] J. Frnda, J. Nedoma, J. Vanus, y R. Martinek, «A Hybrid QoS-QoE Estimation System for IPTV Service», *Electronics*, vol. 8, n.º 5, p. 585, may 2019, doi: 10.3390/electronics8050585.
- [13] H. J. Kim y S. G. Choi, «A study on a QoS/QoE correlation model for QoE evaluation on IPTV service», en *2010 The 12th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 2010, vol. 2, pp. 1377-1382.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [14] «ZXA10 C320». https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:wNOIMaPxSF4J:https://www.cianet.com.br/wp-content/uploads/2019/12/SJ-20130520170233-006-ZXA10-C320-V2.0.0-Optical-Access-Convergence-Equipment-Maintenance-Manual_554985.pdf+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec (accedido 18 de mayo de 2022).
- [15] D. Niyato y C. Srinilta, «Load balancing algorithms for Internet video and audio server», en *Proceedings. Ninth IEEE International Conference on Networks, ICON 2001.*, Bangkok, Thailand, 2001, pp. 76-80. doi: 10.1109/ICON.2001.962320.
- [16] E. B. Quintero, *Selección, instalación, configuración y administración de los servidores multimedia. IFCT0509*. IC Editorial, 2015.
- [17] A. Aloman, A. I. Ispas, P. Ciotirnae, R. Sanchez-Iborra, y M. D. Cano, «Performance Evaluation of Video Streaming Using MPEG DASH, RTSP, and RTMP in Mobile Networks», en *2015 8th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)*, Munich, Germany, oct. 2015, pp. 144-151. doi: 10.1109/WMNC.2015.12.
- [18] W. Y. Campo, J. L. Arciniegas, R. García, y D. Melendi, «Análisis de Tráfico para un Servicio de Vídeo bajo Demanda sobre Recles HFC usando el Protocolo RTMP», *Inf. tecnol.*, vol. 21, n.º 6, 2010, doi: 10.4067/S0718-07642010000600006.
- [19] D. R. Sciara, «Fundamentos de Video Streaming», p. 64.
- [20] R. Matos Monjes, «Buenas prácticas en la explotación de la tecnología GPON del proveedor ZTE en el ámbito nacional», Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería ..., 2016.
- [21] V. R. García Peña, «Análisis, consideraciones diseño y simulación a nivel de laboratorio de un sistema de optimización de canal de ancho de banda para red WAN. Caso de estudio Unidad Educativa Eloy Alfaro de Santo Domingo de los Colorados», 2017.
- [22] C. D. Silva Mayorga, «Diseño e implementación de un sistema de adquisición de video y medición de distancia durante el retroceso de un vehículo en un dispositivo móvil», Quito, 2016., 2016.
- [23] J. C. Caviades Valencia, W. Campo-Muñoz, y G. E. Chanchi Golondrino, «QoS Analysis for IPTV in a Software Defined Network Environment», *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 19, n.º 36, pp. 29-51, 2020.
- [24] Y. J. Won *et al.*, «End-user IPTV traffic measurement of residential broadband access networks», en *NOMS Workshops 2008-IEEE Network Operations and Management Symposium Workshops*, 2008, pp. 95-100.
- [25] E. Shihab, F. Wan, L. Cai, A. Gulliver, y N. Tin, «Performance analysis of IPTV traffic in home networks», en *IEEE GLOBECOM 2007-IEEE Global Telecommunications Conference*, 2007, pp. 5341-5345.
- [26] D. F. Rueda-Pepinosa y Z. I. Ramos-Rodríguez, «Revisión de la implementación del servicio de IPTV sobre redes inalámbricas y móviles con

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- calidad de servicio (QoS)», *Revista UIS Ingenierías*, vol. 12, n.º 1, pp. 29-50, 2013.
- [27] S. Park y S.-H. Jeong, «Mobile IPTV: Approaches, challenges, standards, and QoS support», *IEEE Internet Computing*, vol. 13, n.º 3, pp. 23-31, 2009.
- [28] A. Shehu, A. Maraj, y R. M. Mitrushi, «Analysis of QoS requirements for delivering IPTV over WiMAX technology», en *SoftCOM 2010, 18th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks*, 2010, pp. 380-385.
- [29] N.-F. Huang, M.-H. Wang, T.-C. Wang, y S.-S. Peng, «Measuring qoe/qos of large scale p2p iptv service», en *2011 13th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium*, 2011, pp. 1-8.