



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

GESTIÓN Y MANEJO DE SERVICIOS MULTIMEDIA A TRAVÉS DE LA OLT ZTE
ZXA10 C320 DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, SEDE CUENCA

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Telecomunicaciones

AUTORES: SANTIAGO JOSUÉ BERREZUETA ORELLANA
SEBASTIÁN STEVEN GUERRERO MATUTE

TUTOR: ING. EDWIN JOHNATAN CORONEL GONZÁLEZ

Cuenca – Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Santiago Josué Berrezueta Orellana con documento de identificación N° 0106276256 y Sebastián Steven Guerrero Matute con documento de identificación N° 0105162028; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a 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, 11 de septiembre del 2023

Atentamente,



Santiago Josué Berrezueta Orellana

0106276256



Sebastián Steven Guerrero Matute

0105162028

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

Nosotros, Santiago Josué Berrezueta Orellana con documento de identificación N° 0106276256 y Sebastián Steven Guerrero Matute con documento de identificación N° 0105162028, 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: “Gestión y manejo de servicios multimedia a través de la OLT ZTE ZXA10 C320 del laboratorio De telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Telecomunicaciones, 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, 11 de septiembre del 2023

Atentamente.



Santiago Josué Berrezueta Orellana

0106276256



Sebastián Steven Guerrero Matute

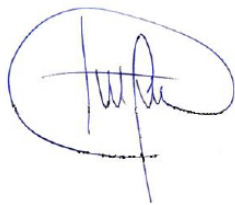
0105162028

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: “gestión y manejo de servicios multimedia a través de la OLT ZTE ZX10 C320 del laboratorio De telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca”, realizado por Santiago Josué Berrezueta Orellana con documento de identificación N° 0106276256 y Sebastián Steven Guerrero Matute con documento de identificación N° 0105162028, 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, 11 de septiembre del 2023

Atentamente,



Ing. Edwin Johnatan Coronel González

0301141222

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres Carlos y Tania por siempre brindarme su apoyo durante mi proceso educativo, a mi abuelita Marta y mi hermana Nathaly que han estado a mi lado alentándome para que pueda terminar mi carrera. Al Ing. Johnatan Coronel y al Ing. Juan Inga, quienes han sido una parte fundamental para la realización de este trabajo. A mis amigos y compañeros de la universidad, en especial a mi compañero de tesis Sebastián, que gracias a él pudimos cumplir este objetivo.

Santiago Josué Berrezueta Orellana

Quiero expresar mi profunda gratitud a todas las personas que han contribuido de manera significativa en la realización de este Trabajo de Titulación.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, quien con su infinito amor ha sido y sigue siendo la fuerza que me guía en cada paso de la vida. A mis padres, Teresa y Enrique, les tengo tal gratitud que es imposible de expresar únicamente con palabras. Su apoyo incondicional, amor y valores inquebrantables han sido mi fuente de inspiración y brújula moral. Siempre han creído en mí y me han alentado a perseguir mis sueños, por ello les estaré eternamente agradecido. A mis hermanos, Ricardo y José, les agradezco por ser pilares fundamentales en mi vida. Su cariño, amistad y apoyo constante han sido aquello que me mantuvo en pie en los momentos difíciles y motivo de alegría en los buenos tiempos.

Mi más sincero agradecimiento a los Ingenieros Johnatan Coronel y Juan Inga. Su orientación, sabiduría y paciencia fueron fundamentales para llevar a cabo esta Trabajo de Titulación. Sus consejos y conocimientos compartidos han dejado una huella imborrable en mi formación académica personal.

A Maolly Ortiz, mi novia. Es imposible saber lo que nos depara el futuro, pero aquí y ahora quiero agradecerte por todo el apoyo y amor incondicional que me has brindado.

A mis amigos, Darío, David, María José, René y Mateo, quienes estuvieron y están allí conmigo. Gracias muchachos.

Un agradecimiento a mis amigos y compañeros de universidad, en especial a Santiago Berrezueta. Tu dedicación, compromiso y trabajo en equipo fueron fundamentales para el éxito de este proyecto. Juntos superamos obstáculos y alcanzamos metas que parecían inalcanzables.

Sebastián Steven Guerrero Matute

DEDICATORIAS

Dedicatoria de Santiago Berrezueta

Este logro que conseguí en mi vida se lo dedico de manera especial a mis padres que me apoyan en cada segundo de mi vida, a mi hermana que me anima y ayuda en los momentos difíciles, sobre todo en lo que fue mi carrera universitaria. También, a mi abuelita por su cariño y mimos, permitiéndome ser una mejor persona con sus enseñanzas.

Dedicatoria de Sebastián Guerrero

Este Trabajo de Titulación se lo dedico a mis padres, Teresa y Enrique. A mis hermanos Ricardo y José. Además, a todas aquellas personas que de una u otra manera han dejado sus enseñanzas en mi vida.

Índice general

Agradecimientos	I
Dedicatorias	III
Índice General	IV
Índice de figuras	IX
Índice de tablas	X
Resumen	XI
Abstract	XIII
Antecedentes	1
Justificación	2
Objetivos	3
Introducción	4
1. Estado del arte de la OLT ZTE ZX A 10 C320, redes GPON y servicios FTTH.	5
Componentes de una red GPON	5
Red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana	6
OLT ZTE ZX A 10 C320	9
Especificaciones de la OLT ZTE ZX A 10 C320	10
Características de la OLT ZTE ZX A 10 C320	11

IPTV	12
Estructura de una red IPTV	12
VoIP	12
Funcionamiento del protocolo VoIP	13
2. Ingreso y Configuración de la OLT para la provisión del servicio de Internet a una ONU	14
2.1. Adición de una nueva ONU a la OLT ZTE	14
2.2. Ingreso de una ONU a la OLT	15
2.3. Activación del acceso a Internet	19
2.4. Pruebas y Verificación de la Navegación	22
3. Servicio de IPTV	24
3.1. Configuración del Servidor de Video	24
3.2. Configuración de la OLT	26
3.2.1. Configuración de la ONU para IPTV	28
3.3. Configuración Router de Borde Mikrotik	29
3.4. Configuración Router ZTE	30
3.5. Resultados en el Servicio IPTV	33
4. Diagnóstico de problemas en el servicio al usuario	37
4.1. Comprobación del correcto funcionamiento de la ONU	37
4.2. Simulación de un corte de fibra y Pérdida de potencia en una ONU	41
5. Software de Gestión y Uso	44
5.1. Configuración del Servidor de Gestión	44
5.2. Creación de Usuarios y Gestión de la OLT	48
5.3. Adición de una ONU con la Página de Gestión	50
6. Protocolos de Seguridad de Acceso a la OLT	54
6.1. Listas de Control de Acceso (ACL)	54
6.2. Protocolos de Acceso SSH y TELNET	57

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	VI
7. Conclusiones y Trabajos Futuros	64
7.1. Conclusiones	64
7.1.1. Recomendaciones de Trabajos futuros	66
8. Anexos	68
Glosario	103
Referencias	105

Índice de figuras

1.1. Diagrama de red GPON. Fuente: Autores	6
1.2. Recorrido de la Fibra Óptica en la Universidad Politécnica Salesiana. Fuente: [5]	8
1.3. Diagramas Unifilares de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana. Fuente: [5]	9
1.4. OLT ZTE ZXN 10 C320. Fuente: [6]	10
1.5. Composición de un paquete de red IP. Fuente: Autores.	13
1.6. Composición de un paquete de red VoIP. Fuente: Autores.	13
2.1. Conexión Telnet a la OLT por Putty	15
2.2. Ingreso a la OLT con las credenciales	15
2.3. Perfil de ONU creado. Fuente: Autores	16
2.4. Listado de ONUs no reconocida. Fuente: Autores	16
2.5. Listado de ONUs registradas. Fuente: Autores	17
2.6. Descripción de ONU creada. Fuente: Autores	18
2.7. Perfiles Tcont en la OLT. Fuente: Autores	19
2.8. Parámetros del Perfil de Tráfico asignado a la ONU.	21
2.9. Configuración IP WAN en el router.	21
2.10. Conexión para la prueba y verificación.	22
2.11. Prueba de velocidad.	23
3.1. Configuración de Servidor RTMP en nginx	25
3.2. Configuración de Servidor RTMP en OBS	25
3.3. Servidor OBS transmitiendo	26
3.4. Tcont 10M creado para IPTV	27

3.5. VLAN 500 creada para IPTV	27
3.6. VLAN 500 creada para IPTV	28
3.7. VLAN 500 creada en las interfaces del router	29
3.8. VLAN 500 creada para IPTV en el router de borde	30
3.9. VLAN 500 creada para IPTV en el router de borde	30
3.10. WAN para IPTV en el router ZTE	31
3.11. WAN para INTERNET en el router ZTE	32
3.12. Interfaces de IPTV en el router ZTE	32
3.13. Interfaces de INTERNET en el router ZTE	33
3.14. Reproducción del Servicio IPTV con VLC	33
3.15. Reproducción del Servicio IPTV con VLC parte 2	34
3.16. Reproducción del Servicio IPTV con VLC parte 3	34
3.17. Gráfico del tráfico que pasa por la VLAN 500	35
3.18. El servicio de IPTV no funciona en la VLAN100	35
3.19. Dos clientes con IPTV	36
3.20. Dos clientes con IPTV P2	36
4.1. ONUs en la interfaz 1 de la OLT	37
4.2. ONU número 2 habilitada	38
4.3. Potencia ONU número 2 habilitada	39
4.4. Características de una ONU apagada	39
4.5. Registro de ONU reiniciada	40
4.6. ONU con alarma LOS	41
4.7. Registro de la ONU con alarma LOS	42
4.8. Potencia de ONU sin fibra	42
4.9. Conexión de un splitter en la ONU	43
4.10. Potencia de la ONU con el splitter	43
5.1. Configuración de Servidor de Gestión en el router Mikrotik	45
5.2. Configuración IP de Servidor de Gestion	45
5.3. Ejecución del programa servidor en CMD	46
5.4. Ejecución del programa cliente en CMD	46

5.5. Ejecución del programa cliente en CMD parte 2	47
5.6. Ingreso a la Página de Gestión	47
5.7. Ventana principal de la Página de Gestión	47
5.8. Ventana Usuarios de la Página de Gestión	48
5.9. Añadir Usuario en la Página de Gestión	49
5.10. Añadir NAP en la Página de Gestión	50
5.11. Añadir NAP en la Página de Gestión parte 2	50
5.12. Añadir ONU en la Página de Gestión	51
5.13. Añadir ONU ZTE en la Página de Gestión	52
5.14. Añadir ONU X-PON en la Página de Gestión	53
6.1. PuTTY para comprobación del ACL	56
6.2. Acceso denegado a 192.168.108.10	56
6.3. Acceso permitido a 192.168.108.11	57
6.4. Acceso permitido a 192.168.108.10 al eliminar ACL	57
6.5. Acceso a la OLT por TELNET	58
6.6. Captura de paquetes TELNET con Wireshark	58
6.7. Mensaje descifrado de TELNET con Wireshark	59
6.8. Captura de la contraseña con Wireshark parte 1	59
6.9. Captura de la contraseña con Wireshark parte 2	60
6.10. Captura de la contraseña con Wireshark parte 3	60
6.11. Ingreso por SSH en PuTTY a la OLT	61
6.12. Ingreso a la OLT con SSH	61
6.13. Captura del ingreso a la OLT con SSH mediante Wireshark	62
6.14. Mensaje con SSH mediante Wireshark	62

Índice de tablas

2.1. Creación de Perfil ONU	16
2.2. Registro de la ONU	17
2.3. Registro Nombre y NAP de la ONU	17
2.4. Creación Perfil Tcont	19
2.5. Activación del Puerto de Servicio	19
2.6. Activación del Servicio en la ONU	20
2.7. Activación Perfil de Tráfico para la ONU	20
3.1. Creación perfil IP staticIPTV para IPTV	26
3.2. Creación perfil tcont 10M para IPTV	26
3.3. Configuración de la VLAN 500 para IPTV	27
3.4. Creación perfil ONU ZTE	28
3.5. Agregar ONU ZTE a la OLT	28
3.6. Añadido de los perfiles a la ONU ZTE	29
3.7. Levantamiento servicio IPTV en ONU	29
4.1. Reinicio de una ONU	40
6.1. Creación de un ACL estándar	54
6.2. Reglas del ACL estándar creado anteriormente	55
6.3. Activación del ACL estándar creado anteriormente	55
6.4. Eliminación del ACL estándar creado anteriormente	57
6.5. Configuración del Protocolo SSH en la OLT	60
6.6. Comando para TELNET y SSH juntos	63
6.7. Comando para eliminar SSH	63

Resumen

Este Trabajo de Titulación aborda el manejo, gestión e implementación de servicios de datos y multimedia en la OLT ZTE ZX A 10 C320. También se aborda el uso de software gráfico de gestión diseñado para el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana. Así también la activación de protocolos de acceso seguro y listas de control de acceso de la OLT ZTE ZX A 10 C320. El trabajo se centra en la creación de prácticas de laboratorio que guíen a los estudiantes en el aprendizaje de estos temas. Dentro de los documentos de práctica los aspectos se explican de manera detallada, de modo que sirvan como guía a estudiantes y docentes del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana o personas en general que tengan a su alcance este modelo de OLT. Las 5 prácticas desarrolladas tocan temas específicos de vital importancia en el servicio brindado por un ISP, de modo que el equipo presente en el laboratorio sea utilizado efectivamente en el aprendizaje y capacitación de los futuros ingenieros en Telecomunicaciones y carreras a fines. Los temas se abordan de manera que se ofrezca un aprendizaje continuo sin escalones abruptos de dificultad, a la vez que se estimula la capacidad investigativa y de razonamiento propio de un ingeniero. Se busca como principal resultado que los estudiantes aprendan a gestionar servicios (de datos y multimedia) en una red FTTH mediante la OLT ZTE ZX A 10 C320, gestionar la agregación de usuarios con distintos privilegios. También, conocer los principales medios de diagnóstico de problemas en el medio y terminales de servicio. Comprender las bases de funcionamiento y el cómo usar el software de gestión de OLT creado por Karla Sánchez y Manuel Duchi en lo referente a agregar diferentes modelos de ONU, usuarios con diferentes privilegios y ubicación de NAPs. Finalmente, también se aborda la activación de mecanismos de seguridad para evitar accesos no deseados a la OLT, así como la protección cifrada de

los datos enviados a través de la red para la gestión de la misma.

Palabras clave: OLT; ZTE; IPTV; Gestión; Seguridad; GPON

Abstract

This Graduation Thesis addresses the management, administration, and implementation of data and multimedia services on the ZTE ZX A 10 C320 OLT. It also covers the use of graphic management software designed for the Telecommunications Laboratory at Universidad Politécnica Salesiana. Additionally, it delves into the activation of secure access protocols and access control lists for the ZTE ZX A 10 C320 OLT. The work primarily focuses on creating laboratory practices that would guide students in learning these topics. Within the practice documents, these aspects are explained in detail, serving as a guide for students and instructors in the telecommunications laboratory at Universidad Politécnica Salesiana, as well as for individuals who have access to this OLT model in general. The five developed practices address specific topics of vital importance in the services provided by an ISP, ensuring that the equipment present in the laboratory is effectively used in the learning and training of future Telecommunications engineers and related fields. The topics are presented in a way that offers a continuous learning experience without abrupt difficulty spikes while stimulating investigative and reasoning abilities inherent to an engineer. The primary goal is for students to learn how to manage services (both data and multimedia) in an FTTH network using the ZTE ZX A 10 C320 OLT, manage user aggregation with different privileges, and understand the main diagnostic methods for issues in the network and service terminals. Furthermore, the practices aim to help students comprehend the fundamentals of operation and how to use the OLT management software created by Karla Sánchez and Manuel Duchi, specifically concerning the addition of different ONU models, users with varying privileges, and NAP locations. Finally, the practices also address the activation of security mechanisms to prevent unauthorized access to the OLT, as well as the

encrypted protection of data sent through the network for management purposes.

Keywords: OLT; ZTE; IPTV; Management; Security; GPON

Antecedentes

Las tecnologías de acceso a internet a alta velocidad por medio de fibra óptica han ganado un gran peso en el mercado de las telecomunicaciones, debido a la creciente necesidad de estar conectados de manera fiable y segura [1]. En forma particular, las redes Ópticas Pasivas, que cuentan con capacidades de transmisión de Gigabites, (**GPON**, del inglés *Gigabite Passive Optical Network*), son de los medios más usados para brindar servicios de telecomunicaciones a nivel mundial gracias a su bajo coste de despliegue y mantenimiento. Además de lo mencionado, se debe indicar que, uno de los componentes más importantes en esta tecnología son los equipos Terminales de Línea Óptica, (**OLT**, del inglés *Optical Line Terminal*), siendo las encargadas de gestionar y permitir la comunicación entre los usuarios finales y los proveedores de servicios.[2].

La instalación, configuración y operación de las **OLT** puede resultar complejo y confuso para estudiantes, ingenieros y técnicos que no hayan sido capacitados en su uso, sobre todo teniendo en cuenta la variedad de fabricantes existentes. Uno de los más reconocidos en este ámbito es la empresa ZTE, fabricante del modelo ZXA10 C320. Así, esta **OLT** fue diseñada para uso comercial, sin embargo, puede ser utilizada con fines pedagógicos dentro del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

Justificación

Teniendo en cuenta los antecedentes antes expuestos, se identifican múltiples motivos que incentivan la elaboración de un documento detallado de la configuración y funcionamiento de la **OLT** ZTE ZX10 C320 del laboratorio de telecomunicaciones de la sede Cuenca de la UPS. El principal de ellos, es generar un documento como herramienta para los futuros estudiantes de grado, posgrado e incluso profesionales que, necesiten manipular y utilizar este modelo concreto de **OLT**. Esto, con el fin de prevenir posibles errores y reducir el tiempo de configuración mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio. Por otra parte, las prácticas también buscan ampliar la experticia y nivel de conocimiento del estudiante de telecomunicaciones, de modo que sea capaz de levantar diferentes tipos de servicios y ponerlos en funcionamiento sobre la red **GPON** de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

El modelo de **OLT** antes mencionado posee capacidades para su uso en entornos laborales, cumpliendo las demandas y exigencias del mundo real. Entonces, teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo del presente trabajo pretende que, otros trabajos de titulación relacionados con el uso y configuración de la **OLT** mencionada, trasciendan a la academia, optimizando el proceso de enseñanza-aprendizaje, brindando una herramienta que sirvan de apoyo a la preparación del estudiante para su desempeño en el campo profesional.

Objetivos

Objetivo General

- Gestionar y manejar servicios multimedia mediante la **OLT** ZTE ZX A 10 C320 del laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana de la Sede Cuenca.

Objetivos específicos:

- Elaborar el estado del arte de la **OLT** ZTE ZX A 10 C320, redes GPON y servicios FTTH.
- Configurar la **OLT** para brindar servicios multimedia.
- Configurar la **OLT** para manejo de protocolos de seguridad básicos.
- Gestionar y administrar los usuarios para la **OLT** .
- Elaborar prácticas con base en lo desarrollado en los objetivos anteriores

Introducción

Con el paso de los años el uso del Internet y los servicios multimedia se masifican cada vez más y más. Algunos de los servicios más consumidos son los de multimedia (audio y video), así como dato en general. Por lo que para brindar estos servicios de manera fiable y usando altas tasas de transmisión (y relativa fácil instalación) se utilizan las redes GPON.[3]

El corazón de las redes GPON es la OLT, equipo que permite llegar con potencia óptica a la ONU (en los domicilios, empresas, etc.), a la vez que permite gestionar los servicios según se necesite.[3]. Dado lo anterior, y gracias al impacto enorme que tienen estos conocimientos en las redes de comunicación actual, se deduce que dentro de la carrera de Telecomunicaciones es de suma importancia comprender el funcionamiento y manejo de estos equipos.

Dentro del laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, se tiene la disposición de una OLT ZTE ZXN 10 C320, así como también de una red GPON propia de la universidad puesta para la enseñanza y practicar del uso de estos equipos. Para solventar la adquisición para futuros estudiantes y docentes de los conocimientos anteriormente mencionados se realiza la creación de prácticas que faciliten el acercamiento a estos equipos.

Teniendo en cuenta esto, el presente trabajo de titulación indica paso a paso como se crean y configuran cada uno de los servicios en la OLT. Además, incluye un apartado enfocado en la gestión, diagnóstico y seguridad de los equipos.

Como principal limitación, se tiene que en que el presente trabajo no abordo por completo todos los servicios que pueden brindar en una red GPON, siendo estos posibles temas para trabajos futuros.

Capítulo 1

Estado del arte de la **OLT ZTE ZX**A 10 C320, redes GPON y servicios FTTH.

Componentes de una red GPON

GPON (Gigabit Passive Optical Network) fue desarrollada por la ITU-T con una capacidad asimétrica de 1.24 Gbps de subida y 2.4 Gbps de bajada, teniendo como referencia la norma ITU-T G.984 [3]. Algunas de las ventajas de esta, sobre otro tipo de tecnologías, son: soporte para tripe Play (integración de internet, televisión y telefonía fija bajo el mismo servicio), reducción de los nodos necesarios para la red y un alcance de hasta 20 Km de cobertura de servicio. [4].

Una red GPON está compuesta por:

- OLT (Optical Line Terminal): Envía y recibe señales ópticas por medio de fibra. Cumple la función de punto de distribución. Proporciona una interfaz entre la red óptica pasiva y el proveedor de servicios (voz, video e internet) [3].
- ODN (Optical Distribution Network): Es la red óptica entre la OLT y la ONT (los clientes) [3]. Dentro de ella se encuentran:
 - ODC (Optical Distribution Cabinet): A él se conecta la fibra óptica proveniente de la OLT. El gabinete de distribución óptica se compone por la unión de fibras, splitters (divisores) y conectores [4].

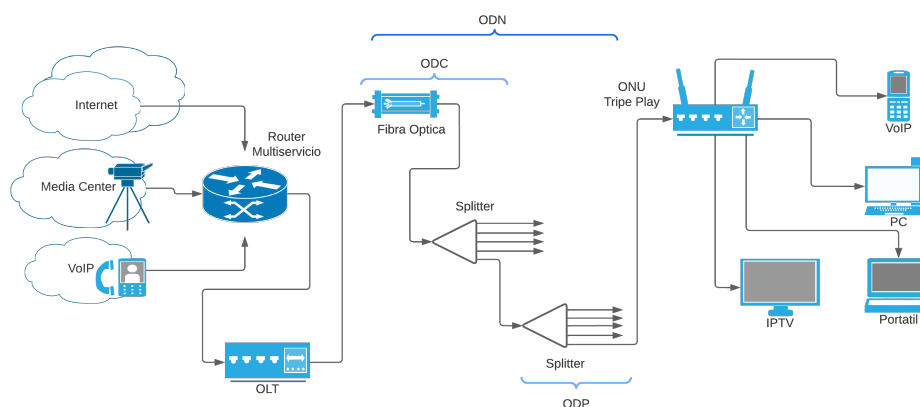


Figura 1.1: Diagrama de red GPON. Fuente: Autores

- ODP (Optical Distribution Point): En él se divide la señal mediante splitters para distribuir la señal a las ONTs [4].
- ONT (Optical Network Termination): Es la interfaz de usuario final de la red GPON, este se encuentra en la vivienda del cliente [4].

La figura 1.1 presente un diagrama simplificado de los componentes de una red GPON y su relación. Empezando desde la izquierda, se presenta el router de borde conectado con “internet” y los servicios de IPTV y VoIP, a su vez que se enlaza con la OLT de servicio. Posteriormente, se encuentra la sección de distribución, en donde el ODC y ODP se representan mediante los conectores de fibra y splitters. Finalmente, el hilo de fibra llega a la ONT (en este caso integrada con un router con capacidades Triple Play), desde donde se distribuyen los diferentes servicios a los dispositivos.

Red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana

Según lo analizado en [5], el recorrido de la fibra óptica en la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana y la ubicación de las NAPs, se realizó teniendo en cuenta los diferentes lugares de interés (sitios en donde se necesitaba conexión por fibra), así como también la factibilidad de conexión entre los diferentes puntos de la red. La Figura 1.2 presenta el recorrido de la fibra, así como el detalle de la ubicación de las mangas y NAPs dentro del campus universitario.

La red troncal está conformada por un cable de fibra óptica de 48 hilos, esta fibra a través del hilo 21 fusionados a un splitter 1:8 en la **CE01** se encarga de alimentar los splitter: **SP1-A01**, **SP1-A02**, **SP1-A03**, **SP1-A04**, **SP1-A05**, **SP1-A06**, **SP1-A07** y **SP1-A08** y a través del hilo 22 fusionados a un splitter 1:8 en la **CE06** se encarga de alimentar los splitter: **SP2-A01**, **SP2-A02**, **SP2-A03**, **SP2-A04**, **SP2-A05**, **SP2-A06**, **SP2-A07** y **SP2-A08**. De la **CE01** se deriva un cable de fibra óptica ADSS de 12 hilos el cual va a alimentar la NAP **UPS-A01**, de la **CE02** se deriva un cable de fibra óptica ADSS de 6 hilos el cual va a alimentar la NAP **UPS-A02**, de la **CE03** se deriva un cable de fibra óptica ADSS de 6 hilos el cual va a alimentar la NAP **UPS-A03**, de la **CE04** se deriva un cable de fibra óptica ADSS de 48 hilos el cual va a alimentar la NAP **UPS-A04**, de la **CE05** se deriva un cable de fibra óptica ADSS de 6 hilos el cual va a alimentar la NAP **UPS-A05**, de la **CE06** se deriva un cable de fibra óptica ADSS de 6 hilos el cual va a alimentar la NAP **UPS-A06**, **UPS-A07** y **UPS-A08**. Todo esto detallado en la figura 1.3 donde se encuentra los diagramas Unifilares de la red GPON. [5]

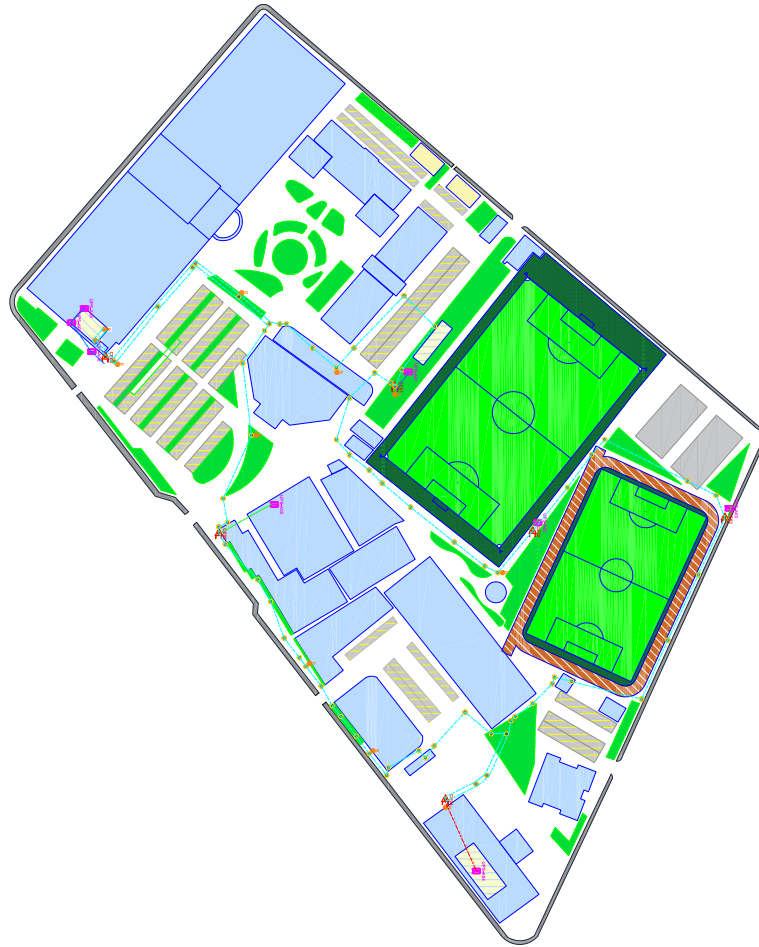


Figura 1.2: Recorrido de la Fibra Óptica en la Universidad Politécnica Salesiana.
Fuente: [5]

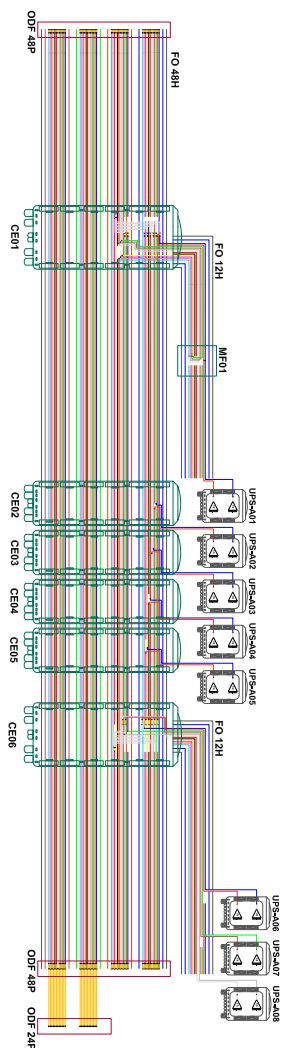


Figura 1.3: Diagramas Unifilares de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana. Fuente: [5]

OLT ZTE ZXA 10 C320

Actualmente, el acceso a internet por fibra óptica permite la distribución de diferentes tipos de servicios en el llamado “Triple Play” (acceso a Internet, Televisión y telefonía por medio de la misma red). La OLT ZTE es el núcleo de las redes GPON y posee la capacidad de satisfacer los requisitos técnicos de distribución para implementar dichos servicios sobre la red a pequeña escala. [6]



Figura 1.4: OLT ZTE ZXAN 10 C320. Fuente: [6]

Especificaciones de la OLT ZTE ZXAN 10 C320

A continuación, se presentarán algunas especificaciones del equipo. [7]

- Capacidad placa posterior: 420 Gbit/s
- Capacidad de conmutación: 84 Gbit/s
- Número de tarjetas de servicio: 2 GPON, 2 P2P, 2 XG-PON1
- Número de tarjetas de control combinadas: 2
- Número de tarjetas de alimentación: 1
- Número de tarjetas de enlace ascendente: 10GE, GE, FE, E1, T1
- Número máximo de suscriptores GPON: 4096
- Interfaces de gestión: CLI, SSH, SNMP, telnet
- Energía: -48 V DC, 230 V AC
- Temperatura y humedad de trabajo: -25 °C - +55 °C, 5
- Relación dividida: hasta 1:128
- Rango: 20 – 60 km
- Atenuación máxima: SFP B+ 28 dB, SFP C+ 32 dB
- Asignación dinámica de ancho de banda: NSR-DBA, SR-DBA

- Apoyo: FEC, AES128, SCB, MCO
- Dimensiones: 86.1 milímetros (altura) X 482.6 milímetros (ancho) X 270 milímetros (profundidad)
- Fuente de alimentación: Doble CC 48 V/60, VCA 100V - 240V
- Tarjeta de conmutación de control principal SMXA: Interfaces de paneles (1*10GE/GE (óptico)+1*GE/FE(Óptico)+ 1*GE/FE (eléctrico) +1*puerto serie+ 1*gestión FE+ 1*puerto de detección de entorno puerto de enlace ascendente), Ethernet (MÁX. 2*10GE+4*GE o 6*GE)
- Tarjeta de servicio (2 tragamonedas): GTGO (8*GPON), GTGH (16*GPON), FTGK (48*P2P), GTXO (8*XG-PON)

Características de la OLT ZTE ZXA 10 C320

- Redes flexibles para adaptarse a múltiples escenarios de implementación: La OLT ZTE ZXA 10 tiene una variada cantidad de escenarios de acceso no denso en los que se puede implementar, también es compatible con diferentes modos de red como P2P, cascada, redes de anillo, etc. [7]
- Rendimiento potente para funciones de multidifusión: La OLT utiliza un control HQoS de forma jerárquica, conformado por tres niveles que son proveedor, hogar y servicio. También cuenta con sincronización de tiempo de reloj de alta precisión con IEEE como 1588V2 y Ethernet síncrona. [7]
- Alta fiabilidad, proporcionar un sistema de nivel de operador y seguridad empresarial: Los niveles de protección en la OLT se divide en dos, protección del tablero que conlleva la conmutación de control principal y protección de enlace de la línea óptica PON y LACP de enlace ascendente. [7]
- Ahorro de energía y protección del medio ambiente: El consumo de energía en la OLT busca ser reducido, se cuenta con un monitoreo del consumo de energía en el sistema. En el aspecto de protección al medio ambiente, la OLT cuenta con materiales sin plomo, COC europeo y RoHS. [7]

IPTV

IPTV significa televisión por protocolo de internet, es un servicio para los usuarios sobre internet de alta velocidad con la capacidad de reproducir video y audio. El principal uso de IPTV es dado por el video a la carta o por sus siglas VOD y las emisiones en tiempo real. [8]

IPTV utiliza el protocolo UDP en la capa de transporte, teniendo en cuenta que el retardo, además de la pérdida de los paquetes, afectaría de manera segura la calidad y el correcto funcionamiento, así que UDP es una buena opción para proporcionar menos retardo, aunque no posea un mecanismo de control de paquetes. [9]

Estructura de una red IPTV

- Transmisor: Es aquel dispositivo que convierte archivos de video o audio a un formato adecuado, por ejemplo en internet se usa por lo general el protocolo H.264. [10]
- Servidor de Video: Este pudiendo ser de dos tipos, primero VOD que es video On Demand, es decir, contenido que se encuentra ya almacenado previamente en dicho servidor y que es recuperado dependiendo de las solicitudes del usuario. El segundo tipo ya es un servidor de contenido en vivo. [10]
- Usuario: Es el cliente que accede al servidor de video para descargar el contenido del mismo.

VoIP

El servicio de VoIP (telefonía sobre IP) es la transición en tiempo real de paquetes de datos de voz por medio del protocolo IP de internet a través de la red pública o una red privada.[11]

Funcionamiento del protocolo VoIP

1. Las señales de voz son digitalizadas y convertidas en paquetes de datos capaces de ser transmitidos por internet. VoIP utiliza el mismo ancho de banda que otros servicios como el streaming o los correos electrónicos.[11]
2. Con el objetivo de permitir su diferenciación como paquetes de voz, se les agrega un encabezado RTP (Real Time Protocol). El encabezado contiene información relevante para el paquete, como lo es la fuente de información, la codificación utilizada, entre otros. [11]
3. En el transmisor los datos se comprimen, “convirtiéndose” en paquetes digitales con identificadores únicos, de modo que el receptor pueda reconstruir correctamente la señal de voz. [11]

Las figuras 1.5 y 1.6 muestran grosso modo las diferencias entre un paquete de red del protocolo IP y un paquete de VoIP respectivamente. Las principales diferencias radican en el contenido de información, siendo en el caso de VoIP exclusivamente datos de Voz, así como también la cabecera RTP extra, y el hecho de que únicamente trabaja con UDP (por la misma naturaleza de tiempo real del servicio).

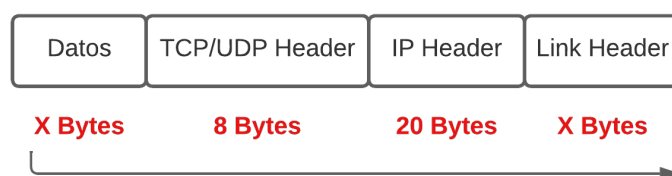


Figura 1.5: Composición de un paquete de red IP. Fuente: Autores.

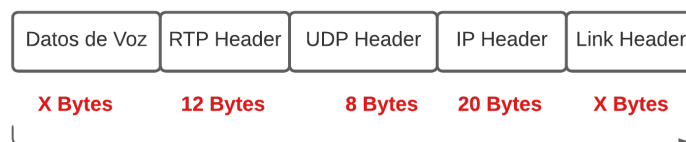


Figura 1.6: Composición de un paquete de red VoIP. Fuente: Autores.

Capítulo 2

Ingreso y Configuración de la OLT para la provisión del servicio de Internet a una ONU

2.1. Adición de una nueva ONU a la OLT ZTE

El ingreso a la OLT se realiza por medio del protocolo Telnet dentro de la red conectada a la misma. Se utiliza la dirección IP “192.168.20.80” con el puerto 23 en el software Putty como se muestra en la Figura 2.1 (el ingreso se puede realizar mediante cualquier consola de comandos, incluso en la del Winbox del router de borde conectado a la OLT). La Figura 2.2 muestra la ventana de ingreso a la OLT una vez que se estableció conexión exitosa con ella. Para la OLT del Laboratorio de Telecomunicaciones de la UPS el usuario y contraseña son “zte” y “zte” respectivamente.

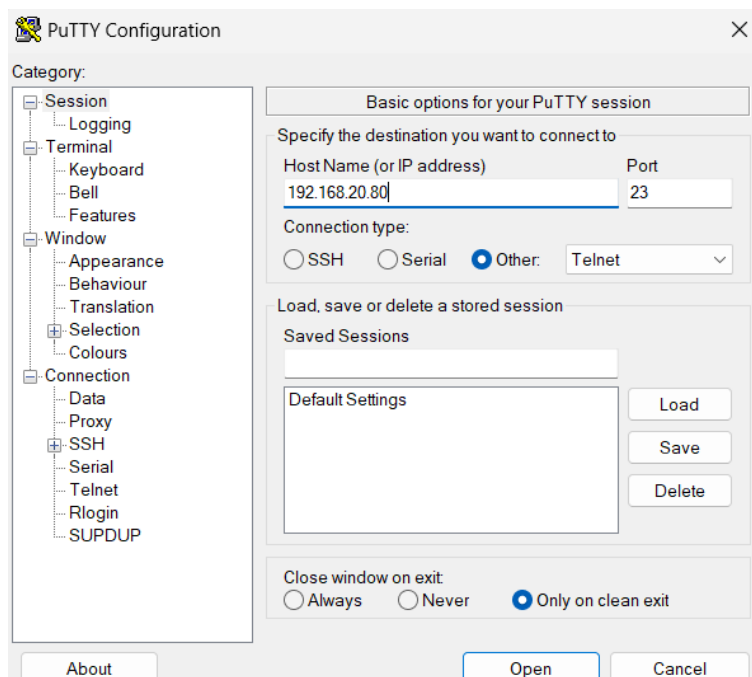


Figura 2.1: Conexión Telnet a la OLT por Putty

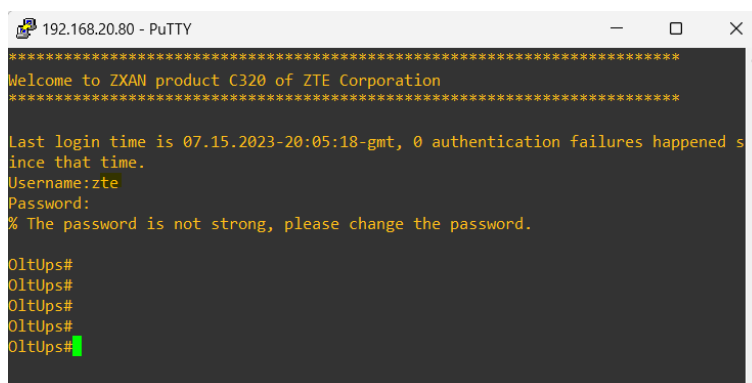


Figura 2.2: Ingreso a la OLT con las credenciales

2.2. Ingreso de una ONU a la OLT

Para agregar una ONU a la OLT, se inicia con la creación de un perfil nuevo de ONU, para ello en la Tabla 2.1 se muestran los comandos necesarios. Para verificar el perfil creado se utiliza el comando “show onu-type gpon xPON-P1”, el resultado mostrará todas las características añadidas al perfil como se presenta en la figura 2.3.

Tabla 2.1: Creación de Perfil ONU

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon	Ingreso al pon
OltUps(config-pon)#onu-type xPON-P1 gpon descripción 1ETH	Declara las características de la ONU
OltUps(config-pon)#onu-type-if xPON-P1 eth0/1	Declara los puertos ethernet

```
OltUps(config-pon)#show onu-type gpon xPON-P1
ONU type name:      xPON-P1
PON type:           gpon
Description:        1ETH
Max T-CONT:         255
Max GEM port:       255
Max switch per slot: 255
Max flow per switch: 255
Max IP host:        2
Max IPv6 host:      0
Service ability N:1: support
Service ability L:M: support
Service ability L:P: support
WIFI mgmt via non OMCI: disable
OMCI send mode:     async
Default multicast range:none
VRG:                disable
MGC configure mode: zte
Max VEIP:           0(default: 1 VEIP)
Extended OMCI:      disable
Location:           disable
```

Figura 2.3: Perfil de ONU creado. Fuente: Autores

A continuación se verifican las ONUs sin configurar que se encuentran conectadas al puerto GPON de la OLT, para ello se utiliza el comando “show gpon onu uncfg gpon-olt_1/1/1”. Esto mostrará el número de serie de la ONU tal como aparece en la figura 2.4.

```
OltUps(config-pon)#
OltUps(config-pon)#exi
OltUps(config-pon)#exit
OltUps(config)#show gpon onu uncfg gpon-olt_1/1/1
OnuIndex      Sn              State
-----
gpon-onu_1/1/1:1  DD16E6390FC6  unknown
```

Figura 2.4: Listado de ONUs no reconocida. Fuente: Autores

Una vez que se verifique el número de serie de la ONU, se realiza su registro mediante los comandos expuestos en la tabla 2.2. La verificación del registro se realiza tal como se expone en la figura 2.5 en donde su estado se observa en “enable”.

Tabla 2.2: Registro de la ONU

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-olt_1/1/1	Ingreso al puerto gpon 1/1/1
OltUps(config-if)#onu 2 type xPON-P1 SN DD16E6390FC6	Declara la ONU a un tipo y a un perfil
OltUps(config-if)#exit	

```
OltUps(config)#show gpon onu state gpon-olt_1/1/1
OnuIndex  Admin State  OMCC State  Phase State  Channel
-----
1/1/1:1   enable      enable      working      1 (GPON)
1/1/1:2   enable      enable      working      1 (GPON)
1/1/1:3   enable      enable      working      1 (GPON)
1/1/1:4   enable      enable      working      1 (GPON)
ONU Number: 4/4
```

Figura 2.5: Listado de ONUs registradas. Fuente: Autores

El siguiente paso es el registro de nombre y descripción de la NAP a la que está conectada la ONU. Los comandos expuestos en la Tabla 2.3 presentan un ejemplo del procedimiento. El comando “show gpon onu detail-info gpon-onu_1/1/1:2” muestra le registro de la ONU agregada, tal como se observa en la figura 2.6.

Tabla 2.3: Registro Nombre y NAP de la ONU

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/1:2	Ingreso a la ONU 2
OltUps(config-if)#name Cliente_P1	Declara un nombre a la ONU
OltUps(config-if)#descpcion NAP:A08	Declara una NAP a la ONU
OltUps(config-if)#exit	

```
OltUps(config)#show gpon onu detail-info gpon-onu_1/1/1:2
ONU interface:          gpon-onu_1/1/1:2
Name:                  Cliente_P1
Type:                  xPON-P1
State:                 ready
Configured channel:   auto
Current channel:      1(GPON)
Admin state:          enable
Phase state:          working
Config state:         success
Authentication mode:  sn
SN Bind:              enable with SN check
Serial number:        DD16E6390FC6
Password:
Description:          NAP:A08
Vport mode:           gempport
DBA Mode:             Hybrid
ONU Status:           enable
OMCI BW Profile:
Line Profile:         N/A
Service Profile:     N/A
ONU Distance:        195m
Online Duration:     0h 06m 01s
FEC:                  none
FEC actual mode:     N/A
1PPS+ToD:           disable
Auto replace:        disable
Multicast encryption:disable
Multicast encryption current state:N/A
```

	Authpass Time	OfflineTime	Cause
1	2023-05-12 16:13:33	0000-00-00 00:00:00	
2	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
3	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
4	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
5	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
6	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
7	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
8	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
9	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
10	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	

Figura 2.6: Descripción de ONU creada. Fuente: Autores

Para la asignación de la velocidad, es necesaria la creación de perfiles Tcont (cada perfil permite establecer el cómo se suministraba la velocidad y calidad de servicio). La creación de perfiles Tcont se ejemplifica en la Tabla 2.4, el perfil tiene como nombre 25M y es de tipo 2. La revisión del perfil se realiza mediante “show gpon profile tcont”, observándose el resultado en la figura 2.7 (esta ilustra todos los perfiles Tcont añadidos a la OLT).

Tabla 2.4: Creación Perfil Tcont

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso al gpon
OltUps(config-gpon)#profile tcont 25M type 2 assured 25000	Crea el perfil tcon de 25M

```
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 :10M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
3             0            5000        10000       N/A       N/A

Profile name :15M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
4             0            0           15000       N/A       N/A

Profile name :20M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
5             2000        5000        20000       N/A       N/A

Profile name :25M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
2             0            25000       0           N/A       N/A

OltUps(config-gpon)#
```

Figura 2.7: Perfiles Tcont en la OLT. Fuente: Autores

En la ONU registrada es necesaria la asignación de VLAN, perfil Tcont con su respectivo Gempport y un puerto de servicio para los datos, en este caso. Los comandos necesarios se muestra en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5: Activación del Puerto de Servicio

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/1:2	Ingreso a la ONU 2
OltUps(config-if)#tcont 1 profile 25M	Declara un perfil tcon a la ONU
OltUps(config-if)#gempport 1 tcont 1	Declara una gempport a la tcont 1
OltUps(config-if)#service-port 1 vport 2 user-vlan 100 vlan 100	Configuración puerto de servicio y asignación de la VPORT a la VLAN 100
OltUps(config-if)#exit	

2.3. Activación del acceso a Internet

Es necesaria la configuración de la ONU de manera remota mediante la OLT. El ingreso se realiza usando el comando “pon-onu-mng gpon-onu_1/1/1:2”. Se levanta el servicio al asociarlo con la VLAN respectiva (100 en este caso) y el Gempport creado

anteriormente. Posteriormente, se realiza la asignación de un perfil IP con dirección, máscara y VLAN. El proceso anterior se ejemplifica en la Tabla 2.7.

Tabla 2.6: Activación del Servicio en la ONU

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon-ONU-mng gpon-ONU_1/1/1:2	Ingreso a la ONU en en la interfaz 1/1/1
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:2)#service INTERNET gempport 1 vlan 100	Especifica el gempport para configurar el servicio de Internet y asociarlo con la VLAN 100.
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:2)#wan-ip mode static ip-profile static100 ip-address 192.168.108.10 mask 255.255.255.0 vlan-profile VLAN100	Asigna un perfil de IP, establece una dirección y máscara, además asocia el perfil a la VLAN 100.
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:2)#dhcp-ip ethuni eth_0/1 from-ONU	Activa el servicio de DHCP
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:2)#vlan port eth_0/1 mode tag vlan 100 pri 0	Configuración del puerto eth 0/1 para recibir y enviar tráfico de la VLAN 100.
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:2)#exit	
OltUps(conf)#exit	
OltUps#write	

La limitación de velocidad de datos se realiza mediante los perfiles de tráfico (uno para la velocidad de subida y otro para la de bajada). La tabla 2.7 ejemplifica el proceso antes mencionado. La verificación de los perfiles de tráfico, se realiza mediante: “show traffic-profile name UP_DOWN_25”, siendo UP_DOWN_25 el nombre del perfil, la figura 2.8 presenta el resultado de los perfiles.

Tabla 2.7: Activación Perfil de Tráfico para la ONU

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#traffic-profile UP_DOWN_25M ip cir 0 pir 25000	Crea el perfil de tráfico de 25 Mbps
OltUps(config)#interface gpon-ONU_1/1/1:2	Ingreso a la ONU 2
OltUps(config-if)#traffic-profile UP_DOWN_25M vport 1 dirección egress	Asigna la velocidad de subida en 25 Mbps
OltUps(config-if)#traffic-profile UP_DOWN_25M vport 1 dirección ingress	Asigna la velocidad de bajada en 25 Mbps
OltUps(config-if)#exit	

```
OltUps(config)#show traffic-profile name UP_DOWN_25M
-----
profile name           :UP_DOWN_25M
profile detail         :
-----
basic traffic type    : ip
committed information rate : 0          kbps
committed burst size  : 10          kbytes
peak information rate  : 25000     kbps
peak burst size       : 10          kbytes
discard mode          : no distinction
color mode            : blind

profile used by:
-----
gpon-onu_1/1/1:2:1
OltUps(config)#
OltUps(config)#
OltUps(config)#
OltUps(config)#write
OltUps(config)#
^
%Error 20200: Invalid input detected at '^' marker.Invalid command
OltUps(config)#exit
```

Figura 2.8: Parámetros del Perfil de Tráfico asignado a la ONU.

Para la utilización del servicio es necesaria la configuración de la red WAN en el router del usuario. La figura 2.9 muestra la adición de los parámetros de IP necesarios, este proceso dependerá del modelo y fabricante de cada router. Consiste en agregar la IP, address, máscara, gateway y los servidores DNS.

The screenshot shows the NEXXT router's web interface. The browser address bar shows the URL 192.168.0.1/index.html?340438984. The page title is "NEXXT SOLUTIONS" and there is a "Logout" link in the top right corner. On the left side, there is a navigation menu with the following items: Status, Internet Settings (highlighted), Wireless Settings, Bandwidth Control, Wireless Repeating, Parental Controls, Advanced, and Administration. The main content area is titled "Internet Settings" and contains the following configuration options:

- Connection Type: PPPoE Dynamic IP Static IP
- Select Static IP if your Internet connection asks for static IP info.
- IP Address: 192 . 168 . 108 . 10
- Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0
- Default Gateway: 192 . 168 . 108 . 1
- Preferred DNS: 172 . 16 . 1 . 157
- Alternative DNS: 172 . 16 . 1 . 158 (Optional)

Figura 2.9: Configuración IP WAN en el router.

2.4. Pruebas y Verificación de la Navegación

A continuación se procede con la verificación del funcionamiento del servicio. La figura 2.10 presenta un computador conectado al router anteriormente configurado.



Figura 2.10: Conexión para la prueba y verificación.

Mediante una prueba de velocidad se verifica el correcto funcionamiento y

configuración. Por lo presentado en la figura 2.11, se comprueba el cumplimiento de la velocidad del perfil añadido a la ONU.



Figura 2.11: Prueba de velocidad.

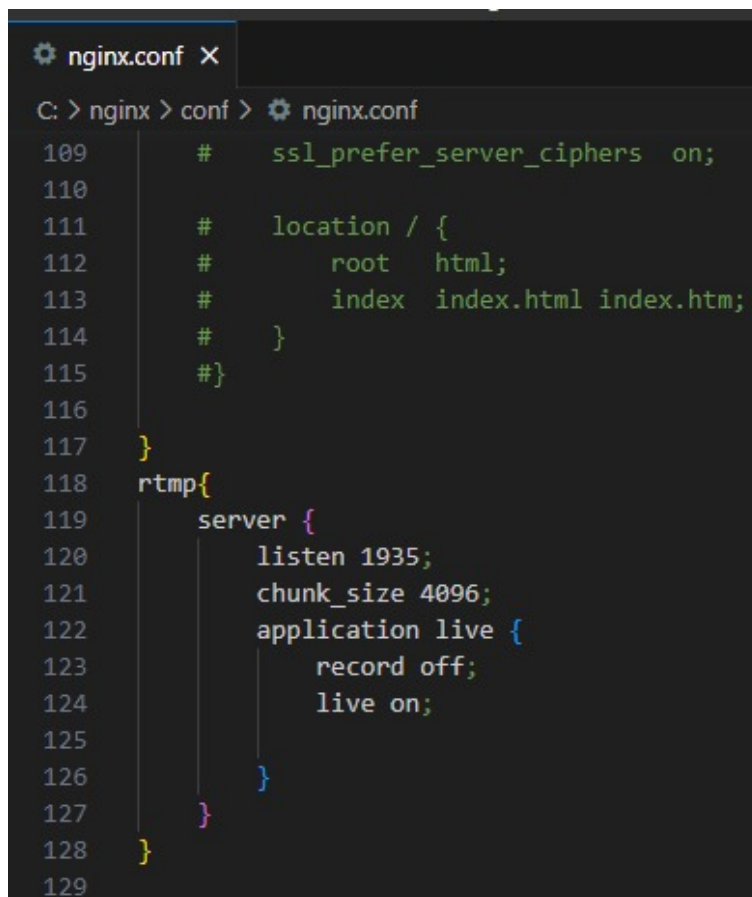
Capítulo 3

Servicio de IPTV

Para el establecimiento del servicio de IPTV es necesario el levantamiento de un servidor con el contenido (transmisión en vivo, películas, etc.). Este servicio se puede enviar por medio de la misma VLAN ocupada para Datos, pero por fines demostrativos se hará uso de una ONU-Router ZTE capaz de manejar diferentes VLANs en sus interfaces de salidas, así separando los servicios.

3.1. Configuración del Servidor de Video

El software NGINX permite la configuración personalizada de diferentes servidores de video. En este caso se utiliza la configuración de un servidor RTMP de video. La figura 3.1 ilustra la configuración necesaria del servidor para habilitar la extensión RTMP en NGINX con el puerto de escucha 1935 (puerto por defecto en este tipo de servidores).



```
nginx.conf X
C: > nginx > conf > nginx.conf
109     #   ssl_prefer_server_ciphers on;
110
111     #   location / {
112     #       root   html;
113     #       index  index.html index.htm;
114     #   }
115     #}
116
117 }
118 rtmp{
119     server {
120         listen 1935;
121         chunk_size 4096;
122         application live {
123             record off;
124             live on;
125         }
126     }
127 }
128
129
```

Figura 3.1: Configuración de Servidor RTMP en nginx

Se debe arrancar el servidor (ya sea desde el archivo extensión .exe o desde la consola de comandos). Posteriormente, es necesario establecer la fuente de video, para lo cual se usa el software OBS (permite añadir transmisiones en vivo, links de archivos en línea, archivos locales, entre otros). La pruebas realizadas usan como fuente un archivo MP4, usando la dirección RTMP del servidor configurada anteriormente, tal como se muestra en la figura 3.2.

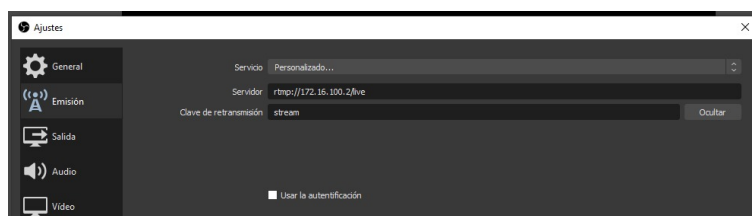


Figura 3.2: Configuración de Servidor RTMP en OBS

Es necesario enlazar el servidor de IPTV con el router de Borde, de modo que el contenido pueda ser suministrado a los clientes por medio de la OLT. La figura 3.3

muestra la transmisión del contenido.

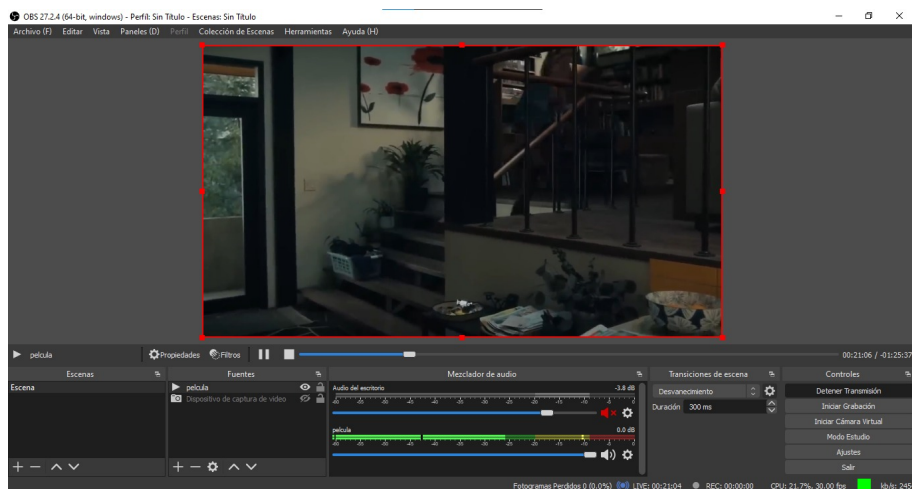


Figura 3.3: Servidor OBS transmitiendo

3.2. Configuración de la OLT

Se crea un nuevo perfil dentro de la OLT, en este caso recibe el nombre de “staticIPTV”, este será asignado a las ONUs que reciban el servicio de IPTV. Los comandos necesarios se ejemplifican en la tabla 3.1, tener en cuenta que este perfil IP tiene como gateway la IP de la VLAN 500 (posteriormente se mostrará su creación y configuración).

Tabla 3.1: Creación perfil IP staticIPTV para IPTV

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso a gpon
OltUps(config)#onu profile ip staticIPTV gateway 192.168.50.1	Crea el perfil IP staticIPTV
OltUps(config-if)#exit	

Se define el perfil TCONT para el servicio de IPTV tal como se ilustra en la Tabla 3.2, además del perfil de la VLAN 500 (encargada de pasar el tráfico desde y hacia el servidor de video), esta configuración se presenta en la Tabla 3.3.

Tabla 3.2: Creación perfil tcont 10M para IPTV

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso al gpon
OltUps(config-gpon)#profile tcont 10M type 3 assured 5000 maximum 10000	Crea el perfil tcon de 10M

Tabla 3.3: Configuración de la VLAN 500 para IPTV

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso al gpon
OltUps(config-if)#onu profile vlan VLAN500 tag-mode tag cvlan 500 pri 7	Crea el perfil de VLAN 500

La creación exitosa de los perfiles se mira mediante “show gpon profile tcont” como se presenta en la figura 3.4. Por otra parte, el comando “show gpon onu profile vlan” permite observar lo presente en la figura 3.5 (mostrando que ya está creada para el uso de IPTV).

```
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 :10M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
3             0            5000        10000       N/A        N/A

Profile name :15M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
4             0            0            15000       N/A        N/A

Profile name :20M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
5             2000        5000        20000       N/A        N/A

Profile name :25M
Type          FBW (kbps)  ABW (kbps)  MBW (kbps)  PRIORITY  WEIGHT
2             0            25000       0            N/A        N/A

OltUps(config-gpon)#
```

Figura 3.4: Tcont 10M creado para IPTV

```
OltUps(config-gpon)#show gpon onu profile vlan
Profile name:  VLAN100
Tag mode:      tag
CVLAN:         100
CVLAN priority:7

Profile name:  VLAN500
Tag mode:      tag
CVLAN:         500
CVLAN priority:7

Profile name:  VLAN-IPTV-P2
Tag mode:      tag
CVLAN:         600
CVLAN priority:7
```

Figura 3.5: VLAN 500 creada para IPTV

3.2.1. Configuración de la ONU para IPTV

Realizadas ya las configuraciones anteriores, es necesaria la creación de un perfil de ONU para brindar el servicio a los clientes. Este perfil se usa para la ONU ZTE F660, los comandos necesarios se encuentran en la Tabla 3.4, esta describe el número de puertos que tiene la ONU, y características como número de TCONTs y GEMPORTs que maneja.

Tabla 3.4: Creación perfil ONU ZTE

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon	Ingreso al pon
OltUps(config-pon)#onu-type ZTE-F660 gpon descripción 4ETH, 1POTS max-tcont 7 max-gemport 32 max-switch-perslot 1 max-flow-perswitch 32	Declara las características de la ONU
OltUps(config-pon)#onu-type-if ZTE-F660 eth0/1 – 4	Declara los puertos ethernet
OltUps(config-pon)#onu-type-if ZTE-F660 pots0/1	Declara el puerto pots

Se registra la nueva ONU dentro de la OLT, identificando la ONU sin registrar mediante el comando “show gpon onu uncfg” tal como se mira en la figura 3.6, Posteriormente se utilizan los de la Tabla 3.5 para realizar su registro en la OLT.

```
OltUps(config-pon)#show gpo
OltUps(config-pon)#show gpon onu un
OltUps(config-pon)#show gpon onu uncfg
OnuIndex          Sn                      State
-----
gpon-onu_1/1/1:1  ZTEGC95B6A07          unknown
OltUps(config-pon)#
```

Figura 3.6: VLAN 500 creada para IPTV

Tabla 3.5: Agregar ONU ZTE a la OLT

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon	Ingreso al pon
OltUps(config-pon)#onu-type ZTE-F660 gpon descripción 4ETH, 1POTS max-tcont 7 max-gemport 32 max-switch-perslot 1 max-flow-perswitch 32	Declara las características de la ONU
OltUps(config-pon)#onu-type-if ZTE-F660 eth0/1 – 4	Declara los puertos ethernet
OltUps(config-pon)#onu-type-if ZTE-F660 pots0/1	Declara el puerto pots

Una vez registrada la ONU, se le agregan los perfiles TCONT con su respectivo GEMPORT, además de asignar el tráfico por la VLAN 500 tal como se muestra en la Tabla 3.6.

El levantamiento del servicio de IPTV por medio de la VLAN 500 se mira en la Tabla 3.7. El servicio se añade por medio del perfil IP creado con anterioridad y la

Tabla 3.6: Añadido de los perfiles a la ONU ZTE

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/1 : 3	Ingreso a la ONU 3
OltUps(config-if)#tcont 2 profile 10M	Declara un perfil tcon a la ONU
OltUps(config-if)#gempport 2 tcont 2	Declara una gempport a la tcont 2
OltUps(config-if)#service-port 2 vport 2 user-vlan 500 vlan 500	Configuración puerto de servicio y asignación de la VPORT a la VLAN 500
OltUps(config-if)#exit	

VLAN 500. Para agregar el servicio de Datos (Internet) se realiza el proceso descrito en el capítulo anterior obviando las partes de agregar la ONU (ya que se usa la ONU ZTE añadida en este capítulo), se agrega la configuración de los perfiles y el levantamiento del servicio vistos en las tablas 2.5 y 2.7.

Tabla 3.7: Levantamiento servicio IPTV en ONU

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon-ONU-mng gpon-ONU_1/1/1 : 3	Ingreso a la ONU en la interfaz 1/1/1
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:3)#service IPTV gempport 2 vlan 500	Especifica el gempport para configurar el servicio de IPTV y asociarlo con la VLAN 500.
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:3)#wan-ip 2 mode static ip-profile staticIPTV ip-address 192.168.50.10 mask 255.255.255.0 vlan-profile VLAN500	Asigna un perfil de IP, establece una dirección y máscara, además asocia el perfil a la VLAN 500.
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:3)#exit	
OltUps(conf)#exit	
OltUps#write	

3.3. Configuración Router de Borde Mikrotik

Para brindar el servicio de IPTV de una manera separada al de Datos se crea en las interfaces la VLAN 500 y se la taguea en la salida del router contacta 1 a la OLT (Ethernet 3), lo anterior se ilustra en la figura 3.7, también se puede observar la VLAN 100 que está tagueada en esta salida hacia la OLT (se envían los dos servicios por la misma interfaz física en diferentes VLAN).

Figura 3.7: VLAN 500 creada en las interfaces del router

En la figura 3.8 se puede observar que la dirección IP utilizada en el router de borde está en el rango declarado en la OLT para la ONU. Usando este pool de direcciones se puede ir agregando más ONU al servicio de IPTV.

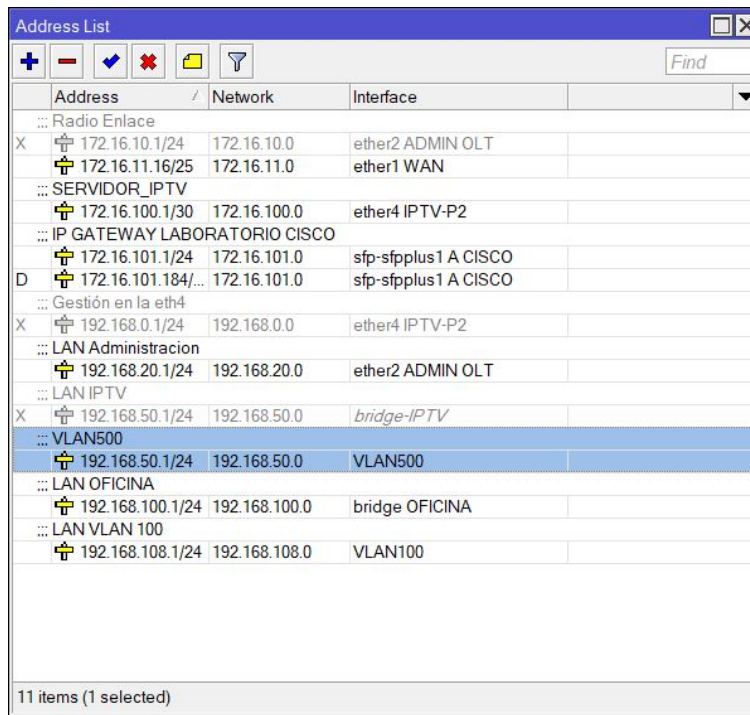


Figura 3.8: VLAN 500 creada para IPTV en el router de borde

En el apartado de Firewall del router de borde es necesario realizar la segmentación de paquetes de los servicios en las VLAN. La figura 3.9 presenta la configuración pertinente para evitar la mezcla de los datos de las VLAN.

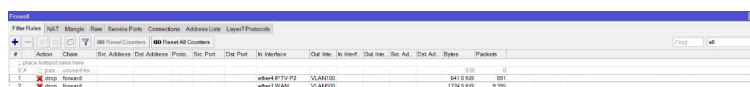


Figura 3.9: VLAN 500 creada para IPTV en el router de borde

3.4. Configuración Router ZTE

Se configura el router ZTE del cliente para que tenga acceso al servicio de IPTV, la figura 3.10 muestra la configuración de la WAN para IPTV usando la VLAN 500. En la sección de "IP Type" se escoge "Static" para poder seleccionar manualmente los parámetros de configuración.

Connection Name	<input type="text" value="IPTV"/>
New Connection Name	<input type="text" value="IPTV"/>
Enable VLAN	<input checked="" type="checkbox"/>
VLAN ID	<input type="text" value="500"/>
802.1p	<input type="text" value="7"/>
Type	<input type="text" value="Route"/>
Service List	<input type="text" value="INTERNET_VoIP_TR069"/>
MTU	<input type="text" value="1500"/>
Link Type	<input type="text" value="IP"/>
IP Version	<input type="text" value="IPv4"/>
IP Type	<input type="text" value="Static"/>

IPv4

Enable NAT	<input checked="" type="checkbox"/>
IP Address	<input type="text" value="192.168.50.10"/>
Subnet Mask	<input type="text" value="255.255.255.0"/>
Gateway	<input type="text" value="192.168.50.1"/>
DNS Server1 IP Address	<input type="text" value="172.16.1.157"/>
DNS Server2 IP Address	<input type="text" value="172.16.1.158"/>
DNS Server3 IP Address	<input type="text" value="8.8.8.8"/>

Figura 3.10: WAN para IPTV en el router ZTE

En necesaria la configuración de la WAN de Internet, para ello en la ONU ZTE se usa la configuración expuesta en la figura 3.11 con los datos de la VLAN 100 para este servicio.

Connection Name

 New Connection Name

 Enable VLAN

 VLAN ID

 802.1p

 Type

 Service List

 MTU

 Link Type

 IP Version

 IP Type

IPv4

Enable NAT

IP Address

Subnet Mask

Gateway

DNS Server1 IP Address

DNS Server2 IP Address

DNS Server3 IP Address

Figura 3.11: WAN para INTERNET en el router ZTE

Finalmente, en la configuración del router se distribuyen los puertos LAN por los que funcionaría el servicio de IPTV. Se usa la LAN 4 como se mira en la figura 3.12, en el resto de puertos LAN se dará el servicio de Datos (figura 3.13).

ZTE F660

Path: Network-WAN-Port Binding 中文 Logout

<ul style="list-style-type: none"> +Status -Network -WAN WAN Connection 3G/4G WAN Connection Port Binding DHCP Release First +WLAN +LAN +PON +Routing(IPv4) Port Locating +Security +Application +Administration +Help 	<p>WAN Connection <input type="text" value="IPTV"/></p> <p> <input type="checkbox"/> LAN1 <input type="checkbox"/> LAN2 <input type="checkbox"/> LAN3 <input checked="" type="checkbox"/> LAN4 <input type="checkbox"/> SSID1 <input type="checkbox"/> SSID2 <input type="checkbox"/> SSID3 <input type="checkbox"/> SSID4 </p>
--	--

Figura 3.12: Interfaces de IPTV en el router ZTE

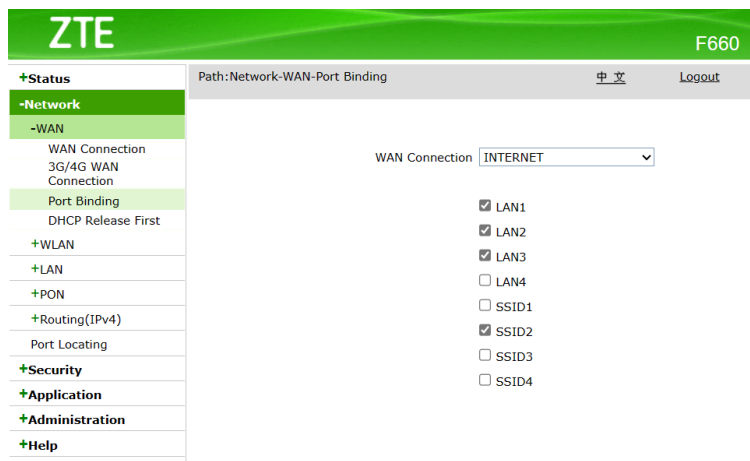


Figura 3.13: Interfaces de INTERNET en el router ZTE

3.5. Resultados en el Servicio IPTV

Se realizan pruebas ingresando al servicio de IPTV en la LAN 4 del router ZTE y mediante la aplicación VLC (como se ve en la figura 3.14) se utiliza el prefijo RTMP para el uso de ese protocolo, seguido de la IP del mismo y el código de stream “rtmp://172.16.100.2/live/stream”. Se observa la reproducción del contenido en la figura 3.15.

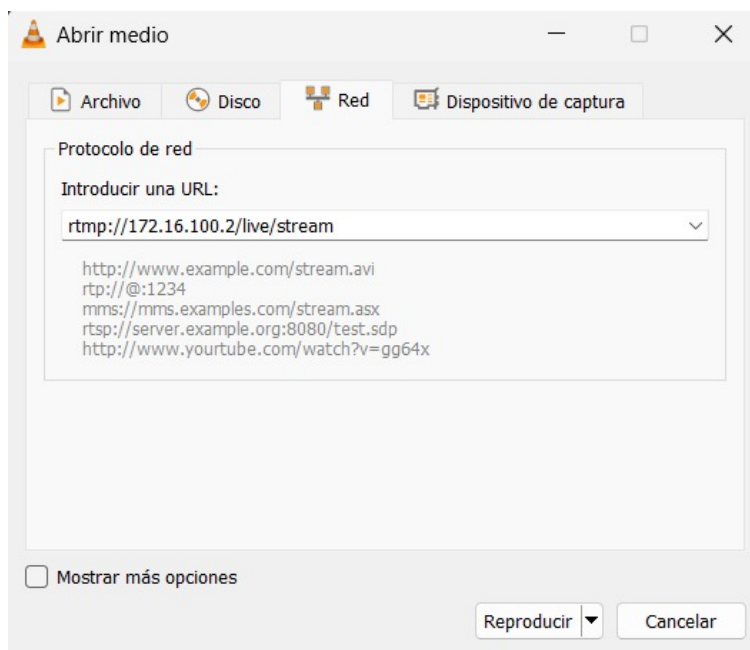


Figura 3.14: Reproducción del Servicio IPTV con VLC

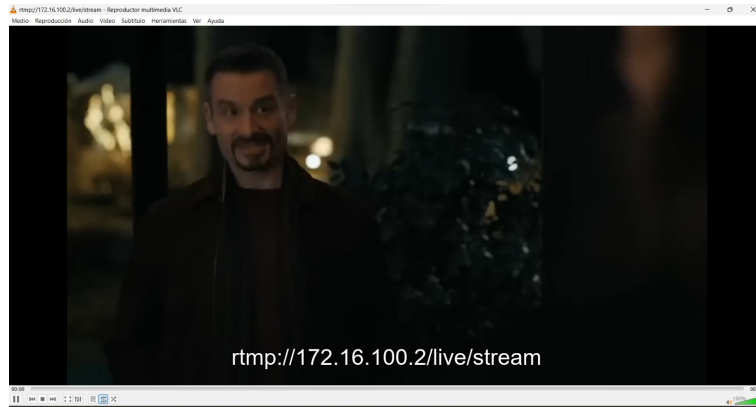


Figura 3.15: Reproducción del Servicio IPTV con VLC parte 2

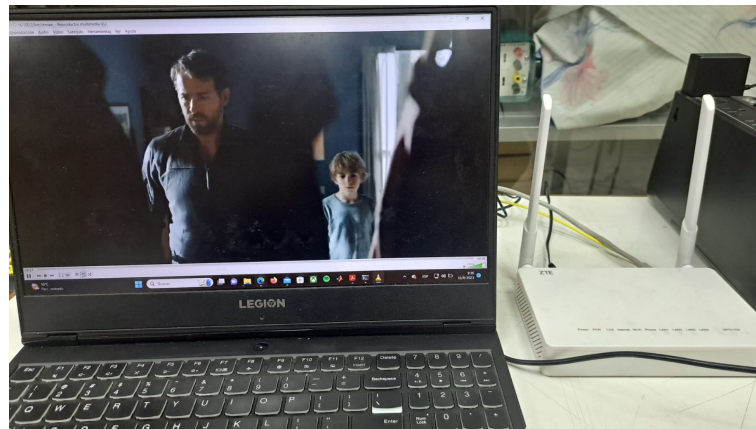


Figura 3.16: Reproducción del Servicio IPTV con VLC parte 3

Para verificar el uso del servicio por la VLAN 500 se puede observar en la interfaz del router de borde (figura 3.17).

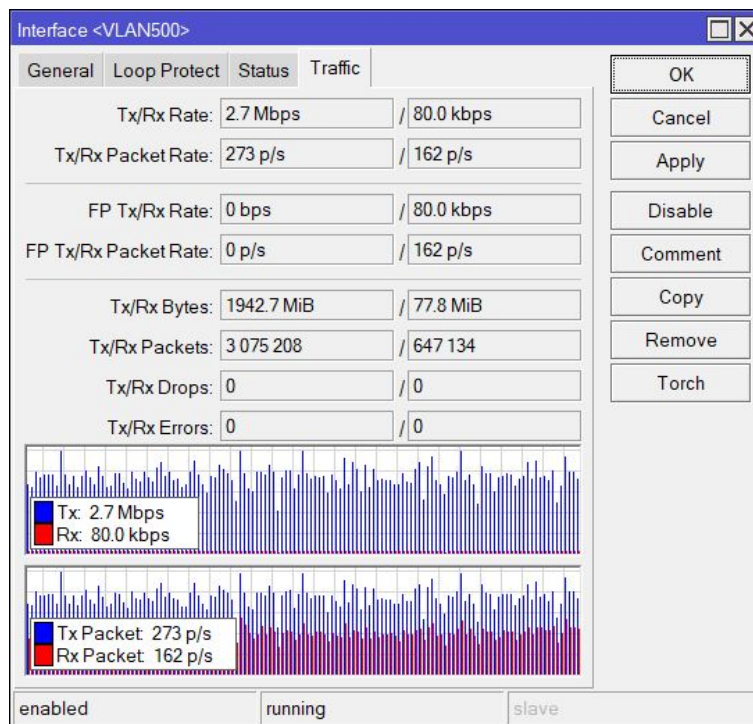


Figura 3.17: Gráfico del tráfico que pasa por la VLAN 500

La figura 3.18 permite observar que al utilizar el servicio de IPTV no existe tráfico por la VLAN 100, habiendo así una correcta separación de los servicios.

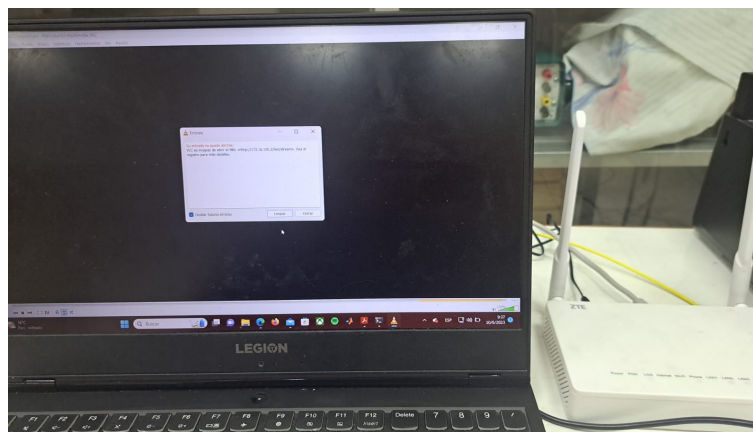


Figura 3.18: El servicio de IPTV no funciona en la VLAN100

Se usan más clientes de IPTV para ilustrar como aumentar el tráfico en la VLAN 500, esto se observa con claridad en la figura 3.20.

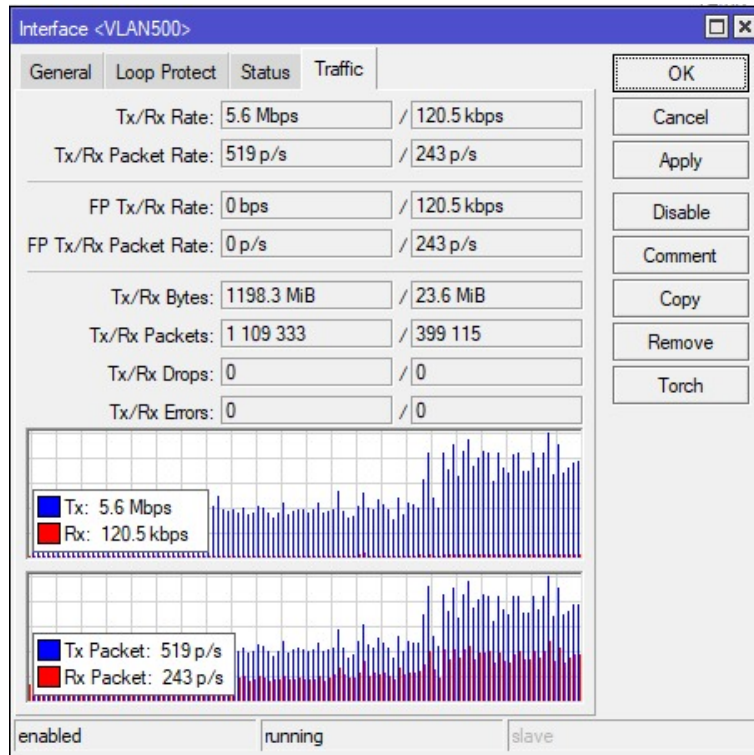


Figura 3.19: Dos clientes con IPTV

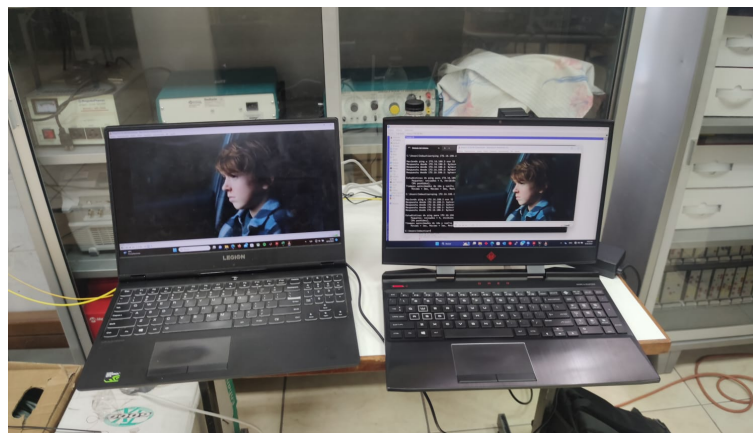


Figura 3.20: Dos clientes con IPTV P2

Capítulo 4

Diagnóstico de problemas en el servicio al usuario

Este capítulo presenta diferentes comandos y procedimientos para realizar el diagnóstico de los posibles problemas que puede tener el servicio, así permitiendo solventar los inconvenientes de manera rápida y efectiva.

4.1. Comprobación del correcto funcionamiento de la ONU

Uno de los comandos más importantes para el diagnóstico del estado del servicio es “show gpon onu baseinfo gpon-olt_1/1/1”, este muestra todas las ONUs que se encuentran en una interfaz (en este caso de la primera interfaz de la OLT), el resultado se muestra en la figura 4.1. Se observan las tres ONUs añadidas dentro del laboratorio, dos xPON y una ZTE.

```
OltUps(config)#show gpon onu baseinfo gpon-olt_1/1/1
```

OnuIndex	Type	Mode	AuthInfo	State
gpon-onu_1/1/1:1	xPON-000	sn	SN:DD16E6390FC8	ready
gpon-onu_1/1/1:3	ZTEG-F660	sn	SN:ZTEGC95B6A07	ready
gpon-onu_1/1/1:4	xPON-000	sn	SN:DD16E6390FCA	ready

Figura 4.1: ONUs en la interfaz 1 de la OLT

Mediante el comando “show gpon onu details-info gpon-onu_1/1/1:2” se presentan los datos más relevantes sobre el estado actual de la ONU, el resultado se

mira en la figura 4.2. Presenta información sobre el tipo de ONU, nombre, estado de la ONU (Working en este caso, ya que tiene un correcto funcionamiento). Por otra parte, un dato en suma importante es el registro de eventos de la ONU.

```

ONU interface:      gpon-onu_1/1/1:2
Name:              ClienteDemost
Type:              xPON-P1
State:             ready
Configured channel: auto
Current channel:   1(GPON)
Admin state:       enable
Phase state:       working
Config state:      success
Authentication mode: sn
SN Bind:           enable with SN check
Serial number:     DD16E6390FC6
Password:
Description:       NAP:A8
Vport mode:        gempport
DBA Mode:          Hybrid
ONU Status:        enable
OMCI BW Profile:
Line Profile:      N/A
Service Profile:   N/A
ONU Distance:     195m
Online Duration:   0h 00m 11s
FEC:               none
FEC actual mode:   N/A
1PPS+ToD:         disable
Auto replace:      disable
Multicast encryption: disable
Multicast encryption current state: N/A
-----
Authpass Time      OfflineTime        Cause
1  2023-08-14 14:13:04  2023-08-22 12:37:47  DyingGasp
2  2023-08-22 12:38:31  0000-00-00 00:00:00
3  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
4  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
5  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
6  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
7  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
8  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
9  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
10 0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
    
```

Figura 4.2: ONU número 2 habilitada

Otro indicador importante es el nivel de potencia óptico recibido por la ONU desde la OLT y el recibido en la OLT desde la ONU. El comando que permite observar este dato es “show pon power attenuation gpon-onu_1/1/1:2”, la figura 4.3 muestra los datos resultado de mostrar los niveles de potencia. En la figura 4.3 se observa una potencia de -21.730 dBm (valor dentro del rango de sensibilidad de la ONU [12]).

```
OltUps(config)#show pon power attenuation gpon-onu_1/1/1:2
```

	OLT	ONU	Attenuation
up	Rx :-20.393 (dbm)	Tx:1.518 (dbm)	21.911 (dB)
down	Tx :3.636 (dbm)	Rx:-21.730 (dbm)	25.366 (dB)

Figura 4.3: Potencia ONU número 2 habilitada

La figura 4.4 presenta la alerta de estado “apagado” en la ONU, viéndose como “DyingGasp”.

```
ONU interface:          gpon-onu_1/1/1:2
Name:                  ClienteDemost
Type:                  xPON-P1
State:                 ready
Configured channel:   auto
Current channel:      1 (GPON)
Admin state:          enable
Phase state:          DyingGasp
Config state:         success
Authentication mode:  sn
SN Bind:              enable with SN check
Serial number:        DD16E6390FC6
Password:
Description:          NAP:A8
Vport mode:           gempport
DBA Mode:             Hybrid
ONU Status:           enable
OMCI BW Profile:
Line Profile:         N/A
Service Profile:     N/A
ONU Distance:        195m
Online Duration:     0h 0m 0s
FEC:                  none
FEC actual mode:     N/A
1PPS+ToD:           disable
Auto replace:        disable
Multicast encryption:disable
Multicast encryption current state:N/A
```

	Authpass Time	OfflineTime	Cause
1	2023-08-14 14:13:04	2023-08-22 12:37:47	DyingGasp
2	2023-08-22 12:38:31	2023-08-22 12:41:29	DyingGasp
3	2023-08-22 12:43:21	2023-08-22 12:43:54	DyingGasp
4	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
5	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
6	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
7	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
8	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
9	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	

--More--

Figura 4.4: Características de una ONU apagada

Ya que las ONUs son dispositivos, electrónicos, con memoria limitada, estas tienden a presentar fallos cuando llevan demasiado tiempo encendidas de manera ininterrumpida. Un Método fácil y efectivo es el reiniciar las ONU. Para realizar el reinicio se usan los comandos presentados en la Tabla 4.1, se accede a la ONU de manera remota desde la OLT y posteriormente usa el comando “reboot” (una vez

realizado el reinicio se guardará en le registro de la ONU).

Tabla 4.1: Reinicio de una ONU

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon-onu-mng gpon-ONU ₁ /1/1:2	Ingreso a la ONU dos en la interfaz 1/1/1
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:2)#reboot	Comando para reiniciar la onu
Confirm to reboot? [yes/no]:yes	Confirmacion de que se desea reiniciar la ONU.
OltUps(gpon-ONU-mng 1/1/1:2)#exit	
OltUps(conf)#exit	

Para comprobar si se reinició correctamente la ONU, usamos el comando “show gpon onu details-info gpon-ONU₁/1/1:2”, que en su parte baja muestra los eventos de la ONU (figura 4.5), nótese el ‘reboot’ al final.

```
ONU interface:      gpon-ONU_1/1/1:2
Name:              ClienteDemost
Type:              xPON-P1
State:             ready
Configured channel: auto
Current channel:   1(GPON)
Admin state:       enable
Phase state:       working
Config state:      success
Authentication mode: sn
SN Bind:           enable with SN check
Serial number:     DD16E6390FC6
Password:
Description:       NAP:A8
Vport mode:        gemport
DBA Mode:          Hybrid
ONU Status:        enable
OMCI BW Profile:
Line Profile:      N/A
Service Profile:   N/A
ONU Distance:     195m
Online Duration:   0h 00m 08s
FEC:              none
FEC actual mode:   N/A
1PPS+ToD:         disable
Auto replace:      disable
Multicast encryption:disable
Multicast encryption current state:N/A
-----
Authpass Time      OfflineTime        Cause
1  2023-08-14 14:13:04  2023-08-22 12:37:47  DyingGasp
2  2023-08-22 12:38:31  2023-08-22 12:41:29  DyingGasp
3  2023-08-22 12:43:21  2023-08-22 12:43:54  DyingGasp
4  2023-08-22 12:46:11  2023-08-22 12:47:47  LOSi
5  2023-08-22 12:51:08  2023-08-22 12:53:01  LOSi
6  2023-08-22 12:53:29  2023-08-22 13:00:47  Reboot
7  2023-08-22 13:01:19  0000-00-00 00:00:00
8  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
9  0000-00-00 00:00:00  0000-00-00 00:00:00
--More--
```

Figura 4.5: Registro de ONU reiniciada

4.2. Simulación de un corte de fibra y Pérdida de potencia en una ONU

Es normal que por diferentes motivos llegue a existir roturas de fibra o desconexiones, cuando esto sucede la OLT no puede comunicarse con la ONU. El estado de “LOS” representa esta situación, la figura 4.6 muestra como el led rojo indica esta desconexión desde la ONU [12].



Figura 4.6: ONU con alarma LOS

Usando el mismo comando de verificación de estado e historial de alertas se puede observar el estado en LOS desde la OLT, tal como se mira en la figura 4.7. En este caso se confirma que la ONU se activó con la alarma LOS desde las 12:46 del 22

4.2. SIMULACIÓN DE UN CORTE DE FIBRA Y PERDIDA DE POTENCIA EN UNA ONU 42

de agosto del 2023.

```
ONU interface:          gpon-onu_1/1/1:2
Name:                  ClienteDemost
Type:                  xPON-P1
State:                 ready
Configured channel:   auto
Current channel:       1(GPON)
Admin state:           enable
Phase state:           LOS
Config state:          success
Authentication mode:   sn
SN Bind:               enable with SN check
Serial number:         DD16E6390FC6
Password:
Description:           NAP:A8
Vport mode:            gempport
DBA Mode:              Hybrid
ONU Status:            enable
OMCI BW Profile:
Line Profile:          N/A
Service Profile:       N/A
ONU Distance:          195m
Online Duration:       0h 0m 0s
FEC:                   none
FEC actual mode:       N/A
LPPS+ToD:             disable
Auto replace:          disable
Multicast encryption: disable
Multicast encryption current state: N/A
```

	Authpass Time	OfflineTime	Cause
1	2023-08-14 14:13:04	2023-08-22 12:37:47	DyingGasp
2	2023-08-22 12:38:31	2023-08-22 12:41:29	DyingGasp
3	2023-08-22 12:43:21	2023-08-22 12:43:54	DyingGasp
4	2023-08-22 12:46:11	2023-08-22 12:47:47	LOSi
5	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
6	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
7	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
8	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	
9	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00	

Figura 4.7: Registro de la ONU con alarma LOS

Al observar la potencia usando el comando “show pon power attenuation gpon-onu_1/1/1:2” (figura 4.8), solo se presenta la potencia proveniente desde la OLT, en este caso 3.636 dBm, el que el resto de ítems se presenten en blanco confirma que la perdida de potencia desde la ONU.

```
OltUps(config)#show pon power attenuation gpon-onu_1/1/1:2
```

	OLT	ONU	Attenuation
up	Rx :no signal	Tx:N/A	N/A
down	Tx :3.636(dbm)	Rx:N/A	N/A

Figura 4.8: Potencia de ONU sin fibra

Para simular una mayor atenuación se usa un splitter 1:8 extra (teniendo en total ahora 3 niveles de splitters), la conexión se observa en la figura 4.9.

4.2. SIMULACIÓN DE UN CORTE DE FIBRA Y PERDIDA DE POTENCIA EN UNA ONU 43



Figura 4.9: Conexión de un splitter en la ONU

La comprobación de la disminución de potencia se observa en la figura 4.10. La potencia disminuyó a -32.208 dBm, aumentando la atenuación ahora en -35.844 dB. Con estos niveles de potencia óptica los equipos presentan problemas como intermitencia en el servicio.

```
OltUps(config)#show pon power attenuation gpon-onu_1/1/1:2
```

	OLT	ONU	Attenuation
up	Rx :-31.974 (dbm)	Tx:1.539 (dbm)	33.513 (dB)
down	Tx :3.636 (dbm)	Rx:-32.208 (dbm)	35.844 (dB)

Figura 4.10: Potencia de la ONU con el splitter

Capítulo 5

Software de Gestión y Uso

Para el manejo y gestión de la OLT existe un servidor de gestión manejado gráfico elaborado por [13]. El sistema permite gestionar las ONUs, usuarios, NAPs, entre otros apartados.

5.1. Configuración del Servidor de Gestión

Para poner en alto el servidor se debe configurar la dirección IP necesaria en el router de borde. El Ethernet 4 del router MK se configura con la dirección IP “192.168.0.1” como se observa en la figura 5.1. Por otra parte, en el servidor se añade la dirección IP “192.168.0.2”, la configuración en la tarjeta de Ethernet del servidor se muestra en la figura 5.2.

Address	Network	Interface
Radio Enlace		
X 172.16.10.1/24	172.16.10.0	ether2 ADMIN ...
172.16.11.16/25	172.16.11.0	ether1 WAN
SERVIDOR_IPTV		
X 172.16.100.1/24	172.16.100.0	ether4 IPTV-P2
IP GATEWAY LABORATORIO CISCO		
172.16.101.1/24	172.16.101.0	sfp-sfpplus1 A C...
D 172.16.101.184/24	172.16.101.0	sfp-sfpplus1 A C...
IPTV		
172.16.105.1/24	172.16.105.0	VLAN500
Gestión en la eth4	192.168.0.0	ether4 IPTV-P2
LAN Administracion		
192.168.20.1/24	192.168.20.0	ether2 ADMIN ...
LAN OFICINA		
192.168.100.1/24	192.168.100.0	bridge OFICINA
LAN VLAN 100		
192.168.108.1/24	192.168.108.0	VLAN100

Figura 5.1: Configuración de Servidor de Gestión en el router Mikrotik

Propiedades de Habilitar el protocolo de Internet versión 4 (TCP/IP...)

General

Puede hacer que la configuración IP se asigne automáticamente si la red admite esta funcionalidad. De lo contrario, deberá consultar con el administrador de red cuál es la configuración IP apropiada.

Obtener una dirección IP automáticamente

Usar la siguiente dirección IP:

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 2

Máscara de subred: 255 . 255 . 255 . 0

Puerta de enlace predeterminada: 192 . 168 . 0 . 1

Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente

Usar las siguientes direcciones de servidor DNS:

Servidor DNS preferido: 172 . 16 . 1 . 157

Servidor DNS alternativo: 172 . 16 . 1 . 158

Validar configuración al salir

Opciones avanzadas...

Aceptar Cancelar

Figura 5.2: Configuración IP de Servidor de Gestion

Los archivos de servidor y cliente se encuentran en el directorio "Documents

express-nextjs-app”. Se ejecutan los archivos por medio de la línea de comandos de Windows (CMD o PowerShell). Para iniciar el servidor, se debe desplazar dentro de la carpeta correspondiente mediante “cd server”. Posteriormente, se aplica el comando “npm run dev” como se observa en la figura 5.3 (se mostrará el inicio de la base de datos y de los diferentes recursos necesarios).

```
C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\server>npm run dev
> server@1.0.0 dev
> nodemon --config nodemon.json src/index.ts

[nodemon] 2.0.15
[nodemon] to restart at any time, enter `rs`
[nodemon] watching path(s): src\**\*
[nodemon] watching extensions: js,json,ts
[nodemon] starting `node -r ts-node/register -r dotenv/config src/index.ts`
Inserting Roles...
Connected to MongoDB
Listening on port 4000!
Roles inserted
Admin inserted
Inserting Admin...
Admin inserted
Inserting Resources...
Resources inserted
Inserting NAPs...
Naps inserted
```

Figura 5.3: Ejecución del programa servidor en CMD

Para la ejecución del cliente se cuenta con dos partes. Primero se debe de entrar dentro de la carpeta client con el comando “cd client”, dentro se ejecuta “npm run build” como se mira en la figura 5.4 (dentro se indican elementos del sistema con los ingresos, usuarios, respaldos y NAPs, entre otros).

```
C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client>npm run build
> build
> next build

info - Loaded env from C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client\.env
Browserslist: caniuse-lite is outdated. Please run:
  npx browserslist@latest --update-db
  Why you should do it regularly: https://github.com/browserslist/browserslist#browsers-data-updating
info - Checking validity of types

./src/pages/salir.js
Warning: React Hook useCallbac has a missing dependency: 'mutatePermissions'. Either include it or remove the dependency array.  react-hooks/exhaustive-deps
info - Need to disable some ESLint rules? Learn more here: https://nextjs.org/docs/basic-features/eslint#disabling-rules
warn - using beta Middleware (not covered by semver) - https://nextjs.org/docs/messages/beta-middleware
Browserslist: caniuse-lite is outdated. Please run:
  npx browserslist@latest --update-db
  Why you should do it regularly: https://github.com/browserslist/browserslist#browsers-data-updating
info - Creating an optimized production build
info - Compiled successfully
Warning: You have opted out of Automatic Static Optimization due to 'getInitialProps' in 'pages/app'. This does not opt-out pages with 'getStaticProps'
Read more: https://nextjs.org/docs/messages/opt-out-auto-static-optimization

info - collecting page data
Page                               Size    First Load JS
┌─ /                                6.04 kB    245 kB
├─ /_app                             0 B        180 kB
├─ /_middleware                       46.1 kB    186 kB
├─ /404                               566 B      239 kB
├─ /api/hello                          0 B        140 kB
├─ /ingresar                          946 B      240 kB
├─ /naps                               1.86 kB    241 kB
├─ /naps/[id]                         2.52 kB    241 kB
├─ /respaldos                          2.15 kB    241 kB
├─ /salir                              923 B      141 kB
├─ /usuarios                          2.37 kB    241 kB
├─ First Load JS shared by all        140 kB
├─ chunks/frameworks-316772b0b4003cd.js 42 kB
├─ chunks/main-101cfaa10e0e0e4.js     26.9 kB
```

Figura 5.4: Ejecución del programa cliente en CMD

Para iniciar el servidor WEB se usa el comando “npm start” dentro de la carpeta client. La figura 5.5 permite observar el estado activo de la página de gestión, además, permite observar la dirección de ingreso.

```
C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client>npm start
> start
> next start
ready - started server on 0.0.0.0:3000, url: http://localhost:3000
info - Loaded env from C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client\.env
```

Figura 5.5: Ejecución del programa cliente en CMD parte 2

Para el ingreso en la página de gestión se ingresa en la dirección “192.168.0.2:3000” como se mira en la figura 5.6. Posteriormente, se debe de ingresar el usuario y contraseña correspondientes para el ingreso al sistema. Los usuarios creados al ingresar tendrán diferentes privilegios de modificación del sistema, tal como se explica [13]. En el sistema existen tres niveles de usuarios como Administrador, Docente, Estudiante e Invitado (con orden descendiente de privilegios).

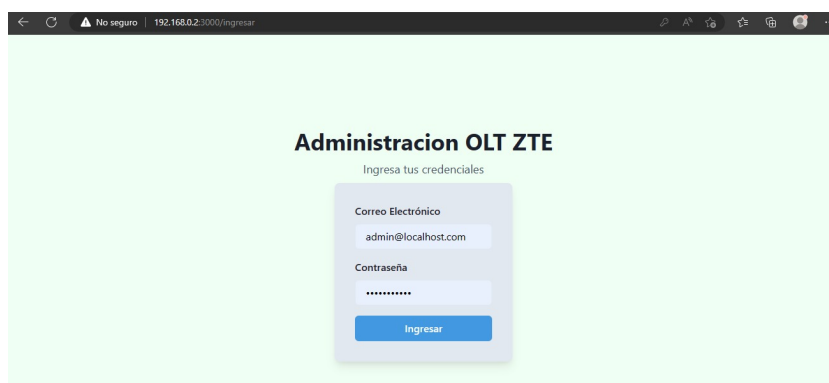


Figura 5.6: Ingreso a la Página de Gestión

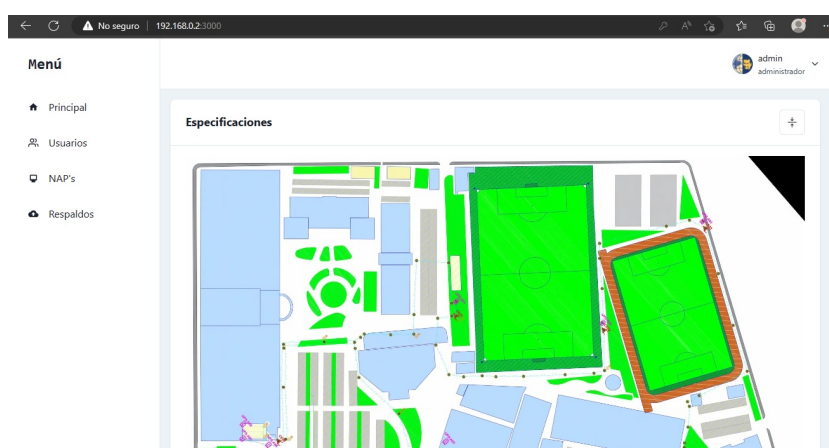
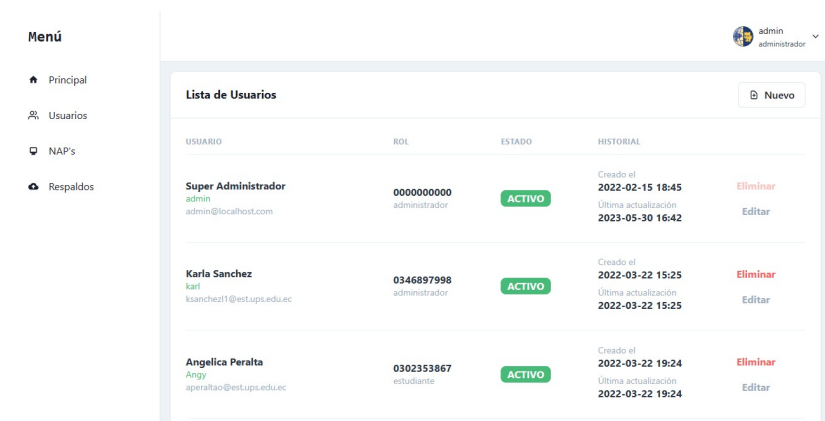


Figura 5.7: Ventana principal de la Página de Gestión

5.2. Creación de Usuarios y Gestión de la OLT

Para la gestión de usuarios en la página principal (figura 5.7) es necesario dirigirse a la sección de “Usuarios”, abriéndose (figura 5.8) en donde existe la función de crear usuarios dentro de los 4 tipos que se explicaron anteriormente.



USUARIO	ROL	ESTADO	HISTORIAL
Super Administrador admin admin@localhost.com	000000000 administrador	ACTIVO	Creado el 2022-02-15 18:45 Última actualización 2023-05-30 16:42
Karla Sanchez karl ksanchez11@est.ups.edu.ec	0346897998 administrador	ACTIVO	Creado el 2022-03-22 15:25 Última actualización 2022-03-22 15:25
Angelica Peralta Angy aperaltao@est.ups.edu.ec	0302353867 estudiante	ACTIVO	Creado el 2022-03-22 19:24 Última actualización 2022-03-22 19:24

Figura 5.8: Ventana Usuarios de la Página de Gestión

La figura ?? ejemplifica la adición de un usuario de tipo estudiante, cuenta con un nombre de usuario, el nombre y apellido de identificación, cédula, el correo que sirve de ingreso a la página de gestión, seguido de la contraseña de ingreso y el rol o tipo de usuario que tendría en el sistema.

Nombre de usuario

Nombre

Apellido

Cédula

Correo Electrónico

Contraseña

Rol

Guardar

Figura 5.9: Añadir Usuario en la Página de Gestión

Dentro de la gestión se dispone también del apartado de NAPs añadidas a la OLT, como se ve en la figura 5.10. Todas las NAP de la red del laboratorio están registradas, si se quiere agregar una NAP nueva se va a la pestaña “Nueva”.

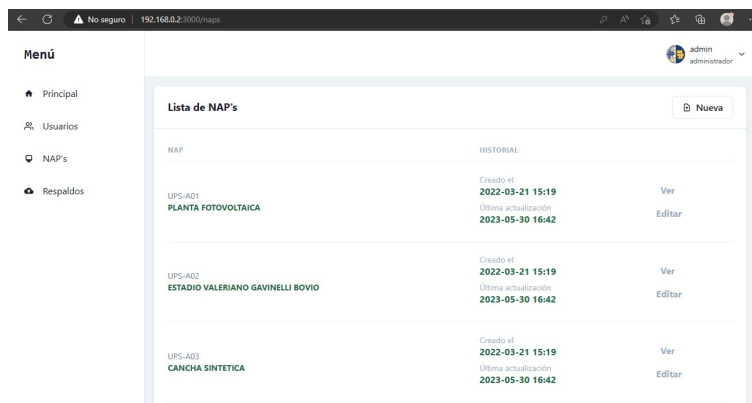


Figura 5.10: Añadir NAP en la Página de Gestión

La figura 5.11 presenta la ventana de adición, permite añadir el nombre de la nueva NAP y la ubicación de esta como referencia.

Nueva NAP [X]

Nombre

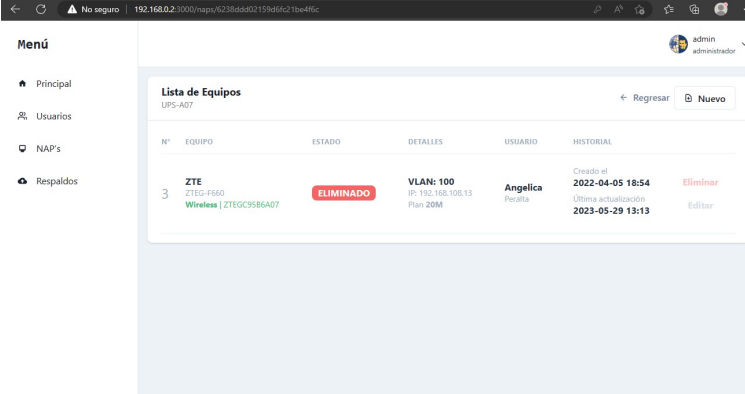
Ubicación

Guardar

Figura 5.11: Añadir NAP en la Página de Gestión parte 2

5.3. Adición de una ONU con la Página de Gestión

Una vez dentro de una NAP, se observarán los equipos ya añadidos. Los equipos se presentan en la figura 5.12, pertenecientes a la NAP "UPS-A07". La pestaña "Nuevo" permite añadir un nuevo equipo.



The screenshot shows a web browser interface for managing ONU devices. On the left is a sidebar menu with options: Principal, Usuarios, NAP's, and RespalDOS. The main content area is titled 'Lista de Equipos' and 'UPS-A07'. It contains a table with the following data:

N°	EQUIPO	ESTADO	DETALLES	USUARIO	HISTORIAL
3	ZTE ZTEG-F660 Wireless ZTEGC3586A07	ELIMINADO	VLAN: 100 IP: 192.168.108.13 Plan 20M	Angelica Peralta	Creado el 2022-04-05 18:54 Ultima actualización 2023-05-29 13:13

Figura 5.12: Añadir ONU en la Página de Gestión

La figura 5.13 presenta la ventana de adición. Se ejemplifica la adición de una ONU ZTE (la vista en la práctica de IPTV). El sistema pide el ingreso del número de usuario, marca de la ONU con el modelo y el tipo de ONU (en este caso están los tipos Bridge o Wireless). El serial de ONU es en suma necesaria, además de la VLAN a utilizar y la dirección IP a asignar. En el nombre, se registra el nombre del abonado al que pertenecerá el equipo. La figura 5.14 muestra como añadir una ONU del tipo X-PON (del tipo usada en la práctica de servicio de Datos).

Número

Marca

Modelo

Tipo

Serial

VLAN

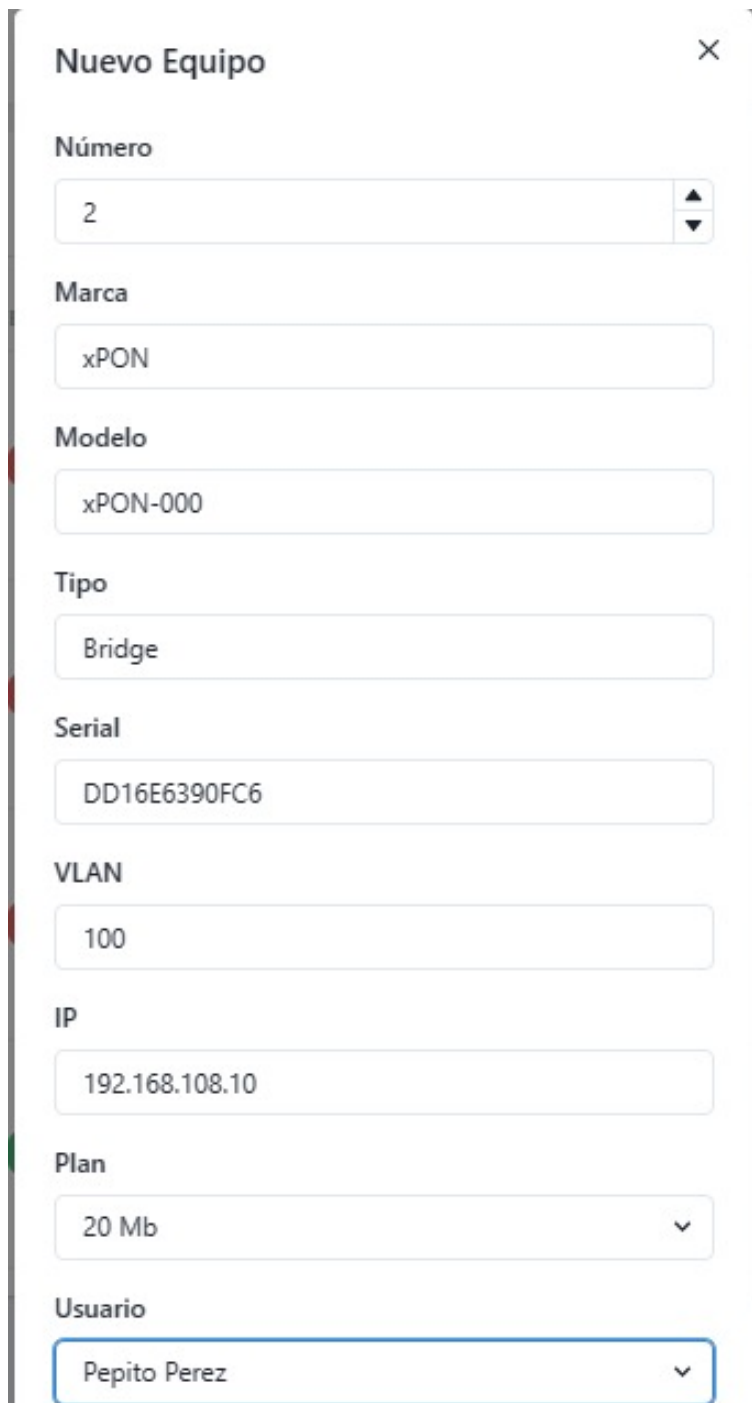
IP

Plan

Usuario

Guardar

Figura 5.13: Añadir ONU ZTE en la Página de Gestión



The image shows a web form titled "Nuevo Equipo" with a close button (X) in the top right corner. The form contains several input fields and dropdown menus for configuring a new ONU. The fields are as follows:

- Número:** A numeric input field containing the value "2".
- Marca:** A text input field containing "xPON".
- Modelo:** A text input field containing "xPON-000".
- Tipo:** A text input field containing "Bridge".
- Serial:** A text input field containing "DD16E6390FC6".
- VLAN:** A text input field containing "100".
- IP:** A text input field containing "192.168.108.10".
- Plan:** A dropdown menu with "20 Mb" selected.
- Usuario:** A dropdown menu with "Pepito Perez" selected.

Figura 5.14: Añadir ONU X-PON en la Página de Gestión

Se debe tener en cuenta que una vez agregada la ONU se debe configurar el router de acceso del usuario según como se indicó en los capítulos anteriores. La figura 2.9 muestra el router conectado en la ONU x-PON y la figura 3.11 a la ONU ZTE.

Capítulo 6

Protocolos de Seguridad de Acceso a la OLT

En este capítulo se revisará protocolos de seguridad para el acceso, la gestión de la OLT. Las listas ACL permiten controlar las IP que pueden ingresar a la OLT, además de los protocolos de TELNET (inseguro) y SSH (seguro) para el acceso remoto.

6.1. Listas de Control de Acceso (ACL)

Las listas de control de acceso o ACL se usan con el fin de filtrar los paquetes destinados a determinadas direcciones IP dependiendo las reglas de la lista, permitiendo o denegando el acceso a dichos paquetes [14].

Los comandos mostrados en la Tabla 6.1 muestran el ingreso a la configuración de las listas.

Tabla 6.1: Creación de un ACL estándar

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#acl standar number 1	Crea la lista ACL estandar numero 1
OltUps(config-std-acl)#	Se puede configurar las reglas de la ACL 1

Dentro de las listas se usan comúnmente las listas estándar, los modificadores “permit” y “deny”. El primero permite el acceso a los paquetes a la dirección IP indicada, mientras que el segundo bloquea el tráfico a las direcciones IP especificadas.

Los necesarios se observan en la tabla 6.2. Se debe tener en cuenta que las reglas están acompañadas de la IP y su respectiva Wildcard, además en la regla 2 tenemos el uso del comando “any” que permite englobar a todas las IP (si se bloquean determinadas direcciones IP y posteriormente se da acceso a “todas” se mantendrá el bloqueo de las especificadas, del mismo modo sucedería en el caso de querer denegar “todas” y permitir algunas).

Tabla 6.2: Reglas del ACL estándar creado anteriormente

Comando	Descripción
OltUps(config-std-acl)#rule 1 deny 192.168.108.10 0.0.0.0	Regla que niega el acceso a la IP
OltUps(config-std-acl)#rule 2 permit any	Regla que permite el acceso al resto de IPs
OltUps(config-std-acl)#exit	

Una vez creadas las listas ACL, es necesaria su activación usando los comandos expuestos en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3: Activación del ACL estándar creado anteriormente

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#line telnet access-class 1	Activacion de la ACL numero 1
OltUps(config)#exit	

Con la lista activa, los accesos TELNET a la OLT por parte de la IP “192.168.108.10” no podrán ser efectivos. Para la comprobación se utiliza el software “PuTTY” (figura 6.1), para acceder se usa el puerto 23 para TELNET hacia la IP “192.168.20.80” (IP de la OLT). Al intentar ingresar se presenta una ventana de error (figura 6.2).

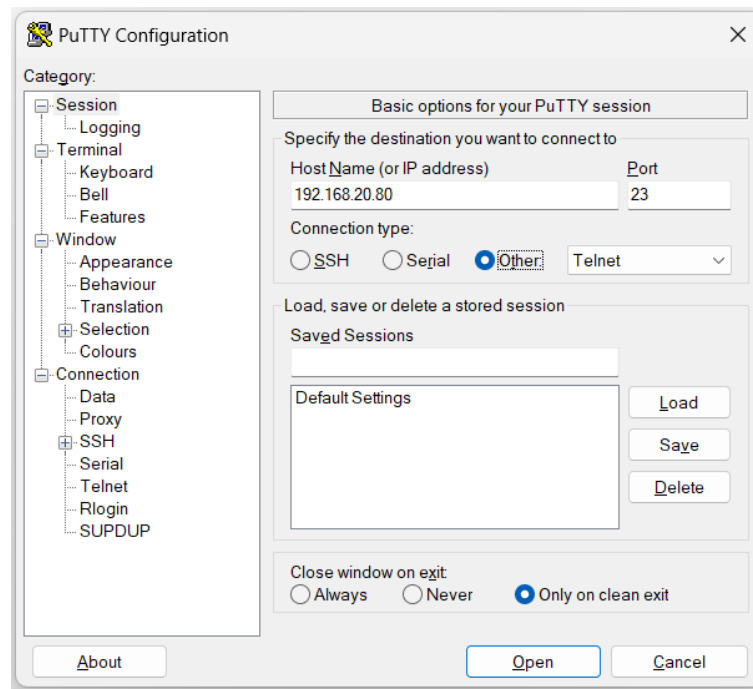


Figura 6.1: PuTTY para comprobación del ACL

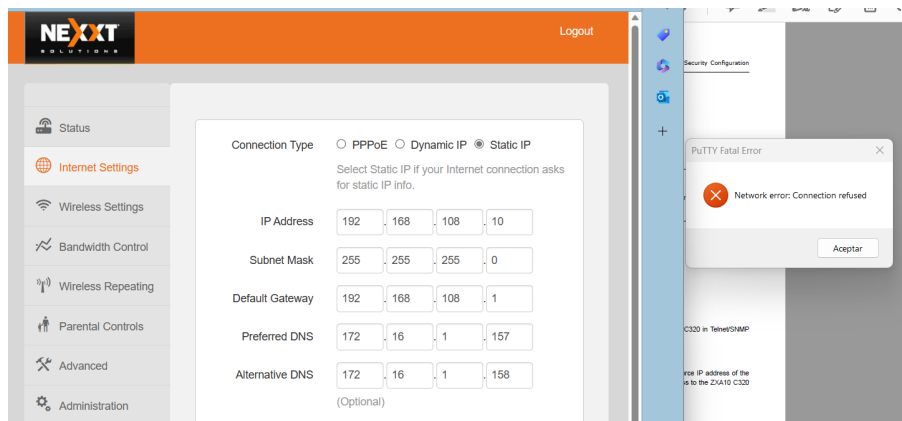


Figura 6.2: Acceso denegado a 192.168.108.10

En otra ONU (con IP "192.168.108.11") se realiza la misma prueba. Dado que esta IP no posee denegado el acceso, en la figura 6.3 se muestra su acceso sin problema por medio de TELNET a la OLT.

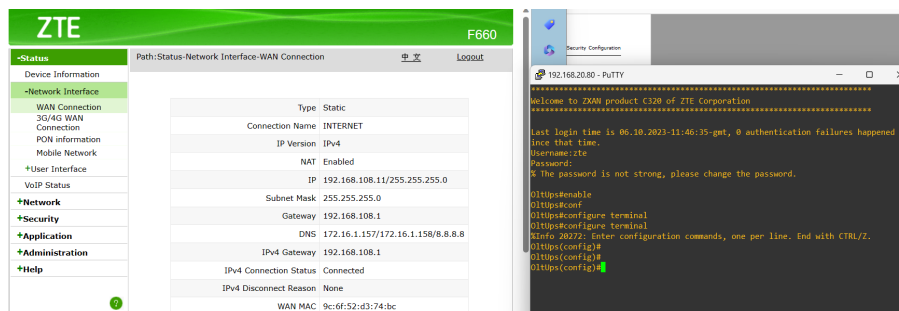


Figura 6.3: Acceso permitido a 192.168.108.11

Para eliminar las listas ACL y permitir el acceso sin restricciones, es necesario aplicar los comandos expuestos en la Tabla 6.4 (anteponer la palabra “no” al comando de creación de la ACL vista en tabla 6.1). Para comprobar, mediante PuTTY y se ingresa a la OLT, se observa (figura 6.4), que la IP “192.168.108.10” tiene acceso a la OLT.

Tabla 6.4: Eliminación del ACL estándar creado anteriormente

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# no acl standar number 1	Elimina la ACL numero 1
OltUps(config)#exit	

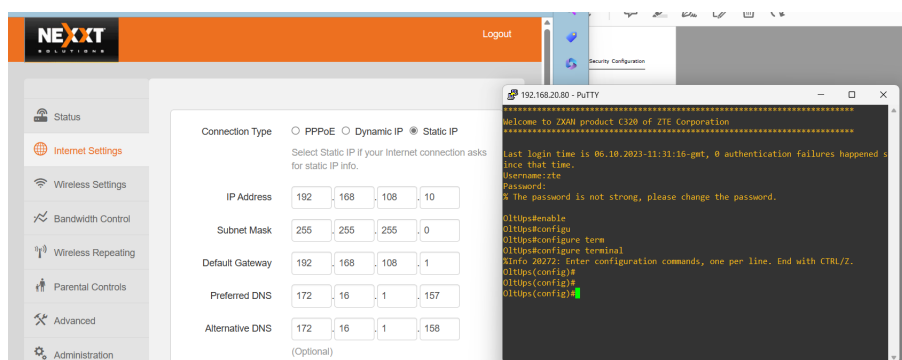


Figura 6.4: Acceso permitido a 192.168.108.10 al eliminar ACL

6.2. Protocolos de Acceso SSH y TELNET

Anteriormente, se usó TELNET para el acceso a la gestión de la OLT. Por otra parte, SSH “Secure Shell”, busca brindar comunicación segura entre dos sistemas, intentando diferenciarse con otros protocolos que vigentes como lo son FTP o TELNET. [15]

El acceso mediante TELNET en la OLT se habilita por defecto (figura 6.5). El posible el ingreso usando PuTTY por medio de TELNET.

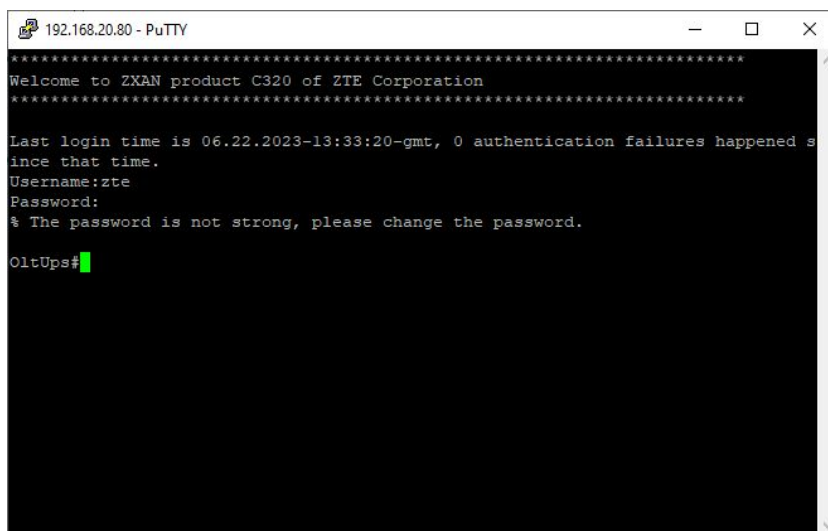


Figura 6.5: Acceso a la OLT por TELNET

La falta de seguridad de TELNET se puede apreciar al usar la herramienta “Wireshark” para capturar y filtrar los paquetes de este protocolo, como observa en la figura 6.6.

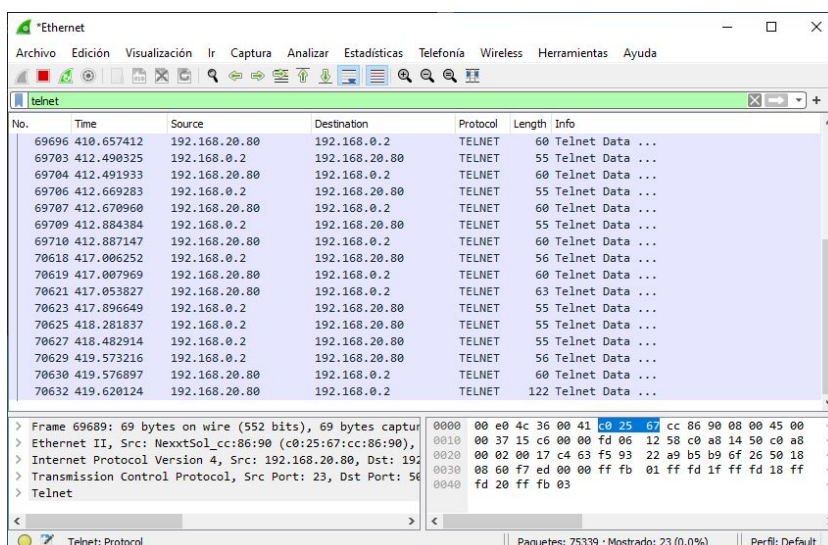


Figura 6.6: Captura de paquetes TELNET con Wireshark

Dentro de los paquetes (figura 6.7), se aprecia que los mensajes no están cifrados y se pueden leer sin ningún problema, siendo el mismo mensaje que al ingreso de la OLT visto en la figura 6.5.

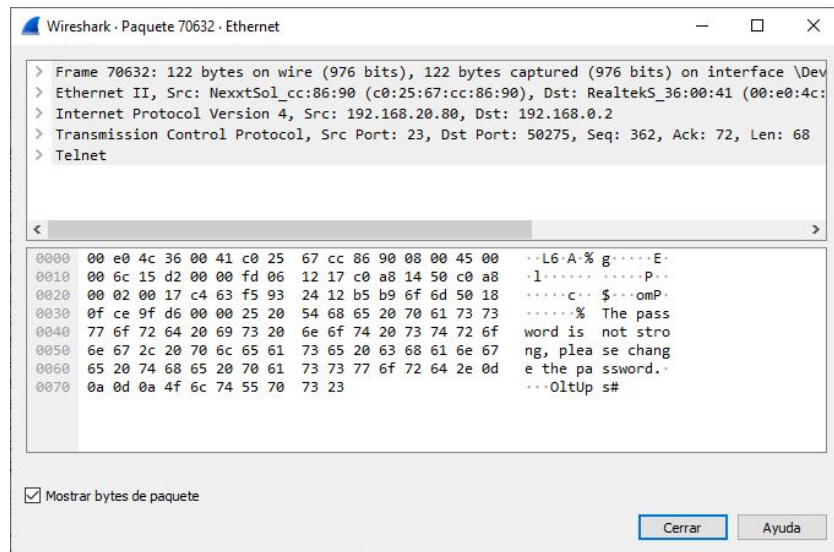


Figura 6.7: Mensaje descifrado de TELNET con Wireshark

La contraseña de acceso se puede ver en las figuras 6.8, 6.9 y 6.10 que justas muestran toda la contraseña. La figura 6.5 muestra el acceso por Telnet, demostrando así que TELNET no es seguro y es propenso a cualquier ataque de sniffeo.

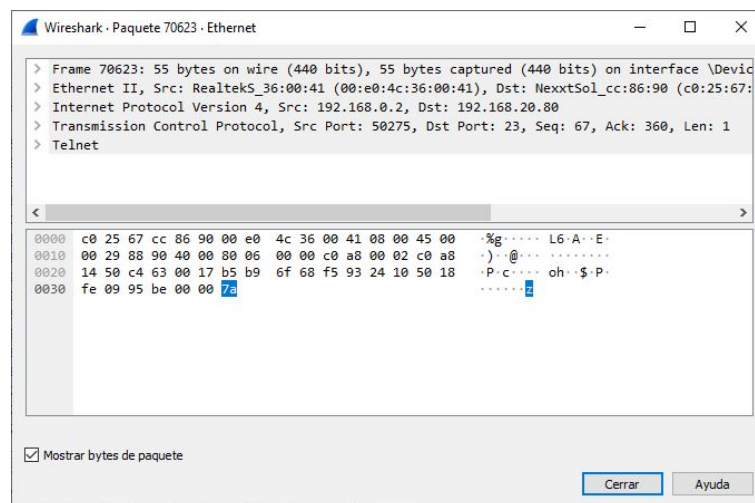


Figura 6.8: Captura de la contraseña con Wireshark parte 1

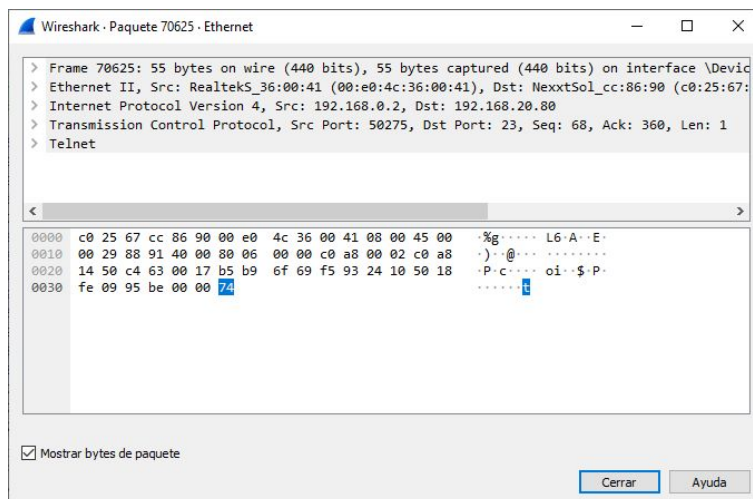


Figura 6.9: Captura de la contraseña con Wireshark parte 2

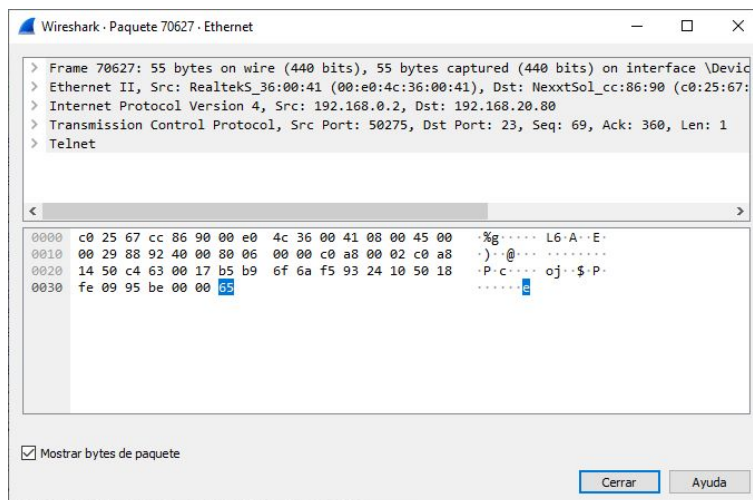


Figura 6.10: Captura de la contraseña con Wireshark parte 3

Para proteger y aumentar la seguridad de los accesos a la OLT es necesario el protocolo de acceso SSH (este protocolo está basado en la arquitectura cliente-servidor), siendo necesario la activación del servidor dentro de la OLT [15]. La activación se ilustra en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5: Configuración del Protocolo SSH en la OLT

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#ssh server enable	Activacion del servidor SSH
OltUps(config)#ssh server version 2	Configura la version de SSH
OltUps(config)#ssh server authentication mode local	Configura el modo de autenticacion SSH
OltUps(config)#ssh server authentication type pap	Configura el tipo de autenticacion SSH

Utilizándose nuevamente PuTTY, se realiza la conexión con SSH como se presenta en la figura 6.11 usando el puerto 22, ingresando en la OLT con el mismo usuario y contraseña (figura 6.12).

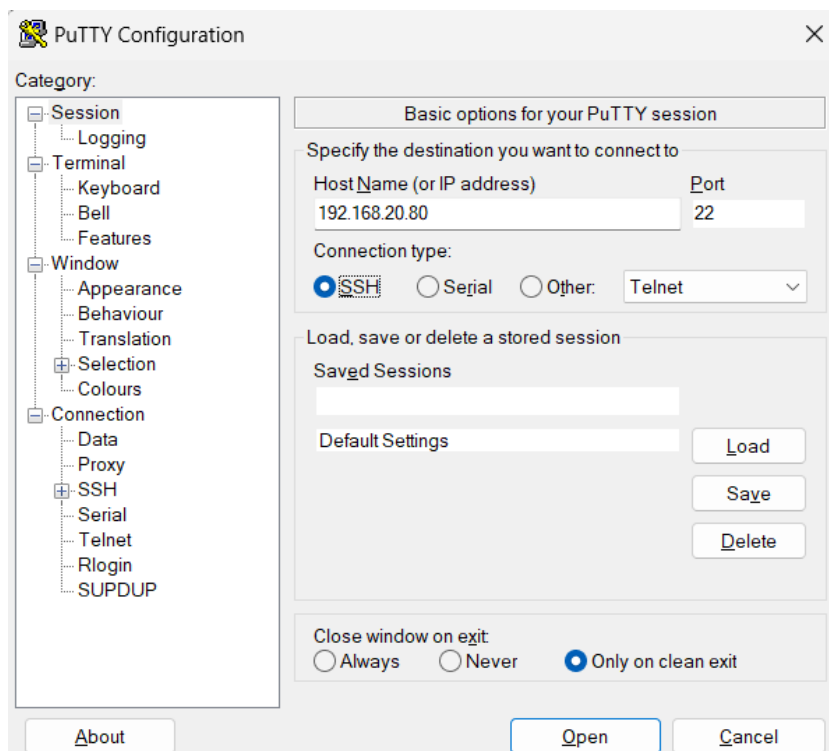


Figura 6.11: Ingreso por SSH en PuTTY a la OLT

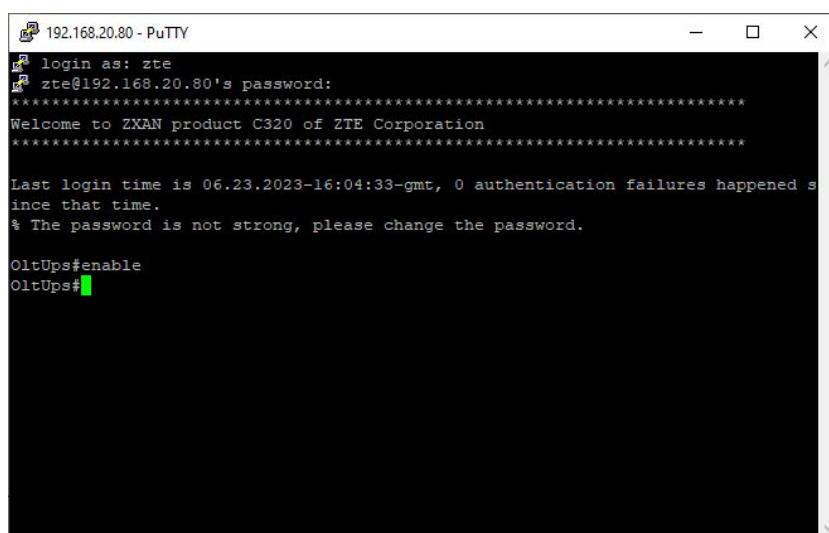


Figura 6.12: Ingreso a la OLT con SSH

Se utiliza Wireshark para sniffear los paquetes SSH observando lo expuesto en la figura 6.13. Al ingresar dentro de los paquetes se observa que los mensajes se

encuentran cifrados, siendo más complicado el descifrar el usuario y contraseña de ingreso a la OLT, así como los comandos que se ingresen (figura 6.14).

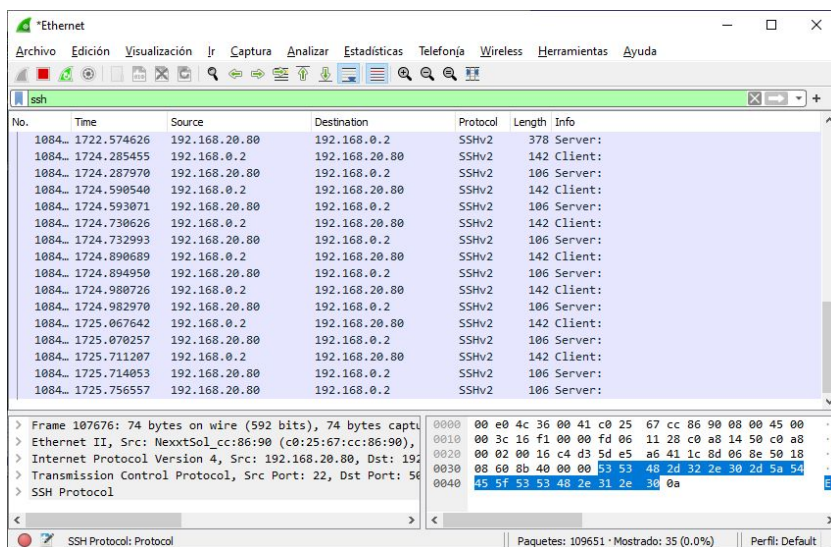


Figura 6.13: Captura del ingreso a la OLT con SSH mediante Wireshark

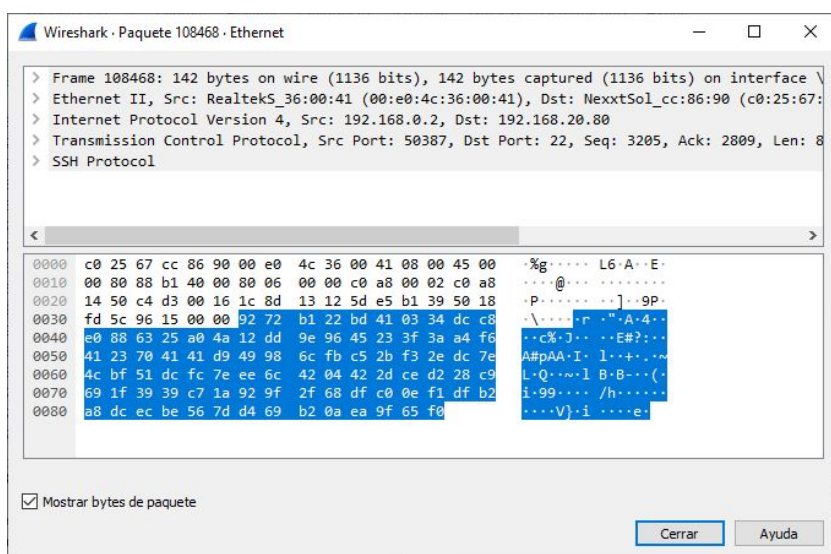


Figura 6.14: Mensaje con SSH mediante Wireshark

Al momento de configurar el servidor SSH, la OLT deshabilita el protocolo de TELNET. La Tabla 6.6 muestra la habilitación no exclusiva con el fin de tener los dos protocolos activos. Por otra parte, la tabla 6.7 muestra el comando necesario para deshabilitar el servidor SSH y mantener la OLT con el protocolo de conexión TELNET.

Tabla 6.6: Comando para TELNET y SSH juntos

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# no ssh server only	La OLT no usara solo SSH

Tabla 6.7: Comando para eliminar SSH

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# no ssh server enable	Elimina el servidor SSH de la OLT

Capítulo 7

Conclusiones y Trabajos Futuros

7.1. Conclusiones

- El desarrollo efectivo del estado del arte permitió apreciar que a pesar de que las tecnologías usadas en el desarrollo de este trabajo de titulación estén ya claramente desarrolladas y definidas, existe un amplio margen de trabajo dentro del área de las redes FFTH. La cantidad de posibles servicios a brindarse bajo este tipo de tecnología son en teoría infinita. El aprender como se brindan los servicios de datos y multimedia permite tener las bases para el desarrollo de nuevos posibles servicios que dentro de no mucho puedan revolucionar diversas áreas en las que todavía a día de hoy no se han aplicado las redes FTTH.
- Se logró gestionar y manejar servicios de datos y multimedia mediante la OLT ZTE ZXN 10 C320. Las configuraciones y conexión de equipos se realizaron dentro del ambiente controlado del laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana. Durante el desarrollo de la parte práctica del trabajo de titulación se observó que no basta únicamente con tener acceso al manual de los equipos para poder poner en alto el servicio en los equipos. Por el contrario, resulta de suma importancia un periodo de adaptación y familiarización física y teórica con los dispositivos de la red. El afianzamiento de aprendizaje que brinda la posibilidad de tener contacto directo con cada una de las partes que componen una red GPON, el poder realizar las distintas configuraciones, el conectar los equipos necesarios y verificar el

correcto funcionamiento de los servicios, deben constituir parte fundamental del desarrollo académico de los futuros ingenieros en Telecomunicaciones y a fines.

- La efectiva gestión y administración de usuarios dentro de la OLT permitió proporcionar los privilegios adecuados para cada situación en el manejo de la OLT. Los privilegios de cada usuario permiten que personas menos experimentadas en el manejo de estos equipos (estudiantes, técnicos) puedan tomar contacto y visualizar datos sin poner en riesgo el correcto funcionamiento de los servicios ya implementados. Además, permite a usuarios de mayores privilegios gestionar a los de menores de modo que un profesor pueda tener pleno control sobre lo que sus alumnos puedan o no realizar. En este aspecto, el software de gestión desarrollado por la ingeniera Karla Sánchez para la OLT ZTE ZXA 10 C320 representa una herramienta didáctica para comprender el manejo de la gestión de usuarios, NAPs y ONUs en la OLT. El uso de este tipo de software de terceros permitirá al estudiante familiarizarse con mayor facilidad a herramientas usadas en el ámbito profesional como SmartOLT.
- La correcta activación y uso de los protocolos de seguridad ya presentes dentro de la OLT permitió observar la importancia que estos tienen para asegurar el correcto funcionamiento de la red, evitando posibles “ataques” o uso indebido de la red. Esto se apreció con claridad al analizar el contenido de los paquetes que usaban el protocolo TELNET, en donde todo el contenido de los mensajes queda al descubierto (usuarios, contraseñas, comandos de configuración). Por otra parte, el uso del protocolo SSH brinda la seguridad necesaria para el manejo remoto de los equipos de red al mantener cifrado el contenido de los paquetes enviados entre los dispositivos. Otro método eficaz para gestionar la seguridad es el uso de las Listas de Control de Acceso (ACL), estas permiten delimitar por medio de dirección IP los posibles dispositivos de gestión de la OLT, permitiendo así el correcto acceso remoto únicamente a las direcciones permitidas, mientras que bloquea el tráfico hacia las no permitidas.
- Para el correcto desarrollo de las prácticas de laboratorio, la redacción se realizó de modo que lleven de la mano al estudiante durante el proceso de

aprendizaje y familiarización con los equipos, sin dejar del lado el desarrollo de las capacidades de razonamiento e investigación propias de un ingeniero. Para ello, dentro de las instrucciones de cada práctica se ejemplifica en su mayoría los procedimientos a seguir, mientras que en el desarrollo se insta a los estudiantes a desarrollar pasos extra, así como contestar preguntas que permitan evaluar el grado de entendimiento de los procedimientos realizados. Por otra parte, que consideró importante la inclusión extra de una práctica especialmente enfocada en el diagnóstico de los problemas más comunes dentro de una red FTTH. El poder identificar posibles roturas de fibras, desconexiones de los equipos y des-configuraciones de equipos son algunos de los temas que se pretendió abordar dentro de dicha práctica. Todas las prácticas en conjunto se elaboraron sistemáticamente con el fin de ser realizadas una detrás de otra, de modo que el aprendizaje del estudiante al realizarlas sea continuo y lineal al necesariamente relacionar conceptos de unas con otras de las prácticas.

7.1.1. Recomendaciones de Trabajos futuros

- El área de las redes FTTH es un campo ampliamente extendido y de prácticamente de uso diario (de manera directa o indirecta) para muchas personas. Dentro de este ámbito y con la creciente importancia de llevar el servicio de la manera más ecológica posible. Se propone el estudio de la optimización del consumo energético dentro de las redes FTTH.
- Dentro del área de la enseñanza y desarrollo de prácticas, se propone el desarrollo de prácticas que aborde los diferentes procedimientos que se pueden usar para configurar los routers de los usuarios finales (PPPoE, IP fija, DHCP, entre otros). Además de abordar las diferencias, ventajas y desventajas en la limitación de velocidad por medio del router de Borde, así como por medio de la OLT. También se propone el desarrollo de prácticas enfocadas exclusivamente en el manejo de firewall, puertos, enmascaramiento de IP (NAT), entre otros.
- En el ámbito del diagnóstico del funcionamiento del servicio, se puede abordar la creación de software capaz de recolectar la información requerida para

el diagnóstico automáticamente, además de llevar un registro que permita observar. Por ejemplo, dentro un ISP se puede tener constancia del mal funcionamiento de un equipo (reinicios constantes), de modo que se pueda ofrecer soluciones rápidas e inteligentes a usuarios.

Capítulo 8

Anexos

A continuación se incluyen las prácticas desarrolladas con base en los temas abordados en el Trabajo de Titulación.



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO /
TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA
DOCENTES**

CARRERA: TELECOMUNICACIONES /
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

1

TÍTULO PRÁCTICA: Configuración del servicio de internet

OBJETIVO GENERAL:

Configurar la OLT ZTE C320 para brindar servicio de acceso a internet a través de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar la disposición y principales características de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana.
2. Realizar la conexión exitosa entre terminales ONU, OLT y Router Mikrotik del Laboratorio de Telecomunicaciones a través de la red GPON de la UPS.
3. Distinguir los diferentes parámetros de configuración necesarios para brindar el servicio de acceso a datos por medio de una OLT.
4. Configurar adecuadamente los parámetros de servicio de datos en la OLT ZTE C320 y Router Mikrotik y ONUs de servicio en el laboratorio.

INSTRUCCIONES

(Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Verifique las especificaciones técnicas de los siguientes equipos:

- a) OLT ZTE C320
- b) ONU XPON
- c) Router de Borde Mikrotik CCR1036-8G-2S+
- d) Router Nexxt Nebula 300 Plus
- e) Splitters balanceados 1:8
- f) PatchCord SC/APC-SC/APC
- g) Cables de red RJ45
- h) Optical Power Meter

2. Identifique la disposición de los elementos y características de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana:

Revisar a través de los repositorios digitales de la universidad el apartado 2.3 de la tesis: "DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA DE UNA RED DE FIBRA OPTICA PARA EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA" e identifique el recorrido de la fibra óptica y la ubicación de las mangas y NAPs dentro del campus de la Universidad Politécnica Salesiana. Preste especial atención a los Anexos A (Planos de Construcción de la Red) y B (Diagramas Unifilares de la Red).

3. Conecte los equipos necesarios para la práctica dentro del laboratorio

Realice la conexión entre los equipos según se muestra en la Ilustración 1. Tome en cuenta que varias de las conexiones ya se encuentran realizadas (así como el hecho de que algunas secciones no son accesibles como lo es el primer nivel de splitteo). Asegúrese del buen estado de los conectores de fibra óptica usados mediante el microscopio electrónico del laboratorio y use los limpiadores en caso de ser necesario. Por otra parte, verifique la correcta conexión de los cables RJ45, cuidado que no queden sueltos.

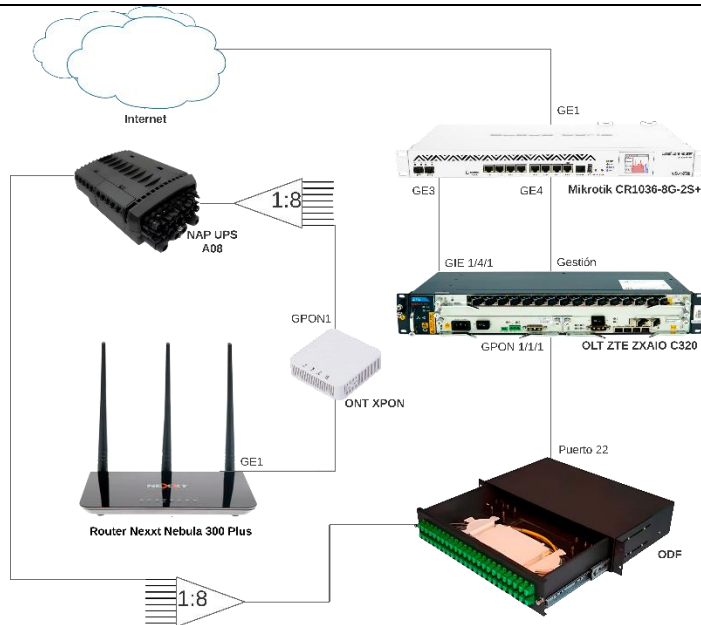


Ilustración 1 Diagrama de conexiones para brindar el servicio de internet a través de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana.

Antes de realizar la conexión desde la NAP hacia la ONU verifique la potencia óptica obtenida mediante el uso del Optical Power Meter. Asegúrese que los valores se encuentren dentro del rango de sensibilidad de la ONU.

4. Realice las configuraciones necesarias en los equipos para brindar servicio de datos a través de la OLT ZTE C320.

Realice la adición del perfil de ONU para tomando en cuenta las características de la ONU XPON.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon	Ingreso al pon
OltUps(config-pon)#onu-type xPON-P1 gpon description 1ETH	Declara las características de la ONU
OltUps(config-pon)#onu-type-if xPON-P1 eth_0/1	Declara los puertos ethernet

Muestre la ONU conectada sin configurar mediante el comando: `show gpon onu uncfg gpon-olt_1/1/1` para poder obtener el número de serie de la ONU. A continuación realice el registro de la misma como se indica:

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-olt_1/1/1	Ingreso al puerto gpon 1/1/1
OltUps(config-if)#onu 2 type xPON-P1 SN DD16E6390FC6	Declara el número de onu, un tipo de perfil y el número de serie de la onu (el SN cabiará dependiendo del equipo usado).
OltUps(config-if)#exit	

Registre el nombre y ubicación de la ONU:

Comando	Descripción
---------	-------------

OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/1:2	Ingres a la ONU 2
OltUps(config-if)#name Cliente_P1	Declara un nombre a la ONU
OltUps(config-if)#description NAP:A08	Declara la NAP en la que se encuentra la ONU
OltUps(config-if)#exit	

A continuación, se procede a configurar los parámetros dentro de la OLT para brindar el servicio de internet. Tome en cuenta que el router de borde mikrotik debe ya estar configurado para brindar internet a la OLT a través de la VLAN 100 (La configuración se encuentra ya realizada por defecto dentro del laboratorio).

Cree 2 o más perfiles T-CONT:

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso al gpon
OltUps(config-gpon)#profile tcont 25M type 2 assured 25000	Crea el perfil tcon de 25M

Asigne la VLAN, perfil T-CONT y Gem Port a la ONU:

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/1:2	Ingreso a la ONU 2
OltUps(config-if)#tcont 1 profile 25M	Declara un perfil tcon a la ONU
OltUps(config-if)#gempport 1 tcont 1	Declara una gempport a la tcont 1
OltUps(config-if)#service-port 1 vport 1 user-vlan 100 vlan 100	Configuración puerto de servicio y asignación de la VPORT a la VLAN 100
OltUps(config-if)#exit	

Configure la ONU para poner en alto el servicio de internet:

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon-onu-mng gpon-onu_1/1/1:2	Ingreso a la ONU en en la interfaz 1/1/1
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:2)#service INTERNET gempport 1 vlan 100	Especifica el gempport para configurar el servicio de Internet y asociarlo con la VLAN 100.
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:2)#wan-ip mode static ip-profile static100 ip-address 192.168.108.10 mask 255.255.255.0 vlan-profile VLAN100	Asigna un perfil de IP, establece una dirección y mascara, además asocia el perfil a la VLAN 100.
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:2)#dhcp-ip ethuni eth_0/1 from-onu	Activa el servicio de DHCP

OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:2)#vlan port eth_0/1 mode tag vlan 100 pri 0	Configuración del puerto eth 0/1 para recibir y enviar tráfico de la VLAN 100.
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:2)#exit	
OltUps(conf)#exit	
OltUps#write	

Cree el perfil de velocidad dentro de la ONT:

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#traffic-profile <i>UP_DOWN_25M ip cir 0 pir 25000</i>	Crea el perfil de trafico de 25 Mbps
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/1:2	Ingreso a la ONU 2
OltUps(config-if)#traffic-profile <i>UP_DOWN_25M vport 1 direction egress</i>	Asigna la velocidad de subida en 25 Mbps
OltUps(config-if)#traffic-profile <i>UP_DOWN_25M vport 1 direction ingress</i>	Asigna la velocidad de bajada en 25 Mbps
OltUps(config-if)#exit	

En caso de ser necesario consulte el manual de los equipos para obtener más información sobre el funcionamiento de estos, así como de configuraciones extra de los mismos.

Configure el router next como bridge, así como la WAM IP (utilice las IP que asignó desde la OLT). En este caso se está utilizando una IP estática para realizar la conexión. El modo de acceso a la configuración del equipo dependerá del modelo y fabricante, en este caso se realiza mediante una dirección IP tal como se mira en la Ilustración 2

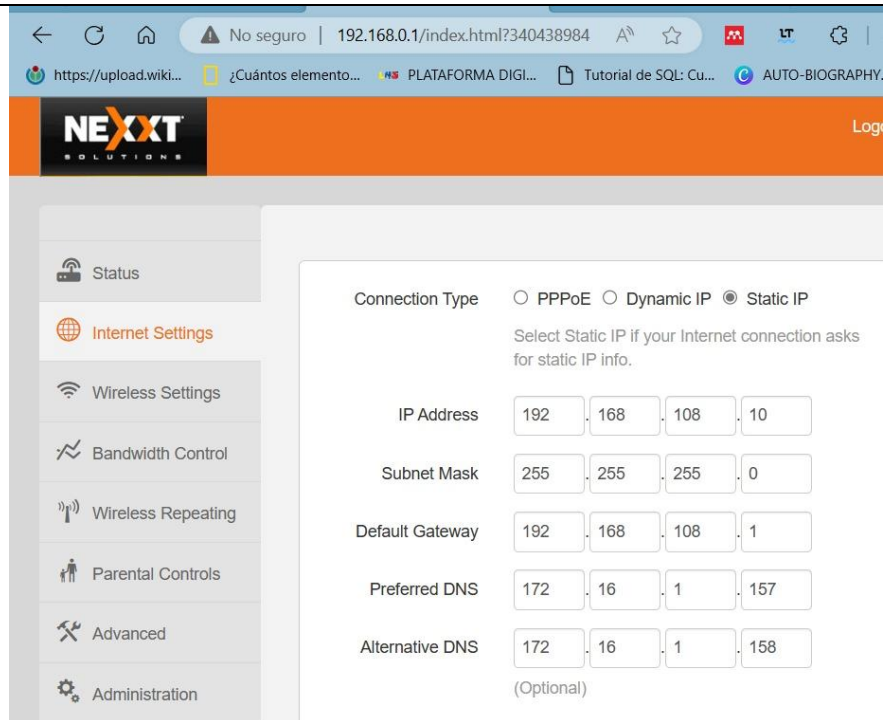


Ilustración 2 Configuración de la IP del Router Nexxt.

5. Verifique el correcto funcionamiento del servicio de internet en la ONU.

Verifique la capacidad para navegar por internet de los equipos conectados al router nexxt. Además, realice una prueba de Velocidad en la dirección <https://fast.com/es/> y compruebe la velocidad asignada al enlace.

6. Elimine las configuraciones de los equipos.

Elimine la configuración de los equipos utilizando como modificador la palabra “no” en los comandos introducidos previamente en la OLT.

7. Genere conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos en la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. LISTADO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Verifique las especificaciones técnicas de los equipos mencionados en el punto 1 de las instrucciones. Realice tablas con las principales características de cada uno.

2. MARCO TEÓRICO

Profundice en cada uno de los siguientes conceptos:

- Redes de tecnología GPON
- T-CONT (Transmission Container)
- DBA (Dynamic Bandwidth Allocation)
- GEM Port (GPON Encapsulation Method Port)
- VLAN (Virtual LAN)
- OLT
- ONT (ONU)
- FTTH

3. EXPERIMENTACIÓN

Realice la conexión entre los equipos como se ilustró en el punto 3 de la sección de Instrucciones y documente el proceso de manera fotográfica. Coloque la descripción de cada una de las imágenes y su posicionamiento dentro de diagrama presente en la Ilustración 1. Antes de realizar la conexión desde la NAP hacia la ONU verifique el valor de potencia de llegada desde la OLT y compárelo con el de sensibilidad de la ONU utilizada (tome en cuenta las longitudes de onda de trabajo de la OLT e identifique en qué longitud de onda obtiene potencia y el por qué).

Potencia en dB a la salida de la NAP	Sensibilidad de la ONU

Longitud de onda Medida (nm)	¿Por qué en esa longitud de onda?

Efectúe el registro de un nuevo perfil de la ONU, muestre una captura del perfil creado con el comando: `show onu-type gpon "nombre del perfil creado"`:

Incluya una captura de la ONU sin configurar descubierta por la OLT, use: `show gpon onu uncfg gpon-olt_1/1/1`

Después de Agregar la ONU muestre su estado y sus características mediante: `show gpon onu state gpon-olt_1/1/1` y `show gpon onu detail-info gpon-onu_1/1/1:2` (tome en cuenta el número de la ONU agregada).

Realice las configuraciones pertinentes en la OLT para brindar el servicio de internet. Cree como mínimo 2 perfiles T-CONT de diferente tipo y distinta velocidad asignada y explique para qué tipo de servicio se utilizaría dicho tipo de perfil. Incluya una captura mostrando los perfiles T-CONT creados (`show gpon profile tcont`).

Nombre del perfil T-CONT	Tipo de perfil	Uso del perfil

Muestre el perfil de trafico creado utilizando el comando: `show traffic-profile name UP_DOWN_25` (utilice el nombre que utilizó para la creación del perfil).

Verifique la operación del servicio de internet, incluya capturas de navegación, así como una prueba de velocidad que verifique el perfil de red creado.

Finalmente elimine las configuraciones realizadas utilizando el modificador "no" en los comandos utilizados previamente para la configuración. Tome en cuenta que no todos los comandos se aceptarán de esta manera, investigue la manera correcta de eliminar las configuraciones.

CONCLUSIONES:

-

RECOMENDACIONES:

-

REFERENCIAS:



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO /
TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA
DOCENTES**

CARRERA: TELECOMUNICACIONES /
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

2

TÍTULO PRÁCTICA: Configuración de servicios multimedia y de datos.

OBJETIVO GENERAL:

Configurar la OLT ZTE C320 para brindar los servicios multimedia y de datos a través de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Establecer un servidor IPTV que pueda transmitir su contenido a través de un router de borde.
2. Configurar reglas en el firewall del router Mikrotik para separar servicios en una red gpon.
3. Configurar una ONU ZTE para proporcionar servicios en diferentes puertos de salida.

INSTRUCCIONES

1. Verifique las especificaciones técnicas de los siguientes equipos y elementos de software:

- a) Router ZTE F660
- b) Servidor NGINX
- c) OBS
- d) VLC Player
- e) RTMP

2. Conecte los equipos necesarios para la práctica dentro del laboratorio

Realice la conexión entre los equipos según se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Tome en cuenta que varias de las conexiones ya se encuentran realizadas (así como el hecho de que algunas secciones no son accesibles como lo es el primer nivel de splitter). Asegúrese del buen estado de los conectores de fibra óptica usados mediante el microscopio electrónico del laboratorio y use los limpiadores en caso de ser necesario. Por otra parte, verifique la correcta conexión de los cables RJ45, cuidado que no queden sueltos.

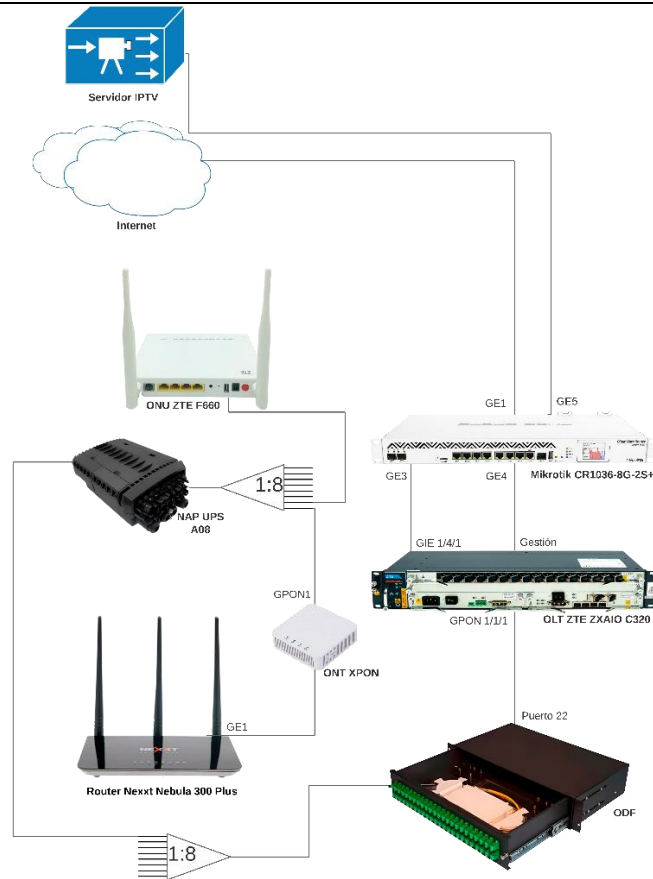


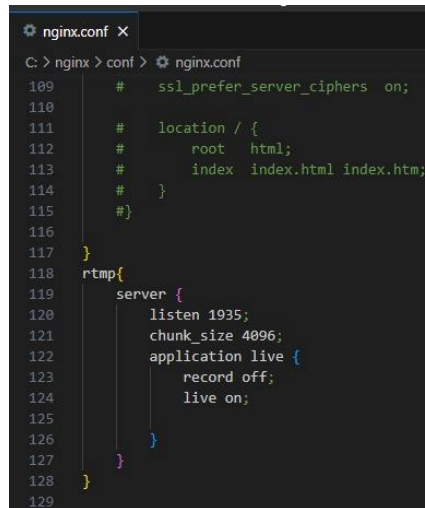
Ilustración 1 Diagrama de conexiones para brindar servicios multimedia a través de la red GPON de la Universidad Politécnica Salesiana.

Antes de realizar la conexión desde la NAP hacia la ONU verifique la potencia óptica obtenida mediante el uso del Optical Power Meter. Asegúrese que los valores se encuentren dentro del rango de sensibilidad de la ONU.

3. Configure el servidor de IPTV para transmitir el contenido de su elección

Instale el servidor NGINX en su servidor y configúrelo para tener soporte a RTMP con el puerto de escucha en el puerto 1935 (puerto por defecto). Un ejemplo de este tipo de configuración se muestra en la ilustración 2 en donde se presenta el contenido de un

archivo de configuración de NGINX con la configuración necesaria. Posteriormente deberá ejecutar el servidor y mantenerlo activo para los siguientes pasos.



```
nginx.conf x
C: > nginx > conf > nginx.conf
109 # ssl_prefer_server_ciphers on;
110
111 # location / {
112 #     root html;
113 #     index index.html index.htm;
114 # }
115 #}
116
117 }
118 rtmp{
119     server {
120         listen 1935;
121         chunk_size 4096;
122         application live {
123             record off;
124             live on;
125         }
126     }
127 }
128 }
129 }
```

Ilustración 2 Configuración del servidor NGINX para soporte RTMP y escucha en puerto seleccionado.

Instale y configure un programa para la gestión de la transmisión. La ilustración 3 presenta un ejemplo de la configuración necesaria en el software OBS para realizar transmisiones usando el protocolo RTMP, para ello tenga en cuenta la dirección IP de su servidor, así como el uso de la fuente de video de su elección.

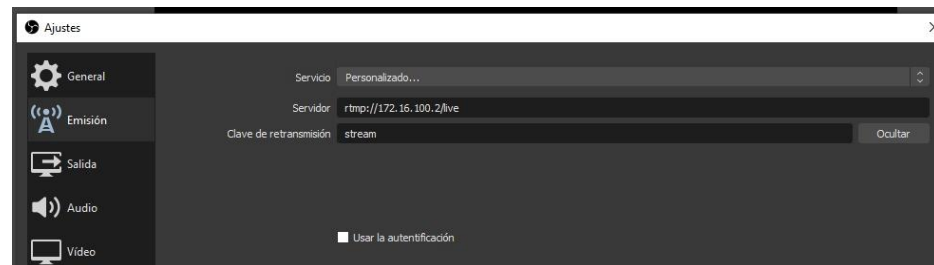


Ilustración 3 Configuración de OBS para realizar transmisiones por RTMP.

4. Configure el router Mikrotik para tener conexión con el servidor IPTV, así como la separación del contenido de las VLAN de los servicios.

Configure un router Mikrotik como router de borde para poder brindar el servicio de datos (internet) e IPTV. Para ello configure las interfaces a las que está conectados el "Proveedor internacional" y uno o más servidores de video (agregue direcciones IP y las configuraciones que crea sean necesarias). Configure las VLANs de servicio en la interfaz del router que va a proveer los datos hacia la OLT. La ilustración 4 muestra a la interfaz ETH3 como salida hacia la OLT, dentro de ella se declaran las VLAN 100 y 500 para los servicios de datos e IPTV respectivamente. La ilustración 5 presenta un ejemplo de configuración de IPs en las diferentes interfaces, preste especial atención a la IP que asigna a las VLAN ya que está se utilizará más adelante para poder enlazar las ONUs.

Interface	Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx
R	ENLACE	Bridge	1500	1580		2.7 kbps
...	LAN OFICINA					
R	bridge OFICINA	Bridge	1500	1580		160.3 kbps
X	bridge-IPTV	Bridge				0 bps
...	ENTRADA INTERNET [eth1]					
R	ether1 WAN	Ethernet	1500	1580		14.2 kbps
...	ADMINISTRACION [eth2]					
R	ether2 ADMIN ...	Ethernet	1500	1580		2.7 kbps
...	SALIDA [eth3]					
R	ether3 SALIDA ...	Ethernet	1500	1580		2.5 Mbps
R	VLAN100	VLAN	1500	1576		3.6 kbps
R	VLAN500	VLAN	1500	1576		2.5 Mbps
...	IPTV_SERVER[eth4]					
R	ether4 IPTV-P2	Ethernet	1500	1580		225.8 kbps
...	EJEMPLO-PROV-INTERNACIONAL[eth5]					
RS	ether5 -EJEMP...	Ethernet	1500	1580		5.8 kbps
...	LAN OFICINA [eth6]					
RS	ether6 BRIDGE	Ethernet	1500	1580		163.5 kbps
...	LAN OFICINA [eth7]					
S	ether7 BRIDGE	Ethernet	1500	1580		0 bps
...	LAN OFICINA [eth8]					
S	ether8 Radio E...	Ethernet	1500	1580		0 bps
R	sfp-sfpplus1 A...	Ethernet	1500	1580		1808 kbps
	sfp-sfpplus2	Ethernet	1500	1580		0 bps

Ilustración 4 Configuración de las Interfaces (Adición de VLANs de servicio en la interfaz de salida a la OLT)

Address	Network	Interface
...	Radio Enlace	
X	172.16.10.1/24	ether2 ADMIN OLT
	172.16.11.16/25	ether1 WAN
...	SERVIDOR_IPTV	
	172.16.100.1/30	ether4 IPTV-P2
...	IP GATEWAY LABORATORIO CISCO	
	172.16.101.1/24	sfp-sfpplus1 A CISCO
D	172.16.101.184/...	sfp-sfpplus1 A CISCO
...	Gestión en la eth4	
X	192.168.0.1/24	ether4 IPTV-P2
...	LAN Administracion	
	192.168.20.1/24	ether2 ADMIN OLT
...	LAN IPTV	
X	192.168.50.1/24	bridge-IPTV
...	VLAN500	
	192.168.50.1/24	VLAN500
...	LAN OFICINA	
	192.168.100.1/24	bridge OFICINA
...	LAN VLAN 100	
	192.168.108.1/24	VLAN100

Ilustración 5 Ejemplo de configuración de direcciones IP de las interfaces y VLANs para el servicio.

Ya que se está usando las dos VLANs en la misma interfaz, configure reglas de Firewall para segmentar los datos entre las dos. Un ejemplo de esto se muestra en la ilustración 6 en donde se bloquea el envía de una hacia otra (existen diferentes modos para realizar esta segmentación, utilice el de su elección).

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inte
0	X	pas...	unused-hs...					
1	X	drop	forward					ether4
2	X	drop	forward					ether1

Ilustración 6 Reglas de Firewall para segmentación de servicios.

5. Configure la OLT para brindar el servicio de IPTV.

Para poder brindar el servicio de IPTV a través de la VLAN 500 se debe crear un perfil de IP que tenga como gateway la IP de la VLAN. En la tabla a continuación el perfil recibe el nombre de "staticIPTV".

Comando	Descripción
---------	-------------

OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso a gpon
OltUps(config)#onu profile ip staticIPTV gateway 192.168.50.1	Crea el perfil IP staticIPTV
OltUps(config-if)#exit	

Es necesario crear un perfil de tráfico para el servicio de IPTV, para ello se utilizan los comandos de la tabla a continuación, en este caso se crea un perfil con 10Mbps del tipo 3 con 5Mbps asegurados y un máximo de 10Mbps.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso a configuración gpon
OltUps(config-gpon)#profile tcont 10M type 3 assured 5000 maximum 10000	Crea el perfil tcon de 10Mbps.

Adición y configuración de la VLAN 500 en un perfil de ONU.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#gpon	Ingreso al gpon
OltUps(config-if)#onu profile vlan VLAN500 tag-mode tag cvlan 500 pri 7	Crea el perfil de VLAN 500

Creación del perfil de ONU para la ZTE F660, en esta parte se describen las características de la ONU para su correcto funcionamiento. Este paso se realiza una única vez por cada modelo de ONU.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon	Ingreso al pon
OltUps(config-pon)#onu-type ZTE-F660 gpon description 4ETH, 1POTS max-tcont 7 max-gemport 32 max-switch-perslot 1 max-flow-perswitch 32	Declara las características de la ONU
OltUps(config-pon)#onu-type-if ZTE-F660 eth_0/1-4	Declara los puertos ethernet
OltUps(config-pon)#onu-type-if ZTE-F660 pots_0/1	Declara el puerto pots

Una vez conectada la ONU deberá encontrar su SN mediante “show gpon onu uncfg” para poder añadirla. Para el registro se utiliza:

Comando	Descripcion
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-olt_1/1/1	Ingreso al puerto gpon 1/1/1

OltUps(config-if)#onu 3 type ZTE-F660 SN ZTEGC95B6A07	Declara la ONU a un tipo y a un perfil
OltUps(config-if)#exit	

Una vez registrada la ONU se asigna un perfil de servicio a la misma, así como la VLAN del servicio.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#interface gpon-onu_1/1/1:3	Ingreso a la ONU 3
OltUps(config-if)#tcont 2 profile 10M	Declara un perfil tcon a la ONU
OltUps(config-if)#gempport 2 tcont 2	Declara una gempport a la tcont 2
OltUps(config-if)#service-port 2 vport 2 user-vlan 500 vlan 500	Configuración puerto de servicio y asignación de la VPORT a la VLAN 500
OltUps(config-if)#exit	

Para finalizar es necesario configurar la ONU de manera remota en lo referente a la asignación de direcciones IP y puertos de servicio.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#pon-onu-mng gpon-onu_1/1/1:3	Ingreso a la ONU en en la interfaz 1/1/1
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:3)#service IPTV gempport 2 vlan 500	Especifica el gempport para configurar el servicio de IPTV y asociarlo con la VLAN 500.
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:3)#wan-ip 2 mode static ip-profile staticIPTV ip-address 192.168.50.10 mask 255.255.255.0 vlan-profile VLAN500	Asigna un perfil de IP, establece una dirección y mascara, además asocia el perfil a la VLAN 500.
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:3)#exit	
OltUps(conf)#exit	
OltUps#write	

6. Configuración del router ZTE F660.

Debe configurar el la ONU/Router de modo que tenga acceso al servicio de IPTV, para ello debe asignas la IP y VLANs necesarias en la configuración del equipo. Un ejemplo de esta configuración se muestra en las ilustraciones 7 y 8.

Connection Name
 New Connection Name
 Enable VLAN
 VLAN ID
 802.1p
 Type
 Service List
 MTU
 Link Type
 IP Version
 IP Type

IPv4
 Enable NAT
 IP Address
 Subnet Mask
 Gateway
 DNS Server1 IP Address
 DNS Server2 IP Address
 DNS Server3 IP Address

Ilustración 7 Configuración del router ZTE F660 para el servicio de IPTV.

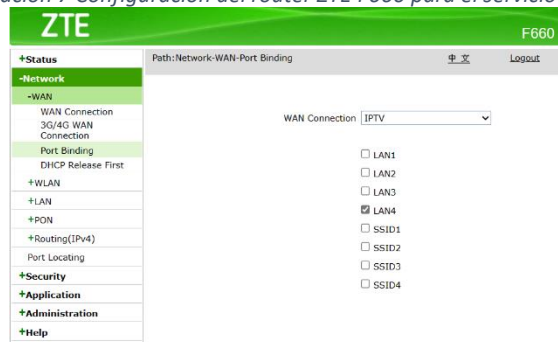


Ilustración 8 Configuración de la Interfaz LAN 4 para brindar el servicio de IPTV únicamente en ella.

6. Verifique el correcto funcionamiento del servicio de datos e IPTV.

Utilice el reproductor VLC Player para acceder al servicio de IPTV desde la ONU configurada. Para ello en la sección de reproducción seleccione la reproducción en red e introduzca la dirección IP de su servidor de IPTV. Lo anterior se ejemplifica en las ilustraciones 9 y 10.

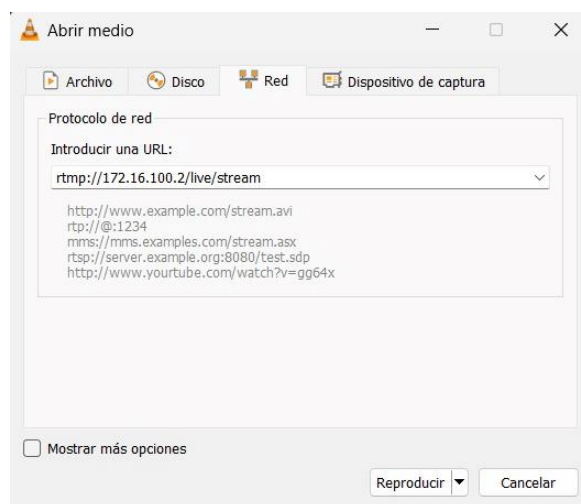


Ilustración 9 Reproducción en red mediante VLC Player.

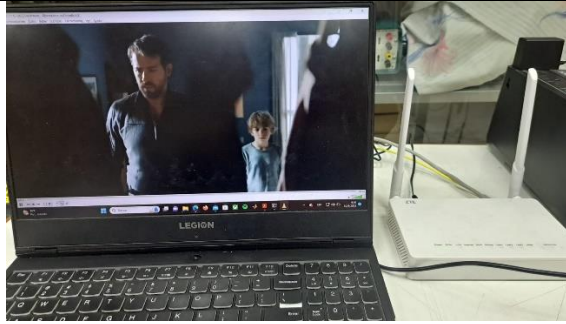


Ilustración 10 Reproducción del contenido en una computadora con acceso a la LAN 4 del router.

7. Implemente el servicio de datos (internet) en el resto de las interfaces del router.

Para implementar el servicio de datos en el resto de las interfaces, deberá añadir los perfiles correspondientes con la VLAN de datos (100) en la ONU desde la OLT, además de configurar el router para poder brindar este servicio. Para ello utilice como base la practica anterior.

Connection Name

New Connection Name

Enable VLAN

VLAN ID

802.1p

Type

Service List

MTU

Link Type

IP Version

IP Type

IPv4

Enable NAT

IP Address

Subnet Mask

Gateway

DNS Server1 IP Address

DNS Server2 IP Address

DNS Server3 IP Address

Ilustración 11 Configuración del router ZTE para el servicio de datos.

ZTE F660

Path: Network-WAN-Port Binding

WAN Connection

- LAN1
- LAN2
- LAN3
- LAN4
- SSID1
- SSID2
- SSID3
- SSID4

Ilustración 12 Configuración de interfaces del router zte para brindar internet en el resto de sus interfaces.

7. Elimine las configuraciones de los equipos.

Elimine la configuración de los equipos utilizando como modificador la palabra “no” en los comandos introducidos previamente en la OLT, así como las configuraciones de las ONU y Routers.

8. Genere conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos en la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. LISTADO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Verifique las especificaciones técnicas de los equipos mencionados en el punto 1 de las instrucciones. Realice tablas con las principales características de cada uno.

2. MARCO TEÓRICO

Profundice en cada uno de los siguientes conceptos:

- IPTV
- Servicios suministrables en una red GPON

3. EXPERIMENTACIÓN

Realice la conexión entre los equipos como se ilustró en el punto 3 de la sección de Instrucciones y documente el proceso de manera fotográfica. Configure el servidor de video con la fuente de video de su elección como se presenta en la sección 3 de las instrucciones. Posteriormente siga los pasos dados en la sección 4 de las instrucciones para configurar el router de borde Mikrotik. Utilice como base los comandos expuestos en la sección 5 de las instrucciones para añadir la ONU y configurar el servicio de IPTV y verifique el funcionamiento del servicio como se muestra en la sección 6.

Conteste las siguientes preguntas:

¿Qué sucede en el tráfico de la VLAN 100 en el router de borde cuando se consume el servicio de IPTV? (incluya capturas del tráfico)

¿Qué sucede en el tráfico de la VLAN 500 en el router de borde cuando se consume el servicio de IPTV? (incluya capturas del tráfico)

Habilite otros puertos de router para el servicio de IPTV y conecte otro cliente al servicio, muestre como aumenta el tráfico en al VLAN 500.

Implemente el servicio de datos (internet) dentro del mismo router ZTE en las interfaces faltantes y conteste las siguientes preguntas:

¿Qué sucede en el tráfico de la VLAN 100 en el router de borde cuando se utiliza el servicio de internet? (incluya capturas del tráfico)

¿Qué sucede en el tráfico de la VLAN 500 en el router de borde cuando se utiliza el servicio de internet? (incluya capturas del tráfico)

Elimine las reglas de firewall que implementó en el router de borde.

¿Qué sucede en el tráfico de la VLAN 500 en el router de borde cuando se utiliza el servicio de internet? (incluya capturas del tráfico)

¿Qué sucede en el tráfico de la VLAN 100 en el router de borde cuando se consume el servicio de IPTV? (incluya capturas del tráfico)

Explique los resultados anteriores y la importancia que tiene el mantener un correcto manejo y separación de los servicios para un ISP.

CONCLUSIONES: <ul style="list-style-type: none">•
RECOMENDACIONES: <ul style="list-style-type: none">•
REFERENCIAS:



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO /
TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA
DOCENTES**

CARRERA: TELECOMUNICACIONES /
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

3

TÍTULO PRÁCTICA: Diagnóstico de problemas en el servicio del usuario.

OBJETIVO GENERAL:

Comprender los principales medios de diagnóstico de problemas en el servicio de un usuario final.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar las principales alertas de las ONUs dentro de la OLT.
2. Comprender los problemas más comunes que puede experimentar un usuario en su servicio de internet.

INSTRUCCIONES

1. Verifique el significado de los siguientes términos en las alarmas de una ONT:

- a) DyingGasp
- b) LOS
- c) reboot

2. Conecte los equipos necesarios para la práctica dentro del laboratorio

Conecte y configure los equipos de modo que se brinde servicio de internet a una ONU dentro del laboratorio de telecomunicaciones.

3. Identifique los principales comandos para obtener información del funcionamiento de las ONU e interfaces de las OLT.

El comando necesario para obtener información sobre las alertas y estado de la ONUs se muestra a continuación. El resultado se muestra en la Ilustración 1 en donde la sección “Phase state” muestra el estado de la ONU. Al final se encuentra un historial de las alarmas más recientes de la ONU.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# show gpon onu detail-info gpon-onu_1/1/1:2	Muestra la información que reporta la ONU a la OLT

```

ONU interface:      gpon-onu_1/1/1:2
Name:              ClienteDemost
Type:              xPON-Pl
State:             ready
Configured channel: auto
Current channel:   1(GPON)
Admin state:       enable
Phase state:       working
Config state:      success
Authentication mode: sn
SN Bind:           enable with SN check
Serial number:     DD16E6390FC6
Password:
Description:       NAP:A8
Vport mode:        gempport
DBA Mode:          Hybrid
ONU Status:        enable
OMCI BW Profile:
Line Profile:      N/A
Service Profile:   N/A
ONU Distance:      195m
Online Duration:   0h 00m 11s
FEC:               none
FEC actual mode:   N/A
LPPS+ToD:         disable
Auto replace:      disable
Multicast encryption: disable
Multicast encryption current state: N/A

```

```

-----
Authpass Time      OfflineTime      Cause
1 2023-08-14 14:13:04 2023-08-22 12:37:47 DyingGasp
2 2023-08-22 12:38:31 0000-00-00 00:00:00
3 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
4 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
5 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
6 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
7 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
8 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
9 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
10 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00

```

Ilustración 1 Información de una ONU.

Los comandos necesarios para evaluar la potencia óptica recibida por la ONU desde la OLT (y la recibida en la OLT desde la ONU). Por otra parte, las Ilustración 2 e Ilustración 3 presentan las respectivas potencias desde la OLT y ONU. Note que este valor es en suma importante ya que debe de encontrarse dentro de la sensibilidad de la ONU y OLT para poder ofrecer un servicio de manera correcta.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# show pon power attenuation gpon-onu_1/1/1:2	Muestra la potencia óptica de emisión y recepción de la ONU
OltUps(config)# show pon power onu-rx gpon-onu_1/1/1:2	Muestra la potencia óptica de recepción de la ONU

```

OltUps(config)#show pon power attenuation gpon-onu_1/1/1:2
-----
          OLT              ONU              Attenuation
up      Rx :-20.393 (dbm)   Tx:1.518 (dbm)   21.911 (dB)
down    Tx :3.636 (dbm)    Rx:-21.730 (dbm) 25.366 (dB)

```

Ilustración 2 Potencia óptica recibida en la ONU y en la OLT.

```
OltUps(config)#show pon power onu-rx gpon-onu_1/1/1:2
Onu                Rx power
-----
gpon-onu_1/1/1:2  -21.800 (dbm)
```

Ilustración 3 Potencia óptica recibida en la ONU.

El reboot de una ONU es necesario ya que al ser un equipo electrónico tiende a tener problemas con largos periodos de tiempo encendido (memoria caché llena, sobrecalentamiento, etc). El comando necesario para realizar un reboot de una ONU se muestra en la siguiente tabla. La Ilustración 4 muestra el historial de diversas alarmas de una ONU, se aprecia alarmas de apagado, error en la recepción óptica y reboot.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# pon-onu-mng gpon-onu_1/1/1:2	Entra a configuración de la ONU
OltUps(gpon-onu_1/1/1:2)# reboot	Realiza un reboot de la ONU

```
Authpass Time      OfflineTime      Cause
1 2023-08-14 14:13:04 2023-08-22 12:37:47 DyingGasp
2 2023-08-22 12:38:31 2023-08-22 12:41:29 DyingGasp
3 2023-08-22 12:43:21 2023-08-22 12:43:54 DyingGasp
4 2023-08-22 12:46:11 2023-08-22 12:47:47 LOSi
5 2023-08-22 12:51:08 2023-08-22 12:53:01 LOSi
6 2023-08-22 12:53:29 2023-08-22 13:00:47 Reboot
7 2023-08-22 13:01:19 0000-00-00 00:00:00
8 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
9 0000-00-00 00:00:00 0000-00-00 00:00:00
--More--
```

Ilustración 4 Alarmas en la ONU.

Para verificar que el router se encuentre configurado y conectado de manera correcta la ONU se usa el comando expuesto en la siguiente tabla. La Ilustración 5 presenta el resultado con la dirección MAC del router.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# show mac gpon onu gpon-onu_1/1/1:2	Muestra la MAC del router conectado a la ONU

```
OltUps(gpon-onu-mng 1/1/1:2)#show mac gpon onu gpon-onu_1/1/1:2
Total mac address : 2
Mac address      Vlan  Type      Port                Vc
-----
c025.67cc.8690  100   Dynamic   gpon-onu_1/1/1:2   vport 1
```

Ilustración 5 Dirección MAC del router conectado a la ONU.

En el caso de que varias ONU de una interfaz de la OLT se encuentren caídas el comando expuesto en la tabla siguiente permite analizar el problema de una manera rápida y eficiente. La Ilustración 6 muestra las ONUs configuradas en una de las interfaces de la OLT.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# show gpon onu state gpon-olt_1/1/1	Muestra el estado de las onu conectadas a una interfaz específica de la OLT

```
OltUps(config)#show gpon onu state gpon-olt_1/1/1
OnuIndex  Admin State  OMCC State  Phase State  Channel
-----
1/1/1:1   enable         disable     LOS          1 (GPON)
1/1/1:3   enable         disable     LOS          1 (GPON)
1/1/1:4   enable         disable     OffLine     1 (GPON)
ONU Number: 0/3
OltUps(config)#
```

Ilustración 6 Estado de las ONUs conectadas a una de las interfaces de la OLT.

4. Siga los pasos de experimentación para simular escenarios de prueba.

5. Genere Conclusiones y Recomendaciones

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

MARCO TEÓRICO

Profundice en cada uno de los conceptos indicados en la sección 1 de las instrucciones.

- DyingGasp
- LOS
- reboot

EXPERIMENTACIÓN

En cada caso expuesto a continuación elabore cuadros comparativos con capturas de pantalla y describa lo observado.

Utilice los comandos del apartado 3 de las instrucciones para:

- Conecte una ONU y configure el servicio de internet en ella. A continuación, Verifique el estado de la misma al observar su información desde la OLT. Además, verifique la potencia recibida por la misma y compare el resultado con el obtenido por el Optical Power Meter.
- Desconecte la ONU de la corriente y verifique las alarmas de la ONU, además verifique el resultado al obtener datos de la potencia desde la OLT.
- Conecte nuevamente la ONU a la corriente eléctrica y desconecte el conector de fibra óptica para simular una rotura o desperfecto. Verifique las alarmas de la ONU y las Potencias.
- Utilice un nivel de splitter extra para generar mayor atenuación en la potencia recibida por la ONU y verifique el resultado, compruebe si existen intermitencias en el servicio al sobrepasar la sensibilidad de la ONU.
- Repita el punto anterior ensuciando el conector de fibra óptica de la ONU.
- Realice una comprobación de MAC con la ONU conectada al router, posteriormente desconéctelo y repita la comprobación.

7. Repita el paso anterior pero esta vez con el router conectado y desconfigurado.
8. Verifique el estado de las ONUs configuradas en una de las interfaces de la OLT.

CONCLUSIONES:

-

RECOMENDACIONES:

-



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO /
TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA
DOCENTES**

CARRERA: TELECOMUNICACIONES /
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

4

TÍTULO PRÁCTICA: Configuración y manejo del software de gestión par la OLT ZTEC320 del laboratorio de Telecomunicaciones.

OBJETIVO GENERAL:

Configurar y utilizar el software de gestión creado por la Ing. Karla Sanchez para el manejo de la OLT ZTE C320 del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar los principales elementos de software necesarios para el desarrollo de un software de gestión de una OLT.
2. Usar el software de gestión del laboratorio par añadir y eliminar ONUs, así como gestionar las NAPs de la red GPN de la Universidad.

INSTRUCCIONES

1. Verifique el significado de los siguientes términos:

- a) Software de gestión para OLT
- b) Base de datos MongoDB
- c) Express-nextjs

2. Conecte los equipos necesarios para la práctica dentro del laboratorio

Realice la conexión entre los equipos según se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Tome en cuenta que varias de las conexiones ya se encuentran realizadas (así como el hecho de que algunas secciones no son accesibles como lo es el primer nivel de splitter). Asegúrese del buen estado de los conectores de fibra óptica usados mediante el microscopio electrónico del laboratorio y use los limpiadores en caso de ser necesario. Por otra parte, verifique la correcta conexión de los cables RJ45, cuidado que no queden sueltos. Confirme también la correcta conexión del servidor de gestión (Computador ubicado detrás del armario de equipos del laboratorio de telecomunicaciones).

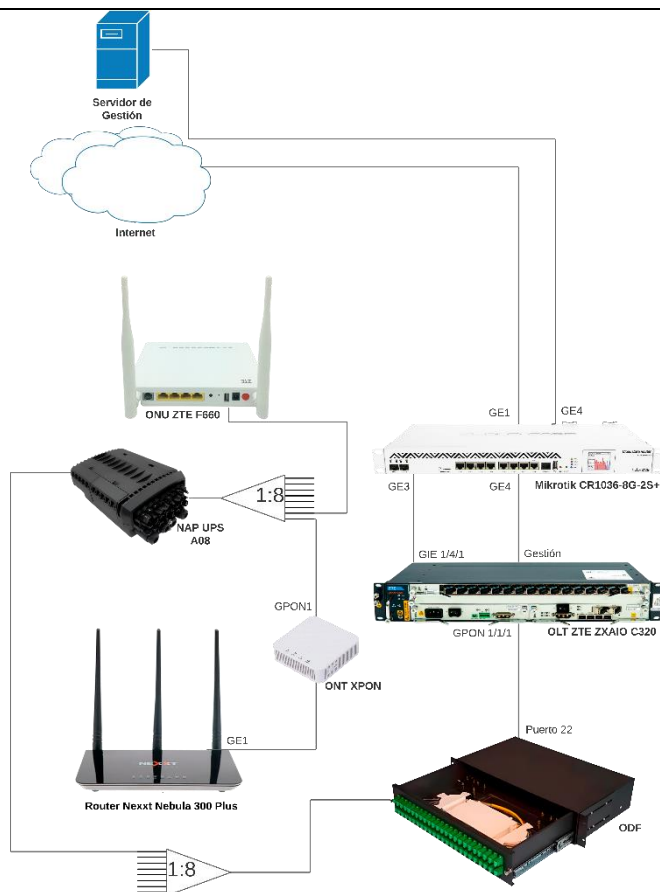


Ilustración 1 Diagrama de conexiones para el uso del servidor de gestión de la OLT ZTE C320.

Antes de realizar la conexión desde la NAP hacia la ONU verifique la potencia óptica obtenida mediante el uso del Optical Power Meter. Asegúrese que los valores se encuentren dentro del rango de sensibilidad de la ONU.

3. Configure el router de borde Mikrotik para conectar el servidor de gestión con la OLT.

Configure la dirección IP de puerta de enlace en el router de borde tal como se muestra en la Ilustración 2. Además, dentro de la configuración del adaptador de red del servidor de gestión debe configurar la dirección IP, use como Gateway la implementada en el router de borde para una correcta conexión tal como se ve en la Ilustración 3.

Address	Network	Interface
::: Radio Enlace		
X 172.16.10.1/24	172.16.10.0	ether2 ADMIN ...
X 172.16.11.16/25	172.16.11.0	ether1 WAN
::: SERVIDOR_IPTV		
X 172.16.100.1/24	172.16.100.0	ether4 IPTV-P2
::: IP GATEWAY LABORATORIO CISCO		
172.16.101.1/24	172.16.101.0	sfp-sfpplus1 A C...
D 172.16.101.184/24	172.16.101.0	sfp-sfpplus1 A C...
::: IPTV		
172.16.105.1/24	172.16.105.0	VLAN500
::: Gestión en la eth4		
192.168.0.1/24	192.168.0.0	ether4 IPTV-P2
::: LAN Administración		
192.168.20.1/24	192.168.20.0	ether2 ADMIN ...
::: LAN OFICINA		
192.168.100.1/24	192.168.100.0	bridge OFICINA
::: LAN VLAN 100		
192.168.108.1/24	192.168.108.0	VLAN100

Ilustración 2 Configuración de dirección IP para el servidor de gestión de la OLT.

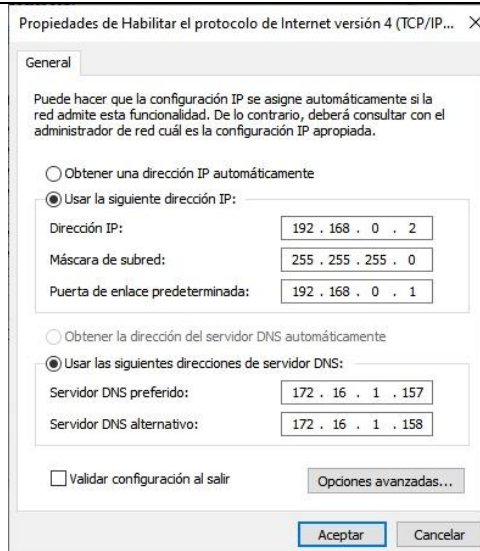


Ilustración 3 Configuración de la dirección IP en el servidor de gestión.

4. Ejecute el software de gestión en el servidor.

Diríjase al directorio “C:\Users\USUARIOS\Documents\express-nextjs-app\server” en la consola de Windows (utilice CMD o Powershell), ejecute el comando “npm run dev”, a continuación, deberá ver el resultado expuesto en la Ilustración 4 con la ejecución del servidor.

```
C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\server>npm run dev
> server@1.0.0 dev
> nodemon --config nodemon.json src/index.ts

[nodemon] 2.0.15
[nodemon] to restart at any time, enter `rs`
[nodemon] watching path(s): src/**/*
[nodemon] watching extensions: js,json,ts
[nodemon] starting `node -r ts-node/register -r dotenv/config src/index.ts`
Inserting Roles...
Connected to MongoDB
Listening on port 4000!
Roles inserted
Inserting Admin...
Admin inserted
Inserting Resources...
Resources inserted
Inserting NAPS...
Naps inserted
```

Ilustración 4 Ejecución del programa servidor en la consola de comandos de Windows.

Para la ejecución del cliente en una nueva consola de Windows se debe ir al directorio “C:\Users\USUARIOS\Documents\express-nextjs-app\client” y ejecutar el comando “npm run build”. Posteriormente, al terminar la compilación se debe ejecutar “npm start”. El resultado de la ejecución de estos comandos se puede observar en las Ilustración 5 e Ilustración 6.

```

C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client>npm run build
> build
> next build

info - Loaded env from C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client\.env
browserlist: caniuse-lite is outdated. Please run:
  npx browserslist@latest --update-db
  Why you should do it regularly: https://github.com/browserslist/browserslist#browsers-data-updating
info - Checking validity of types

/~/pages/salir.js
! Warning: React Hook useCallba has a missing dependency: 'mutatePermissions'. Either include it or remove the dependency array.  react-hooks/exhaustive-deps

info - Need to disable some ESLint rules? Learn more here: https://nextjs.org/docs/basic-features/eslint#disabling-rules
warn - using beta Middleware (not covered by semver) - https://nextjs.org/docs/messages/beta-middleware
browserlist: caniuse-lite is outdated. Please run:
  npx browserslist@latest --update-db

Why you should do it regularly:
https://github.com/browserslist/browserslist#browsers-data-updating
info - Creating an optimized production build
info - Compiled successfully
Warning: You have opted-out of Automatic Static Optimization due to 'getInitialProps' in 'pages/app'. This does not opt-out pages with 'getStaticProps'
Read more: https://nextjs.org/docs/messages/opt-out-auto-static-optimization

info - Collecting page data
Page Size First Load JS
┌ / 0.84 kB 295 B
├ /_app 0 B 140 kB
├ /_middleware 46.1 kB 188 kB
├ /Zm 560 B 290 kB
├ /api/hello 0 B 140 kB
├ /ingresar 940 B 240 kB
├ /naps 1.08 kB 241 kB
├ /naps[id] 2.52 kB 241 kB
├ /naps[id]s 2.15 kB 241 kB
├ /salir 923 B 141 kB
├ /usuarios 2.37 kB 241 kB
├ First Load JS shared by all 140 B
├ chunks/framework-91d778b5b4003c8.js 42 kB
└ chunks/main-101cf4a1f02b0654.js 26.9 kB

```

Ilustración 5 Compilación del programa cliente en la consola de Windows

```

C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client>npm start

> start
> next start

ready - started server on 0.0.0.0:3000, url: http://localhost:3000
info - Loaded env from C:\Users\USUARIO\Documents\express-nextjs-app\client\.env

```

Ilustración 6 Ejecución del cliente en la consola de comandos de Windows.

5. Ingrese en el sistema de gestión.

Para ingresar en el sistema de gestión debe de ingresar a la dirección ip “192.168.0.2:3000” en donde se deberá ingresar el usuario y contraseña entregados por su profesor tutor de laboratorio. La Ilustración 7 presenta la ventana en donde deberá introducir las credenciales mencionadas, así como en la Ilustración 8 se presenta la ventana principal del sistema de gestión. En el menú izquierdo encontrará las opciones correspondientes para poder gestionar Usuarios, NAPs y raspados de configuración.

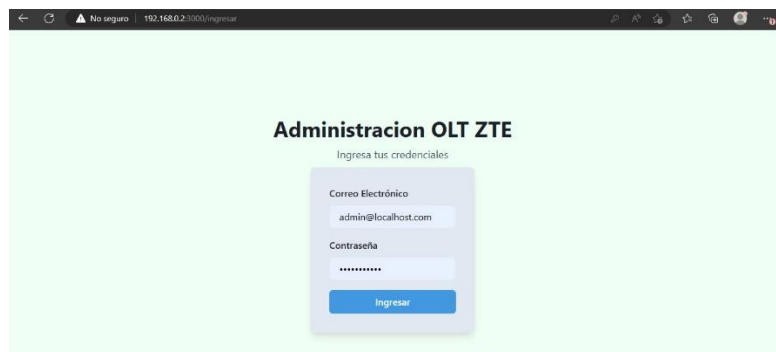


Ilustración 7 Inicio de sesión en el sistema de gestión.

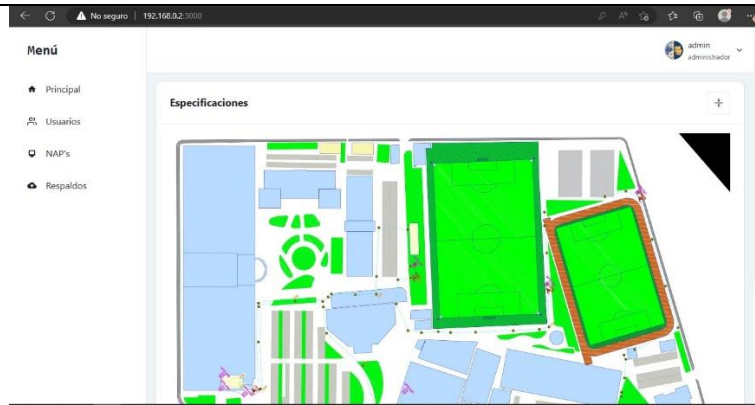


Ilustración 8 Ventana principal del sistema de gestión.

6. Gestión de Usuarios usando el sistema gráfico de gestión.

Dentro de la ventana de gestión de usuarios (Ilustración 9) posee la posibilidad de crear nuevos usuarios, editarlos e incluso eliminarlos. Para crear un nuevo usuario deberá dar clic en el botón “Nuevo”, a continuación, llenar el formulario presentado en la Ilustración 10, note los diferentes Roles disponibles, cada uno de ellos tienen privilegios únicos.

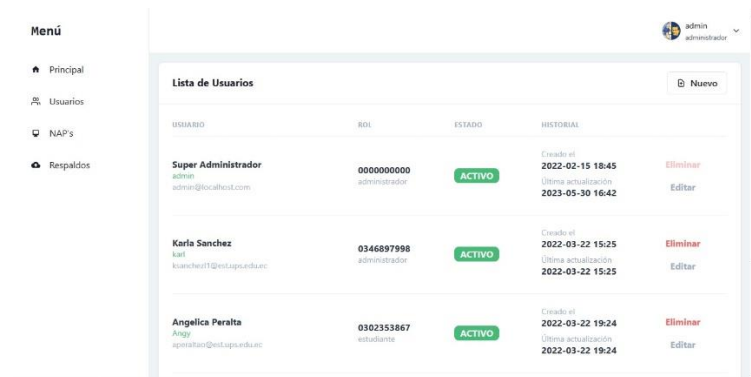


Ilustración 9 Ventana de gestión de Usuarios.

Nombre de usuario

Nombre

Apellido

Cédula

Correo Electrónico

Contraseña

Rol

Ilustración 10 Datos en la creación de un usuario.

7. Gestión de Naps usando el sistema gráfico de gestión.

La ventana de gestión de NAPs (Ilustración 11) permite la creación, edición y eliminación de estas. El botón “Nuevo”, permite la adición de una nueva NAP, para ello en la Ilustración 12 se presenta el formulario con los datos necesarios para su creación.

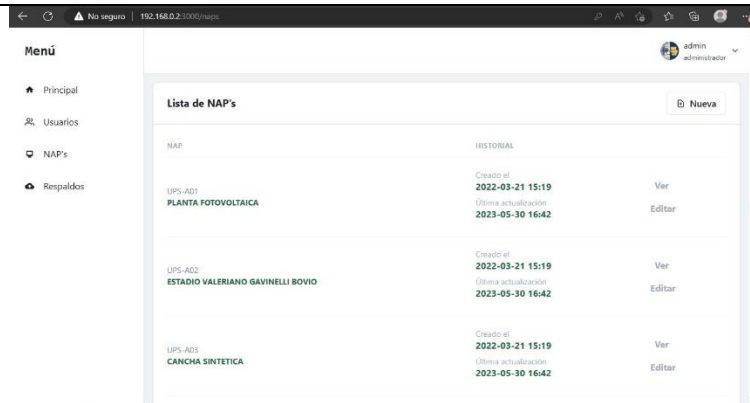


Ilustración 11 Ventana de gestión de NAPs.

X

Nueva NAP

Nombre

Ubicación

Guardar

Ilustración 12 Formulario para la creación de una NAP.

8. Gestión de ONUs usando el sistema gráfico de gestión.

Al ingresar en alguna de las NAPs podrá observar las diferentes ONUs añadidas. La ventana de gestión de ONUs (Ilustración 13) muestra la NAP A07 en donde se observa añadida una ONU ZTE. Esta ventana permite añadir, eliminar y modificar ONUs en la OLT. Las Ilustración 14 e Ilustración 15 presentan el mismo formulario de adición de ONUs, con los dos tipos de ONU disponible en el Laboratorio de Telecomunicaciones. Recuerde que los tipos de ONU usados deben de haber sido añadidos anteriormente a la OLT.

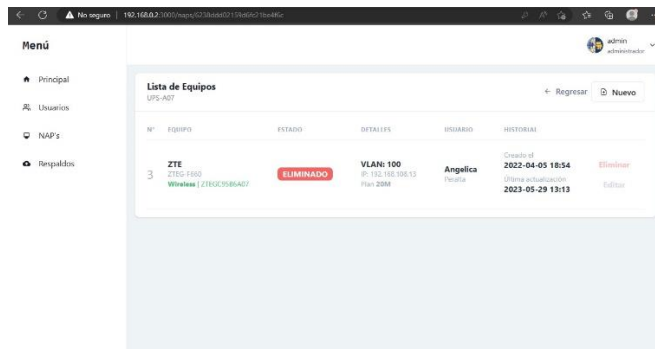


Ilustración 13 Ventana de gestión de ONUs.

Ilustración 14 Formulario para la adición de una ONU ZTE.

Ilustración 15 Formulario para la adición de una ONU X-PON.

8. Genere conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos en la práctica.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

MARCO TEÓRICO

Profundice en cada uno de los conceptos indicados en la sección 1 de las instrucciones.

- Software de gestión para OLT
- Base de datos MongoDB
- Express-nextjs

Verifique también las especificaciones del software Smart-OLT

EXPERIMENTACIÓN

Utilice los apartados 2, 3 y 5 para acceder al sistema de gestión.

Utilice el apartado 6 de las instrucciones para crear un usuario único con sus datos personales y documéntelo con capturas.

Utilice el apartado 7 de las instrucciones para crear una nueva NAP y documente el procedimiento con capturas.

Utilice el apartado 8 para generar 2 nuevas ONUs con nombres específicos (utilice sus iniciales para diferenciarlas).

Verifique la adición de la ONUs realizando test de velocidad con las ONUs añadidas. Documente la adición.

Utilice la gestión por consola para acceder a la OLT y documente capturas de la visualización de las ONUs añadidas desde la consola.

Elimine cada una de las ONUs añadidas, así como los Usuarios y NAPs creadas.

CONCLUSIONES:

-

RECOMENDACIONES:

-

CARRERA: TELECOMUNICACIONES /
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

5

TÍTULO PRÁCTICA: Configuración de protocolos de seguridad para la gestión dentro de la OLT ZTE C320

OBJETIVO GENERAL:

Configurar protocolos de seguridad para la gestión de la OLT ZTE C320 del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar las ventajas del uso de protocolos de seguridad en la comunicación con la OLT ZTE C320.
2. Aprender a configurar algunos de los protocolos de seguridad disponibles dentro de la OLT ZTE C320.

INSTRUCCIONES

1. Verifique el significado de los siguientes términos:

- a) Listas de Control de Acceso (ACL)
- b) Protocolo Telnet
- c) Protocolo SSH
- d) Software Wireahark

2. Conecte los equipos necesarios para la práctica dentro del laboratorio

Conecte y configure los equipos de modo que se brinde servicio a dos ONUs dentro del laboratorio desde la OLT ZTE C320.

3. Añada y configure una lista de acceso para la gestión de la OLT.

La siguiente tabla presenta los comandos necesarios para crear una lista de acceso “standar number 1”

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#acl standar number 1	Crea la lista ACL estandar numero 1
OltUps(config-std-acl)#	Se puede configurar las reglas de la ACL 1

Dentro de la configuración de la lista de acceso se procede a la adición de reglas, en la siguiente tabla se ejemplifica el como denegar el acceso a la gestión de la OLT a una única ip. Para ello en la primera regla añadida se deniega el acceso a una ip (seguida de su wildcard), mientras que a continuación se permite el acceso a el resto de IPs. Note que el modificador “any” permite ejecutar la orden para todos, siempre respetando la reglas de exclusión anteriores.

Comando	Descripción
OltUps(config-std-acl)#rule 1 deny 192.168.108.10 0.0.0.0	Regla que niega el acceso a la IP
OltUps(config-std-acl)#rule 2 permit any	Regla que permite el acceso al resto de IPs

OltUps(config-std-acl)#exit	
-----------------------------	--

Un ejemplo de la activación de la lista de acceso para su uso en el protocolo de comunicación Telnet se muestra a continuación (se activa la lista 1).

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#line telnet access-class 1	Activación de la ACL numero 1
OltUps(config)#exit	

La eliminación de las listas de acceso se muestra a continuación.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# no acl standar number 1	Elimina la ACL numero 1
OltUps(config)#exit	

4. Activación del protocolo seguro SSH y comparación con Telnet

El modo de activación del protocolo SSH de acceso para gestión de la OLT ZTE C320 se muestra en la siguiente tabla. En el ejemplo se establece la versión 2 del protocolo, así como el tipo de autenticación local y pap.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)#ssh server enable	Activación del servidor SSH
OltUps(config)#ssh server version 2	Configura la versión de SSH
OltUps(config)#ssh server authentication mode local	Configura el modo de autenticación SSH
OltUps(config)#ssh server authentication type pap	Configura el tipo de autenticación SSH

Al realizar la activación del protocolo SSH se desactiva el protocolo Telnet para el acceso, para activar el acceso por medio de otros protocolos de acceso se usa lo mostrado en la siguiente tabla.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# no ssh server only	La OLT no usara solo SSH

En la siguiente tabla se muestra la desactivación del protocolo seguro de conexión SSH.

Comando	Descripción
OltUps#configure terminal	Ingreso al modo de configuración
OltUps(config)# no ssh server enable	Elimina el servidor SSH de la OLT

5. Genere Conclusiones y Recomendaciones

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

MARCO TEÓRICO

Profundice en cada uno de los conceptos indicados en la sección 1 de las instrucciones.

- Listas de Control de Acceso (ACL)
- Protocolo Telnet
- Protocolo SSH
- Software Wireahark

EXPERIMENTACIÓN

Utilice las indicaciones expuestas en la sección 3 de las instrucciones para brindar acceso a la gestión de la OLT a una ONU, mientras deniega el acceso al resto y documénteles con capturas de pantalla el resultado y proceso.

Utilice las indicaciones expuestas en la sección 3 de las instrucciones para brindar acceso a la gestión de la OLT a todas las ONU menos a una. Documente el proceso y resultado con capturas.

Utilice Wireshark para analizar los paquetes al momento de realizar el logue para la gestión dentro de la OLT usando como protocolo de seguridad Telnet. Documente el contenido de los paquetes con capturas de la venta del software.

Utilice Wireshark para analizar los paquetes al momento de realizar el logue para la gestión dentro de la OLT usando como protocolo de seguridad SSH. Documente el contenido de los paquetes con capturas de la venta del software.

A continuación, conteste las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de ALC para gestionar los permisos de acceso a la gestión de la OLT ZTE C320?

¿Cuáles son las principales diferencias entre el uso de Telnet y SSH?

¿Qué punto importante se puede observar en los paquetes obtenido por wireshark en Telnet? ¿Cuál es la diferencia con los obtenidos al usar el protocolo SSH?

CONCLUSIONES:

-

RECOMENDACIONES:

-

Glosario

ACL Access Control List – Lista de Control de Acceso.

FTTx Fiber To The X – Fibra a la X.

GPON Red Optica Pasiva Gigabit – Gigabit Passive Optical Network.

IP Protocolo de Internet – Internet Protocol.

IPTV Internet Protocol Television – Television por Protocolo de Internet.

ODC Optical Distribution Cabinet – Gabinete de Distribucion Optica .

ODN Optical Distribution Network – Red de Distribucion Optica.

ODP Optical Distribution Point – Punto de Distribucion Optica.

OLT Optical Line Terminal – Terminal de Linea Optica.

ONT Optical Network Terminal – Terminal Óptico de Red.

SSH Security Shell – Capsula Segura.

VoIP Voz por IP.

Referencias

- [1] M. A. Ruiz Pérez, «Diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar el servicio de internet a los usuarios de la empresa REDECOM en el centro de la ciudad de Otavalo,» B.S. thesis, 2019.
- [2] L. E. CONDE-Zhingre, P. A. QUEZADA-Sarmiento y M. Leonardo, «Interconexión mediante tecnología GPON en una ciudad Inteligente: Caso de estudio Ciudad de Loja (Ecuador),»
- [3] F. H. Kusumaputri, N. A. I. Sakdiyah, M. I. Riswandi, M. Ridwan y C. Apriono, «Fiber To The Home Access Networks Housing Design in A West Semarang sub-district,» en *2021 8th International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE)*, IEEE, 2021, págs. 195-200.
- [4] J. P. Christopher, M. Hafizh, A. A. F. Harahap et al., «Fiber to the Home Design and Analysis for Urban Housing of Cluster Garuda,» en *2022 International Electronics Symposium (IES)*, IEEE, 2022, págs. 182-186.
- [5] G. R. Solano Sánchez y D. S. Zhagñay Castro, «Diseño, implementación y prueba de una red de fibra óptica para el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana,» B.S. thesis, 2021.
- [6] ZTE, «ZXA10 C320 DATASHEET,» 2013. dirección: http://www.ztegpou.cz/pdf/ZXA10_C320_Datasheet.pdf.
- [7] ZTE, «Manual OLT Español | PDF | Dirección IP | Protocolos de internet,» 2013. dirección: <https://es.scribd.com/document/451242617/Manual-OLT-Espanol-docx#>.
- [8] Y. D. Seo, E. Lee e Y. G. Kim, «Video on demand recommender system for internet protocol television service based on explicit information fusion,» *Expert Systems with*

- Applications*, vol. 143, pág. 113 045, abr. de 2020, ISSN: 0957-4174. DOI: 10.1016/J.ESWA.2019.113045.
- [9] C. K. Viridi, Z. Shah, A. Levula e I. Ullah, «Capacity Analysis of Internet Protocol Television (IPTV) over IEEE 802.11ac Wireless Local Area Networks (WLANs),» *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 22, pág. 327, 2 2022. DOI: 10.22937/IJCSNS.2022.22.2.41. dirección: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.2.41>.
- [10] P. Bohórquez e I. David, «Diseño e Implementación de una Red IPTV con contenidos interactivos utilizando el Middleware Ginga-NCL,» 2020.
- [11] D. Suthar y P. H. Rughani, «A Comprehensive Study of VoIP Security,» en *2020 2nd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN)*, IEEE, 2020, págs. 812-817.
- [12] Huawei, «Huawei EG8010H, an intelligent bridging-type ONT A Smarter Way for Your Broadband Life.» dirección: <https://actfornet.com/ueditor/php/upload/file/20200626/1593135698367265.pdf>.
- [13] K. F. Sánchez López y M. I. Duchi Lucero, «Administración y gestión de la OLT ZTE del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca,» B.S. thesis, 2022.
- [14] C. MELÉNDEZ y J. TOUS, «LISTAS DE CONTROL DE ACCESO (ACL) Y CONTROL DE ACCESO BASADO EN EL CONTEXTO (CBAC): GENERALIDADES Y GUÍA PRÁCTICA,» UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR, 2012. dirección: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063288.pdf>.
- [15] T. De, L. A. Información, J. Carlos y T. Tandazo, «AUTOMATIZACIÓN DE REDES UTILIZADAS PARA EOT AUTOMATIZACIÓN DE REDES CON NETMIKO,» ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2022. dirección: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23212/1/CD%2012633.pdf>.