



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES CARRERA DE
TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
previo a la obtención del título de:
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ANILLO HÍBRIDA CON
REDUNDANCIA AMBIENTADA A UN ENTORNO EMPRESARIAL PARA
MEDIR LA VELOCIDAD Y LA TASA DE TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL
LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD
ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.”**

AUTOR:
RENÉ NICOLÁS LINDAO COCHEA

TUTOR:
ING. LUIS AMAYA FARIÑO, MGT.

**LA LIBERTAD – ECUADOR
2024-2**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar con éxito este proceso de formación universitaria. De igual manera, expreso mi gratitud a todas las personas que han sido parte fundamental en el desarrollo de este trabajo.

A mi docente tutor, Ing. Luis Amaya Fariño, Mgtr. por su valiosa orientación, apoyo constante y dedicación durante todo el proceso de investigación. A los miembros del comité de tesis, por sus acertadas sugerencias y enriquecedores comentarios.

Mi agradecimiento más profundo a mis padres, quienes han sido los pilares fundamentales que han sostenido mi esfuerzo y motivación a lo largo de esta etapa. A mi pareja y amigos, por su apoyo incondicional, su paciencia y el aliento constante que me brindaron durante todo este camino.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi cariño y gratitud a mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y su incansable confianza en mí. A ellos les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado.

También dedico esta tesis a mi pareja, por su apoyo y por estar siempre a mi lado en cada paso de este proceso. Su presencia ha sido una fuente constante de fortaleza y motivación.

René Nicolás Lindao Cochea.

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Ronald Rovira Jurado. Ph. D.
DIRECTOR DE LA CARRERA



Ing. Luis Amaya Fariño, Mgtr.
DOCENTE TUTOR



Ing. Daniel Jaramillo Chamba, Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Corina Gonzabay de la A, Mgtr.
SECRETARIA

DECLARACIÓN DE DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“Implementación de una red de anillo híbrida con redundancia ambientada a un entorno empresarial para medir la velocidad y la tasa de transmisión de datos en el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.”** elaborado por el señor René Nicolás Lindao Cochea, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniería en Telecomunicaciones, me permito declarar que, tras supervisar el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos. En consecuencia, lo considero apto en todos sus aspectos autorizo al estudiante para que inicie los trámites legales correspondientes.

Atentamente

LUIS
MIGUEL
AMAYA
FARINO



Digitally
signed by
LUIS MIGUEL
AMAYA
FARINO

Ing. Luis Miguel Amaya Fariño, Mgtr.

DOCENTE TUTOR

DECLARACIÓN DE DOCENTE ESPECIALISTA

En mi calidad de Docente Especialista del Trabajo de Integración Curricular, **“Implementación de una red de anillo híbrida con redundancia ambientada a un entorno empresarial para medir la velocidad y la tasa de transmisión de datos en el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.”** elaborado por el señor René Nicolás Lindao Cochea, estudiante de la Carrera de Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniería en Telecomunicaciones, me permito declarar que, tras supervisar el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos. En consecuencia, lo considero apto en todos sus aspectos autorizo al estudiante para que inicie los trámites legales correspondientes.

Atentamente

DANIEL
ARMANDO
JARAMILLO
CHAMBA



Firmado
digitalmente por
DANIEL ARMANDO
JARAMILLO
CHAMBA

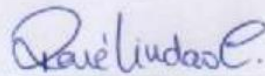
Ing. Daniel Jaramillo Chamba, Mgtr.

DOCENTE ESPECIALISTA

DECLARACIÓN AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

El presenta trabajo de Integración Curricular con el título **“Implementación de una red de anillo híbrida con redundancia ambientada a un entorno empresarial para medir la velocidad y la tasa de transmisión de datos en el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.”**, declaro que la concepción, análisis y resultados son originales a la activada educativa en el área de Telecomunicaciones.

Atentamente



René Nicolás Lindao Cochea
CI: 2400199218

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo implementar una red híbrida con redundancia basada en la topología de anillo, ambientada a un entorno empresarial simulado en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. La red se configura utilizando routers Mikrotik y el mecanismo de calidad de servicio Type of Service (ToS), con el fin de optimizar la transmisión de datos y garantizar la continuidad del servicio. Se utiliza el software Wireshark para analizar la velocidad de transmisión y la tasa de errores TCP en distintos escenarios, comparando el rendimiento con y sin limitación de ancho de banda y la implementación de ToS.

El estudio aborda los siguientes objetivos: diseñar y configurar la red híbrida en topología de anillo, evaluar el impacto de la limitación de ancho de banda en la transmisión de datos y analizar el comportamiento de la red en términos de velocidad y confiabilidad. Los resultados obtenidos permitirán evaluar la efectividad de la topología de anillo con redundancia y las políticas de calidad de servicio en la mejora del rendimiento y la estabilidad de redes empresariales simuladas, contribuyendo a la optimización de la infraestructura de comunicaciones.

Palabras claves: Red híbrida, Topología de anillo, Redundancia, Tiempo de servicio (ToS), Wireshark

ABSTRACT

This work aims to implement a hybrid network with redundancy based on ring topology, designed for a simulated business environment in the Telecommunications Laboratory of the Universidad Estatal Península de Santa Elena. The network is configured using Mikrotik routers and the Type of Service (ToS) quality of service mechanism to optimize data transmission and ensure service continuity. Wireshark software is used to analyze transmission speed and TCP error rates in various scenarios, comparing performance with and without bandwidth limitations and ToS implementation.

The study addresses the following objectives: design and configure the hybrid ring topology network, evaluate the impact of bandwidth limitations on data transmission, and analyze the network's performance in terms of speed and reliability. The results obtained will help assess the effectiveness of the ring topology with redundancy and quality of service policies in improving the performance and stability of simulated enterprise networks, contributing to the optimization of communication infrastructure.

Keywords: Hybrid network, Ring topology, Redundancy, Times of Service (ToS),
Wireshark

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE GRADO	iv
DECLARACIÓN DE DOCENTE TUTOR.....	v
DECLARACIÓN DE DOCENTE ESPECIALISTA	vi
DECLARACIÓN AUTORÍA DEL ESTUDIANTE.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INDICE GENERAL.....	x
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE ILUSTRACIONES	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	2
1.1 GENERALIDADES DE LA PROPUESTA ANTECEDENTES	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
1.3 OBJETIVOS DEL ROYECTO.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 ALCANCE DEL PROYECTO	4
1.6 METODOLOGÍA	4
1.7 RESULTADOS ESPERADOS	5
CAPÍTULO II	7
2.1 MARCO CONTEXTUAL	7
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	8
2.2.1 Fundamentos de las redes de telecomunicaciones.	8
2.2.2 Tipos de Red	13
2.2.3 Topologías de red.	15
2.2.4 Tecnología de fibra óptica.	17
2.2.5 Parámetros de desempeño de la red.....	32
2.2.6 Redundancia en Redes de Telecomunicaciones	33
2.2.7 Herramientas de medición y análisis de redes.	36
2.3 MARCO TEÓRICO	37
CAPÍTULO III	41
3.1 Configuración de una Red LAN Orientada a Entorno Empresarial	41

3.2	Componentes y Estructura de la Red LAN Empresarial.....	41
3.3	Requisitos de la Red LAN en el Entorno Empresarial	41
3.4	Escalabilidad y Fiabilidad.....	42
3.5	LAN Empresarial.....	42
3.5.1	Componentes y Estructura de la Red LAN Empresarial.....	42
3.5.2	Requisitos de la Red LAN en el Entorno Empresarial	43
3.5.3	Escalabilidad y Fiabilidad	43
3.5.4	Normativa y estándares para redes de fibra óptica empresarial	44
3.5.5	Estándares de la fibra óptica:.....	44
3.6	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR	45
3.6.1	Ponchador	45
3.6.2	Cable de cobre	45
3.6.3	Conector RJ-45.....	46
3.6.4	Power Meter.....	46
3.7	Topología a implementar	48
3.8	Tecnologías implementadas:	49
3.8.1	Mikrotik hEX	49
3.9	Softwares utilizados.....	50
3.9.1	Wireshark	50
3.9.2	WinBox	52
	CAPITULO IV	55
4.1	Red LAN	55
4.1.1	Configuración principal.....	55
4.1.2	Asignación de Direcciones IP mediante VLANs	55
4.1.3	Segmentación de Red	55
4.1.4	Mejora de la Seguridad.....	56
4.1.5	Facilitación de la Gestión de la Red	56
4.1.6	Optimización del Rendimiento	56
4.1.7	Configuración ToS.....	60
4.2	RESULTADOS Y ANALISIS	62
4.2.1	Escenario 1: Con ToS.....	62
4.2.2	Escenario 2: Sin ToS	63
4.2.3	Análisis Comparativo	64
4.3	CONCLUSIONES.....	67
4.4	RECOMENDACIONES.....	68
	BIBLIOGRAFIA.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Características y Ventajas del Cable Par Trenzado.	10
Tabla 2.- Contraste en redes LAN y WAN.....	14
Tabla 3.- Ventajas e inconvenientes de la fibra óptica.	22
Tabla 4.- Tipos de conectores de FO.....	26
Tabla 5.- Contraste entre SFP y SFP+.....	29
Tabla 6.- Tipos de PatchCords.	31
Tabla 7.- Wireshark: utilidad.....	52
Tabla 8.- Direccionamiento IP.	55
Tabla 9.- Análisis de escenarios.	65

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Ventajas del cable UTP.....	10
Ilustración 2.- Tipos de Cable de Par Trenzado.....	11
Ilustración 3.- Partes que conforman la FO.....	24
Ilustración 4.- Conectores de FO.....	27
Ilustración 5.-Tipos de conectores (Melvin, 2022).....	28
Figura 6: Ponchadora (sincables, 2023)	45
Figura 7: RJ45 (Moris, 2021).....	46
Ilustración 8.- Power Meter (John, 2020).....	47
Figura 9: Mikrotik hEX S Gigabix ethernet Router (RB760iGS) (Modernsave, 2024).....	49
Ilustración 10.- Winbox.	53
Ilustración 11.- Interfaz web de Winbox.	56
Ilustración 12.- Interfaz GUI Winbox.	57
Ilustración 13.- Menú principal de Winbox.....	57
Ilustración 14.- Nueva interfaz para Bridge.....	58
Ilustración 15.- Configuración de puertos en Winbox.....	59
Ilustración 16.- Lista de Interfaces.	59

Ilustración 17.- Asignación de VLAN al bridge.....	60
Ilustración 18.- QUEUE en Winbox.....	61
Ilustración 19.- Asignacion de Firewall.....	62
Ilustración 20.- Escenario 1.....	63
Ilustración 21.- Escenario 2.....	64

INTRODUCCIÓN

El crecimiento exponencial de las redes de telecomunicaciones y la necesidad de contar con infraestructuras robustas y confiables ha impulsado la adopción de soluciones de red que garanticen un alto rendimiento, resiliencia y capacidad para gestionar grandes volúmenes de datos en entornos empresariales. En este contexto, la topología de anillo, conocida por su capacidad para ofrecer redundancia y continuidad en el servicio, ha demostrado ser una de las arquitecturas más eficientes para asegurar la transmisión de datos de manera estable y confiable, reduciendo las posibilidades de interrupciones o fallas críticas en las redes.

Este Trabajo de Integración Curricular tiene como objetivo implementar una estructura de red híbrida con redundancia basada en la topología de anillo utilizando routers Mikrotik y el mecanismo de calidad de servicio Type of Service (ToS), ambientada a un entorno empresarial simulado en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Dicha implementación busca optimizar la transmisión de datos, minimizar errores y asegurar la continuidad del servicio, aspectos críticos en las redes empresariales actuales.

Para el análisis y la evaluación del desempeño de la red, se utilizará el software Wireshark, una herramienta avanzada para la captura y análisis de paquetes en redes. Wireshark permitirá medir y estudiar en detalle parámetros fundamentales como la velocidad de transmisión y la tasa de errores TCP, comparando el rendimiento en escenarios con y sin la implementación de ToS. Esta metodología proporcionará una visión clara sobre el impacto de las políticas de calidad de servicio en la estabilidad y eficiencia de una red, facilitando un análisis exhaustivo del comportamiento de la red bajo condiciones de tráfico realistas.

El trabajo está estructurado de tal manera que, tras la implementación, se evaluará la tasa de transmisión de datos y la velocidad en diferentes escenarios, tanto con cómo sin limitaciones de ancho de banda, con el fin de generar conclusiones sobre la viabilidad y efectividad de la topología de anillo con redundancia en entornos empresariales. Este enfoque permitirá destacar las ventajas de las redes híbridas con ToS, especialmente en cuanto a la priorización de tráfico, la mitigación de congestiones y la optimización del uso de recursos de red. El resultado de este estudio será una contribución importante para la optimización de redes en entornos empresariales simulados, proporcionando información útil para la implementación de arquitecturas de red que puedan garantizar una alta fiabilidad y rendimiento en las comunicaciones de datos.

CAPÍTULO I

1.1 GENERALIDADES DE LA PROPUESTA ANTECEDENTES

La Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, ha experimentado un notable progreso en los últimos años, formando estudiantes altamente capacitados para desempeñarse en una variedad de instituciones, entidades, compañías y empresas, tanto en el ámbito de las telecomunicaciones como en otros sectores. Sin embargo, las demandas actuales exigen una comunicación rápida, eficiente y moderna. Por ello, los egresados deben estar constantemente actualizados y preparados para enfrentar y resolver los desafíos y requerimientos de cada cliente interno y externo.

En la actualidad, el área de telecomunicación está estrechamente vinculada con la infraestructura de red que facilita la conexión y comunicación. Es crucial contar con un diseño de red adecuado que garantice el correcto funcionamiento de los equipos. Una infraestructura mal diseñada puede provocar numerosos problemas, como inconvenientes de conectividad física, baja potencia de Wi-Fi y otros problemas de rendimiento.

Para brindar un servicio de calidad a estudiantes, docentes, autoridades y demás usuarios, es fundamental el desarrollo del laboratorio de telecomunicaciones. Este laboratorio consume una gran cantidad de ancho de banda, ya que los estudiantes realizan diversas prácticas que requieren recursos significativos en las redes de datos. Por ello, es esencial mantener un control de la seguridad con respecto a la integridad de la información del usuario.

Implementar un sistema de redundancia y respaldo de la información, que permita la implementación de medidas orientadas a la seguridad dentro de la red tanto en la infraestructura óptica y en radiofrecuencia para la arquitectura de red. Esto permitirá desarrollar un sistema en el laboratorio que ofrezca una mejor calidad de servicio, confidencialidad y estabilidad en sus redes. La integración de tecnologías avanzadas y la capacitación continua del personal y los estudiantes en buenas prácticas de seguridad son esenciales para minimizar los riesgos y asegurar el funcionamiento eficiente de la red.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La interconexión de datos o redes es la base fundamental para el buen funcionamiento de las instituciones, empresas o corporaciones. Con respecto a los niveles de interconexión, los routers (primer nivel) son los encargados de interconectar todos los dispositivos encontrados dentro de su zona de alcance, para consiguiente el switch, sea el encargado de compartir los datos de los dispositivos finales que se encuentren conectados

de determinada red, creando así una red de área local (LAN).

El laboratorio de Telecomunicaciones posee 3 módulos didácticos de planta externa orientados al mejoramiento del rendimiento académico en el área práctica y desenvolvimiento del estudiante en el denominado campo, zona de trabajo. La red troncal, que posee un enfoque empresarial, se encuentra limitada debido a que no ejemplifica la finalidad de los módulos.

Para abordar esta problemática, se propone continuar y mejorar el módulo didáctico, enfocándolos en entornos de planta interna. Asimismo, se busca aprovechar al máximo las denominadas mesas de trabajo, permitiendo a los estudiantes crear diferentes tipos de escenarios y demostrar sus capacidades para resolver problemas relacionados con el throughput empresarial.

1.3 OBJETIVOS DEL ROYECTO

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar una estructura de red híbrida con redundancia basada en la topología de anillo tipo ToS, utilizando el software Wireshark para analizar y estudiar la velocidad y la transmisión de datos en un entorno simulado empresarial.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y configurar una red híbrida en topología de anillo utilizando routers Mikrotik, implementando redundancia para garantizar la continuidad del servicio en un entorno empresarial simulado.
- Analizar y comparar el impacto de la limitación del ancho de banda en la transmisión de datos utilizando Wireshark, con y sin la implementación de tiempos de servicio (ToS).
- Evaluar la tasa de transmisión de datos y el comportamiento de la red en términos de velocidad y confiabilidad, midiendo los resultados en escenarios con y sin limitaciones de ancho de banda.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En el área de las telecomunicaciones de la institución es muy importante llevar un control y seguridad de la información referente al servicio de internet del medio que éste utilice. El diseño actual de la red dispone de una limitada seguridad y respaldo de los canales de comunicación, en tal virtud mediante el estudio se presenta una estructura de red híbrida con redundancia basada en la topología anillo tipo ToS y la utilización del software Wireshark, con el cual se podría disponer de varias rutas para la transmisión de la información con mayor eficacia y a la vez potenciar la poder red existente, de esta

manera brindar un servicio con mayor calidad y velocidad, permitiendo así una mejor administración de la red.

Mediante la presente propuesta se proyectará implementar una topología donde todos los nodos tengan una red fiable y auto sostenible, como lo es la implementación de una red de anillo híbrida en un entorno empresarial el cual no solo mejora la tasa de transmisión y la velocidad de datos, sino que también refuerza significativamente la seguridad física debido que al establecer una red de anillo, se reducen las vulnerabilidades asociadas a fallos en puntos individuales, de esta manera se garantiza un flujo de datos continuos ante casos de sabotajes físicos o interrupciones, por ende, dicha arquitectura permite implementar medidas de seguridad adicionales, como la segmentación física de la red, dificultando el acceso no autorizado a puntos críticos.

1.5 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto se enmarca en la adquisición e implementación de equipos con el objetivo de simular un entorno empresarial en el cual se podrán medir los parámetros de velocidad y tasa de transmisión de datos utilizando la herramienta "WireShark".

El desarrollo del proyecto está estimado en un plazo de 1 año, donde se busca proporcionar un recurso valioso tanto para la formación académica de los estudiantes como para la realización de investigaciones en el campo de las redes y telecomunicaciones, dejando abierta la posibilidad de que el entorno creado pueda ser utilizado para futuras investigaciones, ampliando así el alcance del proyecto.

Además, estos equipos permitirán a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en un entorno práctico, intensificando su comprensión y habilidades en las materias que lo requieran. De esta manera, se fomenta un aprendizaje activo y significativo, alineado con las necesidades académicas y profesionales de los estudiantes.

1.6 METODOLOGÍA

La implementación de los módulos didácticos permitirá a los estudiantes analizar los diferentes parámetros del throughput empresarial y, al mismo tiempo, adquirir conocimientos sobre la estructura indoor de la Fibra Óptica Empresarial. Para llevar a cabo esta implementación, se utilizará un enfoque cuantitativo, necesario para analizar los parámetros de velocidad y transmisión de datos a través de un análisis matemático. Esto permitirá distinguir entre un funcionamiento óptimo y un uso ineficaz de la red implementada

Además, se empleará una metodología cualitativa para definir los procesos de trabajo necesarios para configurar la red corporativa final en los módulos troncales. Esta combinación de enfoques asegurará que los estudiantes desarrollen tanto habilidades técnicas como criterios sólidos para evaluar y optimizar la red, es esencial destacar que se realizó una revisión exhaustiva de recursos bibliográficos como Redalyc, Dialnet, y Scielo, entre otros. Estos recursos contienen investigaciones confiables y precisas que enriquecen nuestro conocimiento, proporcionando una comprensión profunda de los conceptos, teorías y características, a continuación, se darán a conocer conceptos referentes a los parámetros evaluados dentro del proyecto:

Throughput: El throughput o también conocido como rendimiento de la red sera evaluado a través de la transferencia de datos en la red de anillo en distintos intervalos de tiempo. Para ello, se implementarán herramientas de prueba de rendimiento, como Wireshark, este permite recibir y enviar paquetes de datos mediante los nodos de la red, registrando las tasas de transmisión máximas y mínima en diferentes escenarios obteniendo una visión completa del rendimiento de la red.

Latencia: La latencia será medida enviando paquetes de prueba (ping) mediante la red de anillo para poder calcular el tiempo de ida y vuelta (RTT) entre varios nodos. Estas pruebas se llevarán a cabo bajo carga, permitiendo evaluar cómo varía la latencia en el tráfico de la red.

Redundancia: la velocidad de recuperación de la red y la integridad de datos transmitidos entre el proceso de recuperación se registrarán para analizar y evaluar la efectividad de los mecanismos implementados.

1.7 RESULTADOS ESPERADOS

Esta investigación se enfoca en la caracterización de la red de fibra óptica y sus numerosos beneficios, como son las bajas tasas de pérdida de señal, la alta capacidad de transmisión y un notable grado de confiabilidad en diversos tipos de redes. Estas características hacen que la fibra óptica sea inmune a las interferencias electromagnéticas de radiofrecuencia, convirtiéndola en un medio extremadamente seguro para la transmisión de señales.

Facilitar la transmisión de manera bidireccional mediante el uso de la fibra óptica, esencial en las comunicaciones modernas, permitiendo que la información fluya en ambos sentidos simultáneamente. La fibra óptica, con su capacidad para manejar grandes

volúmenes de datos a alta velocidad, se ha convertido en la tecnología preferida para facilitar la transmisión bidireccional en diversas aplicaciones empresariales y de telecomunicaciones. De tal manera se espera determinar la eficiencia, capacidad de escalabilidad y disponibilidad de servicio para una red segura y escalable.

Se espera por otra parte configurar el sistema de redundancia y calidad de servicio para asegurar la conectividad de acceso a internet y optimizar el ancho de banda para los servicios corporativos, a fin de mejorar la productividad de los integrantes de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones potenciando el conocimiento técnico de los estudiantes.

Entre los principales indicadores claves se encuentra el throughput o rendimiento de la red, este será medido mediante Wireshark para poder analizar la tasa de transferencia de datos por diferentes niveles de carga, considerado adecuado para un entorno empresarial de tamaño medio, otro indicador clave es la latencia, que se evaluará a través del tiempo de ida y vuelta de los paquetes, mediante el envío de paquetes de prueba y el análisis en Wireshark, se establecerán valores aceptables de latencia en menos de 50 ms en condiciones normales y menos de 100 ms bajo condiciones de alta carga, estos rangos son esenciales para aplicaciones en tiempo real como VoIP y videoconferencias. Un valor de latencia inferior a estos indicará un buen desempeño, mientras que valores superiores podrían señalar la necesidad de ajustes en la red,

La redundancia será evaluada mediante pruebas controladas de fallos en diferentes puntos de la red de anillo. Esto permitirá medir la capacidad de la red para mantener la conectividad y la integridad de los datos frente a fallos inesperados, garantizando así la continuidad del servicio.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO CONTEXTUAL

La fibra óptica es un medio de transmisión de datos que utiliza la propagación de la luz a través de un material dieléctrico de alta pureza, como el vidrio o el plástico, para enviar información. A diferencia de los cables de cobre, la fibra óptica es inmune a las interferencias electromagnéticas y puede transmitir datos a largas distancias sin degradación de la señal. La fibra óptica, ampliamente reconocida hoy en día como uno de los grandes inventos del siglo XX, tiene sus raíces en los siglos XVIII y XIX. En la década de 1950, Narinder Singh Kapany desarrolló una teoría innovadora que permitió crear un material por el cual la luz pudiera viajar eficientemente. Este material no solo facilitaba la transmisión de luz en línea recta, sino que también se adaptaba a las curvaturas, asegurando un flujo continuo y sin pérdidas significativas. (Alcívar Ponce , 2015)

Aquella se utiliza en una variedad de aplicaciones, como en redes de telecomunicaciones, redes de área local (LAN), sistemas de transmisión de televisión por cable, sistemas de seguridad y vigilancia, y en la industria médica para realizar procedimientos de diagnóstico y terapia. El funcionamiento de la fibra óptica se basa en la ley de refracción de la luz, que establece que cuando la luz pasa de un medio a otro, su velocidad y dirección cambian. En una fibra óptica, la información se transmite mediante impulsos de luz que se reflejan en la

superficie interna del material dieléctrico y se propagan a través de la fibra. La velocidad y la calidad de la transmisión de datos dependen de factores como el ancho de banda, la longitud de onda de la luz utilizada y la calidad de la fibra óptica.

El presente trabajo de integración curricular se ejecutará en el laboratorio de telecomunicaciones de FACSISTEL ubicado en la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, Ecuador. El mismo consiste en la implementación de módulos didácticos de fibra óptica compuesto por elementos activos que permitirán realizar conexiones para una red corporativa/empresarial. Además, se tomarán en cuenta algunos parámetros para el diseño de la red empresarial, tales como: número de usuarios, topología de red, configuración e instalación de los dispositivos de red y pruebas de red por medio de un software para poder medir la eficiencia y garantizar que esté funcionando correctamente.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo, se abordan conceptos clave que guiarán la construcción de la infraestructura de red, haciendo énfasis en su relevancia para mejorar el rendimiento y la fiabilidad del servicio de telecomunicaciones.

A lo largo de este capítulo, se explorarán varios temas fundamentales, como las topologías de red, que constituyen el esqueleto estructural de la red propuesta, y la fibra óptica, que se utiliza para proporcionar un alto ancho de banda y garantizar la velocidad y estabilidad de las transmisiones de datos. La redundancia en redes de telecomunicaciones es otro tema crucial, ya que permite mantener la continuidad del servicio en caso de fallos o interrupciones, lo que es esencial para un entorno educativo y de investigación como el que se busca optimizar en este proyecto.

Además, se abordarán los parámetros de desempeño de la red, como el throughput y la latencia, que son indicadores clave para medir la eficiencia y calidad del sistema propuesto. Se analizará cómo estos parámetros afectan el uso de aplicaciones en tiempo real y el acceso a plataformas educativas. También se tratará el uso de herramientas de medición y análisis de redes, como Wireshark, que facilitarán la evaluación de la red una vez implementada.

Este marco conceptual se proporcionará los conceptos y principios necesarios para justificar la elección de las tecnologías y el diseño propuesto, garantizando que la solución planteada sea adecuada para resolver los problemas actuales de la infraestructura de red del laboratorio de telecomunicaciones y para satisfacer las crecientes demandas de conectividad en el entorno académico.

2.2.1 Fundamentos de las redes de telecomunicaciones.

2.2.1.1 ETHERNET

Ethernet es un conjunto de tecnologías de red que se utilizan para conectar dispositivos electrónicos en una red local (LAN, por sus siglas en inglés). Es una tecnología de red por cable, que utiliza cables de cobre para transmitir datos a través de una red. Desarrollado por la compañía XERTOX y posteriormente adoptado por DEC (Digital Equipment Corporation) e Intel, este fue uno de los primeros estándares de bajo nivel en su categoría. Hoy en día, sigue siendo el estándar más ampliamente utilizado. (Tintín, Caiza, & Caicedo, 2018)

Ethernet se basa en un sistema de protocolos de comunicación estándar, que

definen la forma en que los datos se transmiten dentro de la red. Estos protocolos incluyen el protocolo de control de acceso al medio (MAC), que se utiliza para controlar el acceso a la red, y el protocolo de Internet (IP), que se utiliza para enrutar los datos a través de la red.

Ethernet está principalmente enfocado en la automatización de oficinas, el procesamiento distribuido de datos y el acceso a terminales que necesiten una conexión local rentable, capaz de transportar tráfico a altas velocidades. (Tintín, Caiza, & Caicedo, 2018). Las redes Ethernet se utilizan comúnmente en oficinas, hogares y entornos industriales para conectar dispositivos como computadoras, impresoras, cámaras de seguridad y otros dispositivos electrónicos a una red. Ethernet es una tecnología de red muy extendida y popular, que se ha convertido en un estándar de facto para las redes de área local.

2.2.1.2 Cable de par trenzado

El cable par trenzado ha sido fundamental desde la invención de las redes de datos, revolucionando la industria por su construcción ingeniosa y efectiva para transmitir datos a larga distancia con menos interferencias. Este tipo de cable está hecho de alambres de cobre trenzados, lo que mejora su resistencia a la corrosión y a daños mecánicos, haciéndolo ampliamente utilizado en entornos domésticos y profesionales.

2.2.1.2.1 Características y Ventajas del Cable Par Trenzado:

Características	Ventajas
Versatilidad en la transmisión de señales	Puede manejar una variedad de señales, desde modems hasta redes de área local (LAN), conectando dispositivos como computadoras, impresoras y routers.
Alta velocidad de transmisión de datos:	Proporciona velocidades de transmisión de datos superiores a los cables coaxiales.
Mayor flexibilidad	Es mucho más flexible que los cables coaxiales, lo que facilita su uso en entornos con múltiples dispositivos conectados.

Mejor rendimiento	Ofrece un rendimiento mejorado en comparación con los cables coaxiales, asegurando una transmisión más fiable de las señales.
Costo más bajo	Es más económico que los cables coaxiales, siendo una opción accesible para conectar dispositivos a una red.

Tabla 1.- Características y Ventajas del Cable Par Trenzado.

FUENTE: tabla elaborada por el autor

2.2.1.3 CABLE UTP

El cable UTP (Unshielded Twisted Pair) es un cable de cobre compuesto por pares trenzados sin blindaje, utilizado principalmente para conectar computadoras y otros dispositivos de red. Consta de ocho hilos trenzados, cada uno con su propio aislamiento, y se conecta a diferentes dispositivos para transmitir señales de voz, audio, vídeo y datos.

2.2.1.3.1 Ventajas del cable UTP:

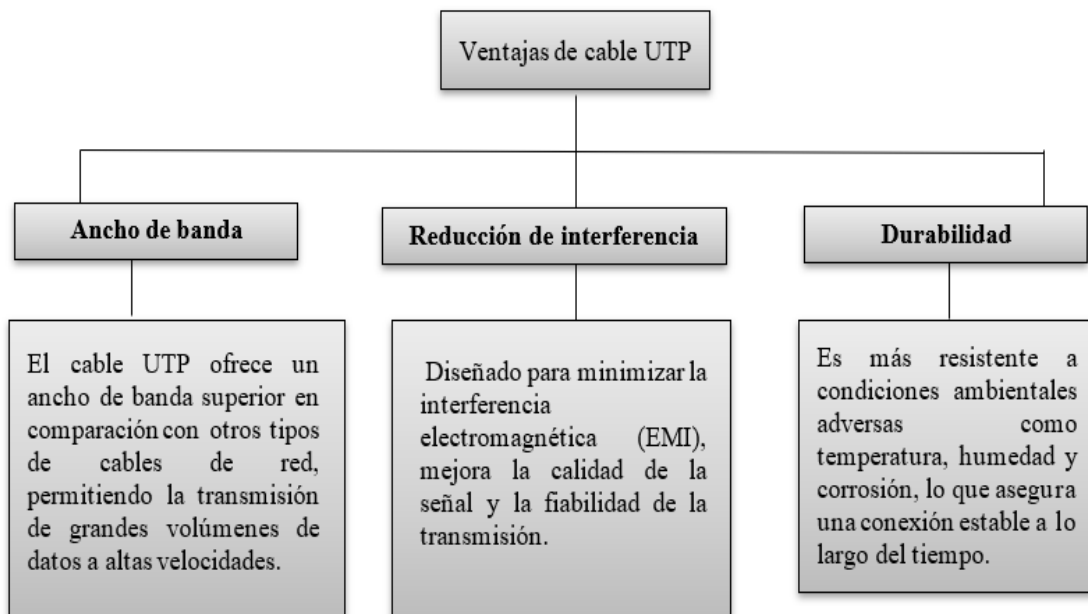


Ilustración 1.- Ventajas del cable UTP.

FUENTE: tabla elaborada por el autor

El cable UTP es una excelente opción para redes informáticas debido a su capacidad para proporcionar un ancho de banda superior y una señal de alta calidad. Además, su resistencia a condiciones adversas lo hace ideal para diversos entornos.

2.2.1.3.2 Tipos de Cable de Par Trenzado:

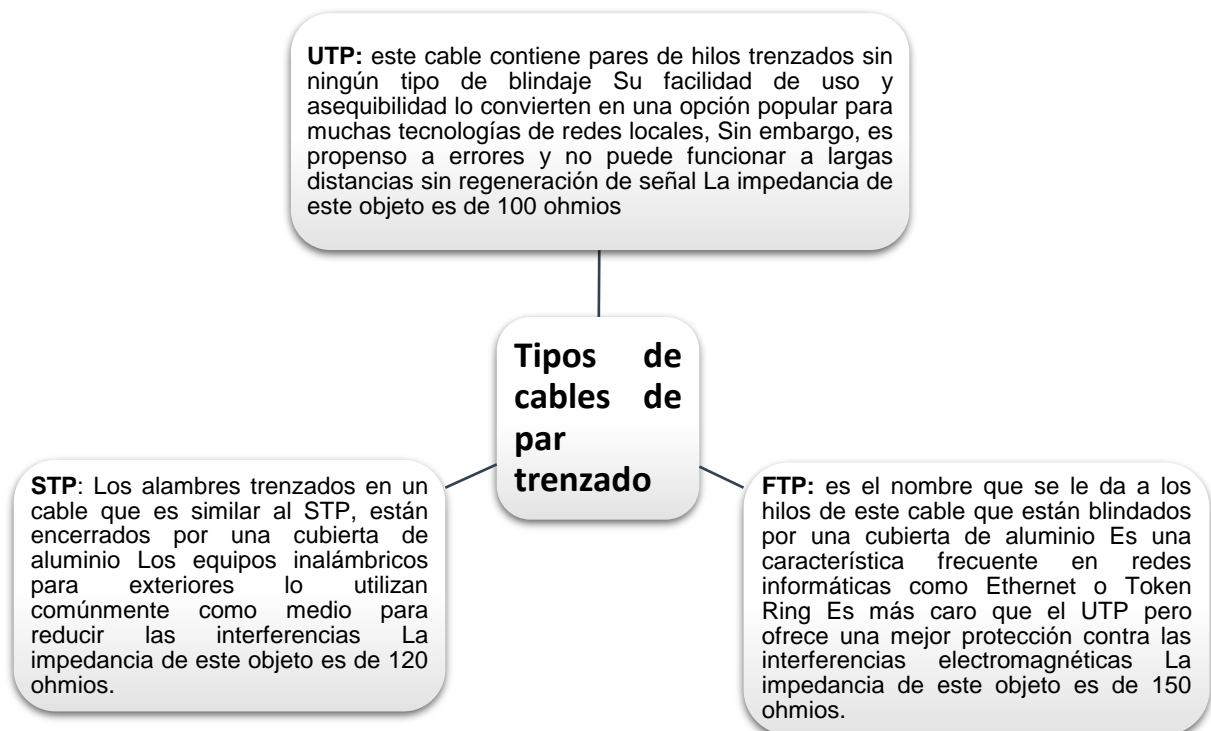


Ilustración 2.- Tipos de Cable de Par Trenzado.

FUENTE: tabla elaborada por el autor

2.2.1.3.3 Clasificación de cableado ethernet

Los cables Ethernet se clasifican en diferentes categorías según su capacidad para transmitir datos a altas velocidades y su capacidad para proteger los datos de interferencias electromagnéticas. David Escobar (2024), detalla las características de las categorías más comunes de cables Ethernet estas son:

- Categoría 5e (Cat 5e): El cable Cat5e es ampliamente reconocido y utilizado en redes Ethernet. Su diseño permite soportar velocidades de hasta 1 Gigabit por segundo (Gbps) a distancias de hasta 100 metros. Aunque ha sido superado en velocidad por cables más recientes como el Cat6, sigue siendo una elección popular en redes domésticas y pequeñas

empresas debido a su costo accesible y su capacidad para satisfacer las necesidades de la mayoría de las aplicaciones comunes.

- Categoría 6 (Cat 6): El Cat6 representa una evolución respecto al Cat5e, ofreciendo un rendimiento y velocidad mejorados. Puede manejar velocidades de hasta 10 Gbps a distancias de hasta 55 metros, y hasta 1 Gbps a distancias de hasta 100 metros. Esta opción es ideal para redes que demandan alto ancho de banda, como las redes empresariales y de centros de datos.
- Categoría 6a (Cat 6a): El Cat6a representa una mejora respecto al Cat6, diseñado para proporcionar un rendimiento superior. Puede manejar velocidades de hasta 10 Gbps a distancias de hasta 100 metros, siendo ideal para aplicaciones que requieren alto rendimiento y entornos de red más extensos. Su capacidad mejorada para transmitir datos y su mayor capacidad para cancelar el ruido lo convierten en una elección óptima para entornos donde la interferencia electromagnética es una preocupación.
- Categoría 7 (Cat 7): El Cat7 es una solución de cableado Ethernet de alto rendimiento que alcanza velocidades de hasta 10 Gbps a distancias de hasta 100 metros. Emplea un diseño de par trenzado blindado (STP) para proteger contra interferencias electromagnéticas, lo que lo hace ideal para entornos propensos a este tipo de interferencias. A pesar de su excelente rendimiento, el Cat7 tiende a ser más costoso y menos común en comparación con otras opciones de cableado Ethernet.

2.2.1.4 Ventajas y desventajas del ethernet

Según Carlos Cabello (2014), una ventaja principal de las redes cableadas frente al WiFi es su capacidad para aprovechar mejor el ancho de banda. Esto se traduce en una velocidad de conexión con el router notablemente superior. Además, detalla las ventajas y desventajas de Ethernet, las cuales son:

2.2.1.4.1 Ventajas:

- Velocidad: Ethernet es una tecnología de red por cable que permite una velocidad de transmisión de datos mucho más rápida que las redes inalámbricas.
- Fiabilidad: Ethernet es una tecnología de red muy fiable, ya que utiliza cables de cobre o fibra óptica para transmitir datos y es menos susceptible a interferencias electromagnéticas.
- Seguridad: la conexión de cable ethernet es más segura para el paso de la información. No es posible ponerse en modo «escucha activa» y la información que va de nuestro ordenador al router y sale hacia su destino. Si utilizamos WiFi, la conexión puede ir cifrada según la tengamos configurada, pero nunca sabes quién puede estar intentando acceder a tus datos.
- Escalabilidad: Ethernet es una tecnología de red escalable, lo que significa que se puede

ampliar y agregar dispositivos a la red fácilmente.

2.2.1.4.2 Desventajas:

- **Cableado:** Ethernet requiere cables para conectarse a la red, lo que puede ser costoso y puede requerir una instalación profesional.
- **Limitaciones de distancia:** Ethernet tiene limitaciones en cuanto a la distancia que los datos pueden ser transmitidos a través de los cables, lo que puede requerir repetidores o dispositivos de red adicionales para extender la red. No apto para aplicaciones de tráfico intensivo. En caso de que la tasa de tráfico en Ethernet aumente, la eficiencia de Ethernet disminuirá. (Greyrat, 2022)
- **Interferencia:** Aunque Ethernet es menos susceptible a interferencias electromagnéticas que las redes inalámbricas, aún puede verse afectado por interferencias de otros dispositivos eléctricos cercanos.

2.2.2 Tipos de Red

2.2.2.1 Redes LAN (Local Area Network)

Una Red de Área Local (LAN) es una infraestructura de red que conecta varios dispositivos dentro de un área geográfica limitada, como una oficina, edificio o campus universitario. Las redes LAN permiten la interconexión de dispositivos como computadoras, impresoras, servidores y otros dispositivos de red, facilitando el intercambio de recursos y datos dentro de un entorno controlado. Se caracteriza por su alta velocidad de transmisión, baja latencia y la posibilidad de compartir recursos, como acceso a internet y archivos, entre los dispositivos conectados (Sanz & M, 1996).

2.2.2.2 Redes WAN (Wide Area Network)

Las Redes de Área Amplia (WAN) se extienden por áreas geográficas más grandes, como ciudades, países o incluso continentes. A diferencia de las LAN, las WAN utilizan tecnologías de transmisión de larga distancia, como conexiones a través de fibra óptica o satélites, para interconectar diferentes redes y permitir la comunicación entre usuarios ubicados en lugares dispersos (Fibra Óptica, s.f.).

2.2.2.2.1 Contraste en redes LAN y WAN.

Característica	Red LAN (Local Area Network)	Red WAN (Wide Area Network)
Área geográfica	Limitada a un edificio, campus o pequeña área local.	Cubre grandes distancias, como ciudades, países o continentes.

Velocidad	Alta velocidad, generalmente entre 100 Mbps a 10 Gbps.	Velocidades más bajas debido a la distancia y la complejidad de la infraestructura.
Latencia	Baja latencia, ideal para aplicaciones en tiempo real.	Alta latencia, debido a las largas distancias.
Costo	Bajo costo de implementación y mantenimiento.	Alto costo debido a la infraestructura y el mantenimiento de larga distancia.
Tecnología de conexión	Generalmente utiliza cables Ethernet o Wi-Fi.	Utiliza conexiones de fibra óptica, satélites, o líneas arrendadas.
Escalabilidad	Fácil de escalar a medida que se añaden dispositivos dentro del área local.	Menos flexible en términos de escalabilidad, pero puede conectar múltiples LANs.
Fiabilidad	Alta fiabilidad, menos afectada por interferencias externas.	Menor fiabilidad, más susceptible a interferencias y fallos en la infraestructura.
Seguridad	Más fácil de administrar y asegurar, control centralizado.	Más compleja de asegurar debido a la conexión de múltiples redes dispersas.
Aplicaciones comunes	Redes de oficinas, escuelas, laboratorios, hogares.	Conexión entre oficinas remotas, interconexión de redes en diferentes ubicaciones.

Tabla 2.- Contraste en redes LAN y WAN.

2.2.2.3 PROTOCOLOS EN REDES LAN Y WAN

2.2.2.3.1 Protocolo de Control de Transmisión (TCP)

Es uno de los protocolos más fundamentales en la capa de transporte del modelo OSI. Este protocolo garantiza la entrega ordenada de los paquetes de datos, manejando el control de flujo y la retransmisión de los datos en caso de pérdida. El TCP es esencial para el funcionamiento de aplicaciones como HTTP, FTP, y el correo electrónico, tanto en redes LAN como WAN (Sanz & M, 1996).

2.2.2.3.2 Protocolo de Internet (IP)

Es otro protocolo fundamental para la identificación y direccionamiento de dispositivos dentro de una red. Se utiliza tanto en redes LAN como WAN para enrutar los paquetes de datos desde el origen hasta el destino, usando direcciones IP. El IPv4 es el protocolo más comúnmente utilizado, aunque se está haciendo una transición hacia IPv6 debido a la necesidad de más direcciones únicas para los dispositivos conectados (Sanz & M, 1996).

2.2.2.3.3 Protocolo de Acceso al Medio (MAC)

Controla cómo los dispositivos acceden al medio de transmisión compartido, asegurando que no haya colisiones de datos cuando múltiples dispositivos intentan enviar información simultáneamente. Este protocolo es una parte integral del estándar Ethernet, utilizado ampliamente en redes locales para la transmisión de datos a través de cables de cobre (Pablo, 2021).

2.2.2.3.4 Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP)

Se utiliza en redes LAN para mapear las direcciones IP a las direcciones MAC de los dispositivos en una red local. Este protocolo es crucial para asegurar que los paquetes de datos sean enviados a la dirección física correcta dentro de la LAN, facilitando así la comunicación eficiente entre los dispositivos conectados (Fibra Óptica, s.f.).

2.2.3 Topologías de red.

Las topologías de red representan la manera en que los dispositivos están organizados físicamente y cómo se interconectan lógicamente dentro de una infraestructura. Cada tipo de topología ofrece ventajas y desventajas, por lo que su elección depende de las necesidades específicas de la red.

2.2.3.1 Topología Bus

La topología bus se caracteriza por conectar todos los dispositivos a un único cable

llamado "bus", a través del cual se comparten los datos. Según Quiñonez (2010), esta configuración se basa en una línea de comunicación común que permite la transmisión de datos entre múltiples computadoras conectadas a ella.

Esta topología es económica y fácil de implementar, ya que utiliza menos cableado que otras configuraciones. No obstante, su principal desventaja radica en que cualquier falla en el cable puede interrumpir la comunicación de toda la red. Además, el rendimiento disminuye a medida que se agregan más dispositivos, debido al ancho de banda compartido.

2.2.3.2 Topología Estrella

La topología estrella es una de las más utilizadas en redes actuales. En esta configuración, cada dispositivo está conectado de manera individual a un nodo central, que puede ser un switch o un concentrador. Según Tanenbaum (1996), esta estructura permite que el nodo central gestione la comunicación y facilite el intercambio de datos entre los dispositivos conectados.

Una de sus ventajas principales es que, si un cable falla, solo afecta al dispositivo conectado a ese cable, mientras que el resto de la red continúa operativa. Sin embargo, si el nodo central sufre una avería, toda la red se verá afectada, lo que representa una de sus mayores desventajas.

2.2.3.3 Topología Malla

En la topología de malla, todos los dispositivos están interconectados entre sí, permitiendo múltiples rutas de comunicación. Esta estructura garantiza alta redundancia y confiabilidad, ya que, incluso si un enlace falla, los datos pueden seguir transmitiéndose a través de otras rutas disponibles. Según Huerta Sagástegui (2009), esta configuración es ideal para redes críticas donde la disponibilidad y la tolerancia a fallos son prioritarias.

No obstante, la complejidad de instalación y el alto costo asociado al gran número de conexiones necesarias limitan su uso a redes especializadas, como las utilizadas en entornos industriales o militares.

2.2.3.4 Topología Anillo

La topología de anillo conecta los dispositivos en un circuito cerrado, donde cada nodo está conectado al siguiente, formando un círculo. Los datos se transmiten en una dirección fija, pasando por cada nodo hasta alcanzar su destino. Según Huerta Sagástegui (2009), esta estructura es eficiente en el uso del ancho de banda, pero presenta el inconveniente de que una falla en cualquier enlace puede interrumpir toda la

comunicación.

Esta topología es adecuada para redes de tamaño pequeño o mediano, donde el tráfico de datos no es muy elevado y se requiere un uso eficiente de los recursos disponibles.

2.2.3.5 Topología Mixta

La topología mixta combina dos o más tipos de topologías en una sola red, aprovechando las ventajas de cada una. Por ejemplo, es común encontrar redes que combinan configuraciones en estrella y árbol, dependiendo de las necesidades específicas de cada segmento. Según Quiñonez (2010), esta estructura es flexible y permite optimizar el rendimiento de la red, aunque su diseño e implementación pueden ser más complejos .

2.2.4 Tecnología de fibra óptica.

2.2.4.1 Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión de información que utiliza hilos delgados de vidrio o plástico para transmitir señales de luz que transportan datos de un lugar a otro. La luz se transmite a través de la fibra óptica mediante la reflexión total interna de la luz en la superficie del núcleo de la fibra, lo que permite transmitir grandes cantidades de información a través de largas distancias a velocidades muy altas.

La fibra óptica se utiliza comúnmente en redes de telecomunicaciones para transmitir voz, video y datos a través de la red. También se utiliza en aplicaciones médicas, militares, de iluminación, sensores y muchas otras áreas en las que se requiere la transmisión de información a largas distancias y en ambientes hostiles. Aquella juega un papel fundamental en las comunicaciones celulares al ser el medio que maneja tanto el tráfico de abonados como el tráfico de control generado por los componentes activos de la red, asegurando una comunicación eficaz y fiable. (Chinchilla & E. J., , 2006)

Las ventajas de la fibra óptica incluyen su alta velocidad de transmisión de datos, su capacidad para transmitir grandes cantidades de información a largas distancias y su resistencia a la interferencia electromagnética.

Las desventajas incluyen su costo inicial más alto en comparación con otros medios de transmisión de información y la necesidad de equipos especializados para la instalación y el mantenimiento.

2.2.4.2 PRINCIPIOS DE LA FIBRA OPTICA

2.2.4.2.1 Pérdidas en los cables de fibra óptica

Las pérdidas en los cables de fibra óptica se deben a la atenuación y la dispersión de la señal óptica a medida que viaja a través de la fibra. Estas pérdidas pueden ocurrir debido a varios factores, entre ellos:

- **Atenuación por absorción:** La atenuación por absorción se produce cuando la señal óptica se absorbe por la fibra. Esto puede ocurrir debido a la impureza en el vidrio o a la presencia de iones metálicos.
- **Atenuación por dispersión:** La atenuación por dispersión se produce cuando la señal óptica se dispersa a medida que viaja por la fibra. Hay dos tipos principales de dispersión: la dispersión modal y la dispersión cromática.
- **Pérdida por curvatura:** La pérdida por curvatura se produce cuando la fibra se dobla o se curva demasiado, lo que provoca la dispersión de la señal óptica.
- **Pérdida por empalmes:** La pérdida por empalmes se produce cuando se unen dos secciones de fibra óptica. Cada empalme introduce una pequeña pérdida en la señal óptica.

Para minimizar las pérdidas en los cables de fibra óptica, se utilizan varios métodos, entre ellos:

- Utilizar fibra de alta calidad con una atenuación baja y una dispersión reducida.
- Utilizar técnicas de fabricación que reduzcan la presencia de impurezas y defectos en la fibra.
- Utilizar conectores y empalmes de alta calidad que introduzcan la menor cantidad de pérdida posible.
- Utilizar técnicas de instalación adecuadas para minimizar la pérdida por curvatura y otros factores que puedan afectar la calidad de la señal óptica.

La fibra óptica se define como una guía de onda cilíndrica y flexible, utilizada en telecomunicaciones para transmitir información mediante la modulación de la luz. Esta tecnología permite que la luz viaje largas distancias con mínimas pérdidas. Actualmente, existen diversos tipos de fibras ópticas que varían no solo en su estructura física, sino también en la composición de los materiales empleados. (Lopez Quispe, 2010) En general, la fibra óptica es una tecnología de transmisión de alta calidad que puede proporcionar un rendimiento excepcional si se instala y se mantiene adecuadamente.

2.2.4.3 PROPAGACIÓN DE LA LUZ

La propagación de la luz es el proceso mediante el cual la luz se mueve de un lugar a otro. La luz es un fenómeno ondulatorio regido por la teoría que abarca todas las

formas de radiación electromagnética. Aunque la óptica electromagnética ofrece un tratamiento exhaustivo de la luz en el marco de la óptica clásica, existen fenómenos ópticos que son inherentes a la mecánica cuántica y no pueden explicarse completamente dentro de los principios clásicos (Carranza, 2014). La luz es una forma de energía electromagnética que viaja a través del espacio en forma de ondas. Cuando la luz se mueve a través de un medio transparente, como el aire, el agua o el vidrio, puede ser refractada o desviada en su camino, lo que causa un cambio en su dirección. La propagación de la luz también puede ser afectada por el medio a través del cual viaja, como la densidad, la temperatura y la presión. La luz puede ser reflejada por superficies reflectantes, como los espejos, y puede ser absorbida por materiales opacos, como los metales. La propagación de la luz es importante en muchos campos, como la óptica, la astronomía, la fotografía y la tecnología de fibra óptica.

2.2.4.4 REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

La reflexión en una fibra óptica se produce cuando la luz que se transmite a través de la fibra se refleja en una superficie interna de la fibra, en lugar de ser transmitida a través de ella. Esta reflexión se conoce como "reflexión interna total" y se produce cuando la luz golpea una superficie de la fibra con un ángulo mayor que el ángulo crítico. El ángulo crítico es el ángulo mínimo en el que la luz puede ser transmitida a través de una fibra sin sufrir reflexión interna total. Cuando la luz incide sobre una superficie reflectante, como un espejo o un metal pulido que no absorbe luz, los fotones se reflejan saliendo con el mismo ángulo con el que entraron, en relación con la normal. Este fenómeno se conoce como reflexión. (Refracción, reflexión interna total de la luz y fibra óptica, 2020)

La reflexión en la fibra óptica puede ser tanto deseable como indeseable, dependiendo de la aplicación. En una aplicación de comunicaciones de fibra óptica, la reflexión puede ser un problema si no se controla adecuadamente. La reflexión puede provocar una pérdida de señal y afectar negativamente la calidad de la transmisión. Por lo tanto, es importante minimizar la reflexión en la fibra óptica utilizando técnicas como el pulido adecuado de las terminaciones de la fibra y el uso de conectores y empalmes de alta calidad.

Por otro lado, la reflexión puede ser útil en aplicaciones como la fibra óptica para sensores y la fibra óptica para iluminación. En estas aplicaciones, la reflexión interna total se utiliza para dirigir la luz a través de la fibra y hacia el objeto que se va a iluminar o medir. La cantidad de reflexión puede controlarse ajustando el ángulo de incidencia de la

luz y la geometría de la fibra.

La refracción en una fibra óptica se produce cuando la luz que viaja a través de la fibra cambia de dirección al pasar de un medio a otro con un índice de refracción diferente. Cuando la luz entra en la fibra óptica, se refracta hacia la fibra debido a la diferencia en el índice de refracción entre el aire y la fibra. Una vez dentro de la fibra, la luz puede seguir refractándose a medida que viaja por la fibra, dependiendo del ángulo de incidencia y el índice de refracción del núcleo y la cubierta de la fibra.

Las fibras ópticas transmiten señales de luz a través del principio de reflexión interna total. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, se produce una refracción debido a la diferencia en la velocidad de la luz entre ambos medios. Cada medio está caracterizado por su índice de refracción, que compara la velocidad de la luz en ese medio con la velocidad en el vacío. Esta relación entre los índices de refracción determina el ángulo crítico de incidencia entre los dos medios. (Gycom, 2013)

La refracción es un proceso esencial para el funcionamiento de la fibra óptica. Permite que la luz se transmita a lo largo de la fibra sin perder demasiada energía. Además, el ángulo de refracción también se puede controlar mediante la geometría de la fibra, lo que permite que la luz se refleje internamente en la fibra y se propague a largas distancias con poca pérdida de señal.

La ley de Snell es una ley fundamental de la refracción que describe cómo la luz se refracta al pasar de un medio a otro. Esta ley establece que el ángulo de refracción depende del ángulo de incidencia y de los índices de refracción de los dos medios. En una fibra óptica, la ley de Snell se utiliza para calcular la trayectoria de la luz a medida que se refracta y se refleja internamente en la fibra. La ley de Snell permite calcular con precisión cuánto se doblará un rayo de luz al pasar de un material a otro. Para aplicarla, es necesario conocer el índice de refracción (n) de cada material. Este índice indica cuánto cambia la velocidad de la luz en ese material y, por lo tanto, cuánto se doblará el rayo. La ley de Snell proporciona la cantidad de desviación de un rayo de luz si se conocen el ángulo de incidencia inicial y los índices de refracción de los dos materiales. (Rodrigo, 2020)

2.2.4.5 Propagación de la luz a través de la fibra óptica

La propagación de la luz a través de una fibra óptica ocurre gracias a la reflexión interna total y la refracción. En una fibra óptica típica, hay un núcleo de vidrio o plástico rodeado por una capa de material con un índice de refracción menor, conocida como "revestimiento". La luz viaja a través del núcleo de la fibra, el cual tiene un índice de refracción mayor que el revestimiento. Cuando la luz ingresa al núcleo, se refracta hacia

dentro debido a la diferencia en el índice de refracción entre el aire y la fibra.

A medida que la luz viaja a lo largo del núcleo de la fibra, puede reflejarse internamente en la superficie del núcleo debido a la diferencia en el índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento. Esta reflexión interna total mantiene la luz dentro del núcleo y evita que se escape por el revestimiento. La reflexión interna total sólo ocurre cuando el ángulo de incidencia de la luz en la superficie del núcleo es mayor que el ángulo crítico, que depende del índice de refracción del núcleo y del revestimiento.

A medida que la luz se propaga a lo largo de la fibra óptica, experimenta una atenuación, lo que significa que su intensidad disminuye. La atenuación se debe a varios factores, como la absorción y la dispersión de la luz en el material de la fibra, así como la pérdida de señal en los conectores y empalmes de la fibra.

El comportamiento de la luz en una fibra óptica puede explicarse detalladamente mediante la resolución de las ecuaciones de Maxwell para una longitud de onda y geometría específicas. Las soluciones a estas ecuaciones, que cumplen con las condiciones de contorno, describen las posibles trayectorias del haz de luz en el núcleo de la fibra. Estas trayectorias se conocen como modos de propagación. (Cuando Espitia , 2009)

2.2.4.6 Ventajas y desventajas de la fibra óptica

La fibra óptica ofrece una ventaja significativa en términos de ancho de banda, que es considerablemente alto. Mediante sistemas de multiplexación, es posible transmitir hasta 32 haces de luz a velocidades de 10 GB/s cada uno a través de una sola fibra, alcanzando así una velocidad total de transmisión de 320 GB/s. Esta capacidad hace que la fibra óptica sea ideal para aplicaciones que requieren transferencia rápida y eficiente de grandes volúmenes de datos. (Chan Garcia, 2020). Es una tecnología de transmisión de datos que ofrece numerosas ventajas, así como algunas limitaciones. A continuación, se describen algunas de las ventajas e inconvenientes de la fibra óptica:

Aspecto	Ventajas	Desventajas
Velocidad	Transmite datos a velocidades mucho mayores que los cables de cobre tradicionales, utilizando luz en lugar de	Requiere equipos especializados, lo que aumenta los costos iniciales

	electricidad para el transporte de información	
Ancho de banda	Ofrece un ancho de banda significativamente alto, ideal para manejar grandes volúmenes de datos, alcanzando hasta 320 GB/s mediante sistemas de multiplexación	La señal se debilita con la distancia, requiriendo equipos de refuerzo para largas distancias
Interferencias	Es inmune a interferencias electromagnéticas, lo que la hace adecuada para entornos industriales o cercanos a líneas eléctricas	Es vulnerable a daños físicos como roturas o deformaciones del cable
Seguridad	Es más difícil de interceptar que el cobre, ya que no emite señales electromagnéticas que puedan ser captadas por dispositivos externos	Depende de una fuente de luz fiable, la cual puede ser un punto único de fallo si no se mantiene adecuadamente
Mantenimiento	Menor atenuación de señal, permitiendo que los datos viajen largas distancias sin perder calidad	Su instalación y reparación requieren técnicos altamente capacitados, lo que puede complicar el mantenimiento
Costos	A largo plazo, ofrece una alta relación costo-beneficio debido a su durabilidad y alta capacidad de transmisión	La instalación inicial es más costosa en comparación con tecnologías tradicionales como el cobre

Tabla 3.- Ventajas e inconvenientes de la fibra óptica.

2.2.4.7 Clasificaciones de la fibra óptica

La fibra óptica puede clasificarse según varios criterios, tales como su modo de propagación, estructura, revestimiento y aplicación. Esta tecnología se sustenta en cables que presentan distintas tipologías, cada una adecuada para necesidades específicas. En general, las fibras ópticas pueden dividirse en dos categorías principales: monomodo y multimodo, dependiendo de la terminación del cableado o del tipo de transmisión. A continuación, se describe algunas de las clasificaciones más comunes:

2.2.4.7.1 Fibra Monomodo (SMF)

Fibras con un núcleo delgado (8-10 micrómetros) que permiten la propagación de una sola longitud de onda de luz. Adecuada para transmisiones a largas distancias, como redes universitarias y sistemas de distribución de televisión por cable (Sanz & M, 1996).

2.2.4.7.2 Fibra Multimodo (MMF)

Fibras con un núcleo más grande (50-62.5 micrómetros) que permiten la propagación de múltiples longitudes de onda de luz simultáneamente. Utilizada para transmisiones a distancias medias en redes locales y sistemas de distribución en áreas más pequeñas (Sanz & M, 1996).

2.2.4.7.3 Fibra de Plástico (POF)

Fibra con construcción de polímeros, flexible y delgada, adecuada para su instalación en tubos eléctricos existentes. Extensión de cobertura en hogares y oficinas, útil cuando wifi o PLC no alcanzan. Ideal para conexiones en áreas donde se requiere flexibilidad y confiabilidad (Pablo, 2021).

2.2.4.7.4 Fibra de Vidrio (FO)

Fibra óptica convencional construida con vidrio, ampliamente utilizada en sectores como aeronáutica y automoción debido a su alta capacidad de transmisión de datos. Aplicaciones industriales de alta fiabilidad, como en telecomunicaciones, aeronáutica y automoción (Pablo, 2021).

2.2.4.7.5 Fibra de Revestimiento Ajustado (TFF)

Fibras con un núcleo ligeramente más pequeño que el revestimiento, lo que reduce la dispersión de modo de polarización y permite mayores velocidades de transmisión. Aplicaciones de transmisión a largas distancias donde se requieren altas velocidades, como en telecomunicaciones de largo alcance (Fibra Óptica, s.f.).

2.2.4.7.6 Fibra de Revestimiento Desplazado (DSF)

Fibras con un núcleo más grande que el revestimiento, que las hace más adecuadas para aplicaciones de corta distancia. Usada en aplicaciones de transmisión a corta distancia, como en redes de área local (LAN) o sistemas de cableado (Fibra Óptica, s.f.).

Fibra Óptica para Aplicaciones Especiales Fibras diseñadas para usos especializados, como en aplicaciones militares, aeroespaciales, láseres de alta intensidad y sensores estructurales. Utilizada en amplificadores, sensores, láseres, filtros y resonadores de anillo. Aplicaciones en sectores industriales, como la aeronáutica y la industria espacial (Tumminelli & Donalds, 2021).

2.2.4.8 COMPONENTES OPTICOS

La fibra óptica es una tecnología de transmisión de datos que se basa en varios componentes clave para funcionar eficientemente. Estos componentes incluyen cables de fibra óptica, transmisores y receptores, conectores, empalmes, amplificadores, atenuadores y divisores ópticos, convertidores de medios, y switches y routers de fibra óptica. Trabajan en conjunto para permitir la transmisión rápida y efectiva de información en forma de luz. Comprender estos componentes y sus interacciones es fundamental para entender el funcionamiento de la fibra óptica y su papel en la evolución de las comunicaciones globales.

Una fibra óptica típica se compone de tres partes principales: el núcleo, el revestimiento y el recubrimiento.

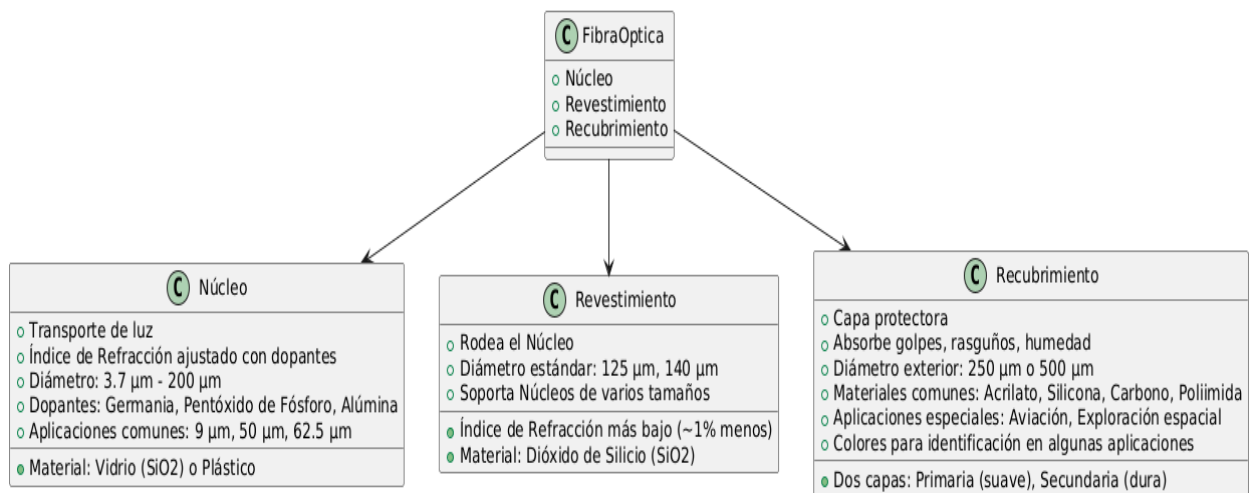


Ilustración 3.- Partes que conforman la FO.

FUENTE: tabla elaborada por el autor

Además de estos componentes básicos, la instalación de fibra óptica requiere

accesorios específicos. Uno de los componentes esenciales es la roseta de fibra óptica, una placa de pared especial para conectar la fibra óptica, diseñada para ser de fácil instalación y optimizada para ocupar el menor espacio posible. Otros accesorios opcionales incluyen protectores, casetes defusiones y empalmes de fibra. Estos componentes y accesorios hacen que la fibra óptica sea una tecnología avanzada y robusta para la transmisión de datos, ofreciendo una solución efectiva para las necesidades de comunicación actuales y futuras.

2.2.4.9 CONECTORES OPTICOS

Los conectores de fibra óptica son dispositivos mecánicos que se instalan en los extremos de los cables de fibra, permitiendo su conexión a equipos de telecomunicaciones, como transmisores, receptores u otros cables. Estos conectores alinean los núcleos de las fibras microscópicas para que los haces de luz puedan viajar a través de ellas.

El punto donde dos conectores se encuentran marca un lugar en la conexión de fibra óptica donde puede ocurrir una pérdida de señal. Para mantener niveles aceptables de atenuación, es esencial que los conectores de fibra óptica estén diseñados con precisión.

Las características de los conectores de fibra óptica más utilizados son los siguientes:

Conectores SC	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollado por Nippon Telegraph and Telephone - fabricación económica - Tiene un ajuste rápido a presión - Permite una alta densidad de conectores por dispositivo - presenta pérdidas de inserción de 0,25 Db
Conectores LC	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollado por Lucent Technologies en 1997 - Ajuste similar al de un conector RJ45(tipo push and pull) - compatible con fibras monomodo y multimodo - presenta pérdidas de inserción de 0,10 dB
Conectores ST	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollado en Estados Unidos por AT&T - diseño similar al del conector FC japonés

	<ul style="list-style-type: none"> - Es utilizado en fibras multimodo - pérdidas de inserción de aproximadamente 0,25 dB
Conectores FC	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollado por Nippon Telephone and Telegraph - fue el primer conector óptico con férula cerámica - Utilizado para fibras monomodo - También es popular en instrumentos de precisión como los OTDR y en sistemas CATV - presenta pérdidas de inserción de hasta 0,3 dB

Tabla 4.- Tipos de conectores de FO.

FUENTE: *tabla elaborada por el autor*

Las siglas SC, LC, FC y ST corresponden a los tipos de conectores ópticos más comunes en aplicaciones FTTH y redes de datos. La nomenclatura PC/UPC/APC se refiere al tipo de pulido del terminal óptico (férula) que facilita el paso de pulsos de luz láser entre dos fibras ópticas. Por tanto, el conector a usar será el apc monomodo sc/lc.

2.2.4.9.1 CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA:

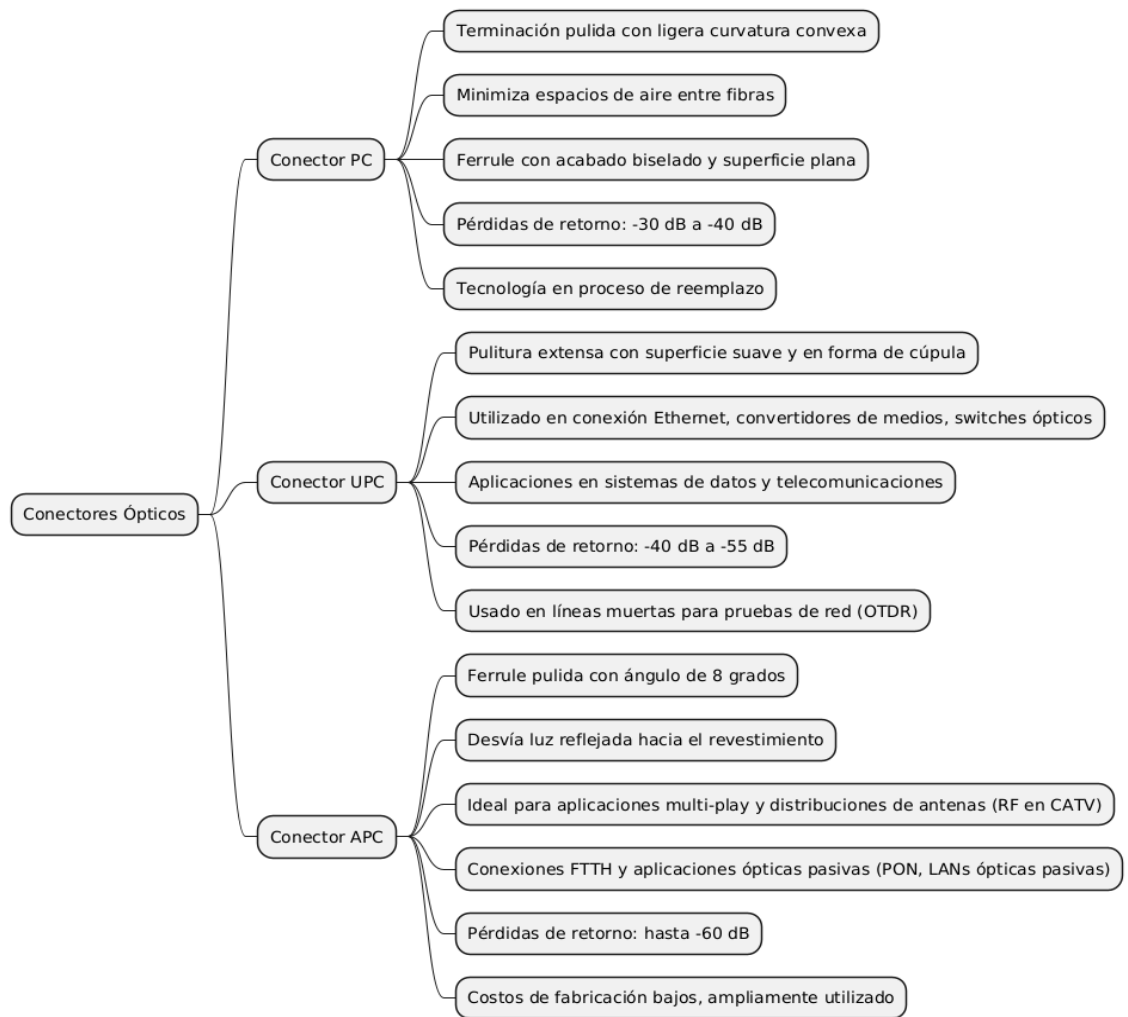


Ilustración 4.- Conectores de FO.

FUENTE: tabla elaborada por el autor



Ilustración 5.-Tipos de conectores (Melvin, 2022)

La pérdida de retorno óptico (ORL) varía entre los conectores PC, UPC y APC, y aunque las diferencias pueden parecer pequeñas, es crucial entender que la escala de decibelios no es lineal. Una pérdida de -40 dB indica que el 0,01% de la luz se refleja de vuelta, mientras que una pérdida de -50 dB significa que solo el 0,001% de la luz se refleja. En el caso de -60 dB o más, apenas el 0,00001% de la luz se refleja. Esta notable eficiencia es la razón principal por la que los conectores APC son preferidos en servicios multi-play.

2.2.4.9.2 TRANSCÉPTORES SFP/SFP+

El transceptor SFP (Small Form-factor Pluggable Transceiver) es un módulo ampliamente conocido como "SFP" o "Mini-GBIC". Estos módulos permiten interconectar diferentes dispositivos con puertos SFP, como switches o routers, a través de fibra óptica monomodo o multimodo. También existen transceptores SFP que convierten estos puertos en puertos RJ-45, permitiendo el uso de cables Ethernet estándar.

SFP

Los transceptores SFP proporcionan una velocidad de 1 Gbps en modo Full Dúplex, característica de las redes Gigabit. Estos puertos son comúnmente utilizados en switches gestionables, incluyendo aquellos destinados a pequeñas oficinas. El SFP, que significa "pequeño factor de forma enchufable" en español, es una versión mejorada del GBIC (Gigabit Interface Converter). Ocupa solo la mitad del espacio de un módulo GBIC, lo que permite una mayor densidad de puertos en los dispositivos de red. Su velocidad de datos varía entre 100 Mbps y 4 Gbps.

SFP+

Los transceptores SFP+ ofrecen una velocidad de 10 Gbps en modo Full Dúplex, característica de las redes 10G. Estos puertos están ganando popularidad debido a las redes Multigigabit que utilizan el estándar NBASE-T, permitiendo la interconexión de varios switches sin cuellos de botella ni sobresuscripción excesiva. Los módulos transceptores SFP+ son una versión avanzada de las interfaces SFP, diseñadas para soportar velocidades de datos más altas y mayores longitudes de enlace. Estos dispositivos compactos y conectables en caliente son fundamentales en el diseño de redes modernas y ofrecen una solución versátil para la comunicación a través de fibra óptica o cobre. Los transceptores SFP+ se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones de telecomunicaciones y comunicación de datos, siendo esenciales para conexiones de alta velocidad en centros de datos, armarios de cableado empresarial y servicios de transporte de operadores. Además, los módulos SFP+ soportan Fibre Channel de 8 Gbps, 10 Gigabit Ethernet y el estándar OTU2 de la red de transporte óptico. Incorporan también la conexión directa para enlazar dos puertos SFP+ sin transceptores de fibra adicionales, utilizando cables DAC (Direct Attach Cable) y AOC (Active Optical Cable), a continuación, se muestra un cuadro comparativo de los transceptores SFP+ y SFP.

	SFP	SFP+
Velocidad de transmisión	Soporta velocidades de hasta 4Gbps	Puede almacenar velocidades de hasta 10 Gbps en transmisión de datos.
Protocolos	Los módulos SFP cumplen con el estándar SFF-8472	Cumplen con los estándares SFF-8431 y SFF-8432.
Compatibilidad	Los transceptores SFP son compatibles con puertos SFP+	Los módulos SFP+ no son compatibles con puertos SFP

Tabla 5.- Contraste entre SFP y SFP+.

FUENTE: *tabla elaborada por el autor*

2.2.4.10 Patch Cords

Un Patch Cord, también conocido como cable de parcheo, es un cable corto y flexible diseñado para conectar dispositivos de red. Equipados con conectores en ambos extremos, como los RJ-45 en cables Ethernet, estos cables facilitan la conexión entre computadoras, impresoras, routers, switches y otros equipos de red.

Funciones del Patch Cord:

Conexión de dispositivos: Su principal función es establecer conexiones directas entre dispositivos, como conectar una computadora a un router, un servidor a un switch o una impresora a la red local.

Transmisión de datos: Se utilizan para transmitir datos desde el emisor hasta el receptor, incluyendo información de internet, archivos compartidos en la red local y otros tipos de datos digitales.

Mantenimiento y administración: Son útiles para tareas de mantenimiento y administración de redes, permitiendo reorganizar la conectividad entre dispositivos y diagnosticar problemas de conexión, mejorando así la eficiencia y confiabilidad del sistema de red.

2.2.4.10.1 Tipos de Patch Cords:

Cable Crossover	Anteriormente necesario para permitir la transmisión y recepción correctas de datos entre dispositivos utilizando pares de cobre específicos. Hoy en día, las tarjetas de red gestionan esto automáticamente, eliminando la necesidad de cables cruzados.
Cable Straight	Permite que los pares de cobre lleguen de manera idéntica de un extremo a otro, terminando en un conector RJ45.
U/UTP (Unshielded Twisted Pair):	Cable sin blindaje exterior ni en los pares de cobretrenzados.
F/UTP (Foil Shielded Twisted Pair)	Cable con blindaje externo, pero sin blindaje en los pares de cobre.

U/FTP (Unshielded cable, Foil Shielded Twisted Pairs)	Cable sin blindaje externo, pero con blindaje en los pares individuales.
S/FTP (Braided Shielded Cable, Foil Shielded Twisted Pairs):	Cable con blindaje trenzado y con blindaje en cada par trenzado.

Tabla 6.- Tipos de PatchCords.

FUENTE: tabla elaborada por el autor

El cable de fibra óptica monomodo SC/APC de 20 metros se utiliza para la transmisión de datos a corta o larga distancia. Este latiguillo de fibra óptica dúplex está equipado con conectores SC/APC en ambos extremos, lo que lo hace ideal para comunicaciones de alta velocidad entre equipos de datos.

Diseñado para instalaciones en interiores, este cable cuenta con una cubierta LSZH (Low Smoke Zero Halogen), que garantiza seguridad al minimizar la emisión de humos y gases tóxicos en caso de incendio. El cable preconectorizado facilita una instalación rápida y sencilla, reduciendo la necesidad de realizar conexiones manuales complejas y mejorando la fiabilidad de la conexión. La tecnología de fibra óptica monomodo permite una mayor capacidad de transmisión y menores pérdidas de señal, lo que es crucial para aplicaciones que requieren un alto rendimiento y estabilidad. Este tipo de cable es ampliamente utilizado en redes de telecomunicaciones, centros de datos y otras infraestructuras que demandan una conexión de datos robusta y eficiente.

- **U/FTP (Unshielded cable, Foil Shielded Twisted Pairs):** Cable sin blindaje externo, pero con blindaje en los pares individuales.
- **S/FTP (Braided Shielded Cable, Foil Shielded Twisted Pairs):** Cable con blindaje trenzado y con blindaje en cada par trenzado.

El cable de fibra óptica monomodo SC/APC de 20 metros se utiliza para la transmisión de datos a corta o larga distancia. Este latiguillo de fibra óptica dúplex está equipado con conectores SC/APC en ambos extremos, lo que lo hace ideal para comunicaciones de alta velocidad entre equipos de datos.

Diseñado para instalaciones en interiores, este cable cuenta con una cubierta LSZH (Low Smoke Zero Halogen), que garantiza seguridad al minimizar la emisión de humos y gases tóxicos en caso de incendio. El cable preconectorizado facilita una instalación rápida y sencilla, reduciendo la necesidad de realizar conexiones manuales

complejas y mejorando la fiabilidad de la conexión. La tecnología de fibra óptica monomodo permite una mayor capacidad de transmisión y menores pérdidas de señal, lo que es crucial para aplicaciones que requieren un alto rendimiento y estabilidad. Este tipo de cable es ampliamente utilizado en redes de telecomunicaciones, centros de datos y otras infraestructuras que demandan una conexión de datos robusta y eficiente.

2.2.5 Parámetros de desempeño de la red.

2.2.5.1 Tiempos de Servicio (ToS)

Los Tiempos de Servicio (ToS) en redes se refieren al intervalo que un sistema o dispositivo requiere para procesar una solicitud y proporcionar una respuesta adecuada. Estos tiempos pueden dividirse en tres categorías principales: tiempo de procesamiento, tiempo de espera y tiempo de transmisión. El tiempo de procesamiento corresponde al intervalo necesario para que un dispositivo procese una solicitud, como lo que tarda un router en gestionar un paquete de datos. Por su parte, el tiempo de espera incluye los periodos previos a que un dispositivo procese la solicitud, mientras que el tiempo de transmisión abarca el recorrido de los datos entre dispositivos en una red .

La gestión eficiente de los ToS es crucial en aplicaciones en tiempo real, como sistemas financieros o comunicaciones de videollamadas, donde cualquier retraso puede comprometer la experiencia del usuario. Para optimizar los ToS, se implementan estrategias como la mejora de la infraestructura de red y la optimización de los protocolos de comunicación (Roo, 2004).

2.2.5.2 Calidad de Servicio (QoS)

La Calidad de Servicio (QoS) es un concepto que abarca los mecanismos y políticas utilizadas para garantizar que el tráfico de datos en una red reciba el tratamiento prioritario necesario para su correcto funcionamiento. Según Bossio Nieto y Cuadrado González (2003), la QoS puede definirse como "los beneficios que los usuarios finales obtienen de los servicios".

La QoS se vuelve especialmente relevante en redes que gestionan aplicaciones en tiempo real, como voz sobre IP (VoIP) y videoconferencias, donde la latencia, la pérdida de paquetes y la fluctuación del ancho de banda pueden afectar significativamente la calidad del servicio. Para garantizar una experiencia óptima, los administradores de red emplean técnicas como la clasificación del tráfico, la asignación de prioridades y el control de congestión. Por ejemplo, los paquetes de voz y video suelen tener mayor prioridad sobre otros tipos de tráfico, como el correo electrónico, asegurando que las

aplicaciones críticas reciban un ancho de banda adecuado.

2.2.5.3 VPN (Redes Privadas Virtuales)

Una VPN permite crear una conexión segura entre redes a través de Internet, utilizando técnicas de cifrado para proteger los datos que se transmiten. Esto es especialmente útil en entornos empresariales donde los empleados remotos necesitan acceder a recursos internos de la empresa de manera segura. Las VPNs proporcionan confidencialidad, integridad de los datos y autenticación, permitiendo que la comunicación a través de Internet se realice de forma privada, incluso si los dispositivos están geográficamente dispersos. Sin embargo, la configuración y el mantenimiento de una VPN requieren ciertos recursos y habilidades técnicas (Roo, 2004).

2.2.5.4 Firewall (Cortafuegos)

El firewall es una herramienta de seguridad que regula el tráfico entre diferentes redes, bloqueando accesos no autorizados y permitiendo solo el tráfico autorizado. Actúa como una barrera de protección, tanto para redes internas como para Internet. Los firewalls son esenciales para prevenir ataques cibernéticos, como los intentos de intrusión o malware. Sin embargo, un firewall mal configurado puede bloquear el tráfico legítimo, lo que genera problemas en la red. Por ello, su implementación debe ser cuidadosamente gestionada para equilibrar la seguridad y el rendimiento de la red (Martínez Molina, Pacheco Meneses y Silgado, 2009).

2.2.5.5 VLAN (Redes de Área Local Virtuales)

Una VLAN permite segmentar una red física en varias redes lógicas, mejorando la gestión del tráfico y aumentando la seguridad. Cada VLAN actúa como una red independiente, lo que facilita la asignación de políticas específicas para cada grupo de dispositivos. Las VLANs permiten reducir la congestión del tráfico al limitar el alcance de los paquetes de broadcast. Sin embargo, la configuración y administración de VLANs pueden ser complejas, especialmente en redes grandes, y requieren un control cuidadoso de las asignaciones para asegurar un rendimiento óptimo (Tigre Cortes, 2012).

2.2.6 Redundancia en Redes de Telecomunicaciones

La redundancia en redes de telecomunicaciones es un principio clave en el diseño de infraestructuras de red confiables y de alta disponibilidad. Consiste en la inclusión de componentes adicionales que no son estrictamente necesarios para el funcionamiento básico de la red, pero que proporcionan resiliencia y continuidad en caso de fallos. Esta redundancia puede aplicarse tanto a nivel de hardware (como en servidores, routers o

enlaces de comunicación) como a nivel de software (mediante protocolos de recuperación ante fallos) (Sanz, 1996).

El propósito principal de la redundancia es garantizar la disponibilidad continua del servicio. Por ejemplo, en una red con mecanismos redundantes, si un enlace de comunicación o dispositivo experimenta una falla, el tráfico de datos puede ser redirigido automáticamente a otro enlace o dispositivo disponible, minimizando las interrupciones. De esta manera, se asegura que la red mantenga su rendimiento sin comprometer la calidad del servicio o la experiencia del usuario. La redundancia contribuye directamente a la disponibilidad de la red, ya que reduce la probabilidad de que un fallo en un componente crítico cause una caída generalizada del sistema (Pablo, 2021).

2.2.6.1 Importancia de la Redundancia

La importancia de la redundancia es fundamental en entornos de telecomunicaciones y redes empresariales, donde la disponibilidad continua de la red es esencial para el funcionamiento normal de las operaciones. En redes críticas, como aquellas que soportan sistemas de emergencia o servicios corporativos, los tiempos de inactividad pueden tener efectos devastadores, como la pérdida de datos o la interrupción de procesos de negocio (Fibra Óptica, s.f.). La redundancia no solo mejora la fiabilidad de la red, sino que también optimiza la resiliencia frente a situaciones imprevistas, como fallos de hardware o cortes de energía, lo que permite que la red siga funcionando sin interrupciones (Tigre Cortes, 2012).

Además, la redundancia contribuye a mantener un nivel adecuado de mantenimiento sin interrupciones, ya que permite realizar reparaciones o actualizaciones en los sistemas redundantes sin que ello afecte el rendimiento global de la red. Este aspecto resulta especialmente importante en entornos empresariales, donde cualquier interrupción podría tener un impacto económico significativo (Sanz, 1996).

2.2.6.2 Propósito de la Redundancia

El propósito principal de la redundancia en las redes de telecomunicaciones es asegurar que los servicios sigan operando sin interrupciones en caso de fallos o fallas del sistema. Esto se logra mediante la duplicación de elementos esenciales de la infraestructura, como enlaces de red, servidores o dispositivos de almacenamiento, lo cual permite que el tráfico se redirija automáticamente a otros componentes disponibles sin afectar la calidad del servicio (Pablo, 2021). En redes críticas, como aquellas utilizadas en el sector financiero o en los sistemas de control industrial, la redundancia es

indispensable para garantizar que la comunicación siga fluyendo incluso cuando se presenten fallos en un enlace o dispositivo (Fibra Óptica, s.f.).

2.2.6.3 Redundancia y Disponibilidad de la Red

La redundancia mejora la disponibilidad de la red, permitiendo que, ante una falla en algún componente, el tráfico de datos continúe circulando a través de rutas alternativas disponibles. Este tipo de diseño es crucial en redes de alta disponibilidad, donde la pérdida de conectividad o la interrupción de servicios es inaceptable. En topologías como la topología de anillo, por ejemplo, la redundancia se incorpora de forma natural, ya que los dispositivos están conectados de tal manera que los datos pueden circular en ambas direcciones, asegurando que la comunicación continúe incluso si uno de los enlaces falla (Sanz, 1996). Esto no solo mejora la fiabilidad de la red, sino que también contribuye a la tolerancia a fallos, ya que la redundancia minimiza la probabilidad de que una única falla cause un impacto significativo en toda la red (Tigre Cortes, 2012).

2.2.6.4 Mecanismos de Redundancia en Redes de Telecomunicaciones

En redes de telecomunicaciones, los mecanismos de redundancia son esenciales para garantizar la fiabilidad y la disponibilidad continua de los servicios. Dos de los métodos más comunes utilizados para lograr redundancia son la conmutación por error y la duplicación de rutas.

La conmutación por error permite que, en el caso de que un componente de la red falle, el tráfico de datos sea redirigido automáticamente hacia otro camino disponible sin interrumpir la comunicación. Un ejemplo de este mecanismo es el Spanning Tree Protocol (STP), que se utiliza en redes de conmutación para evitar la creación de bucles de red. STP bloquea las rutas redundantes y asegura que solo exista un camino activo entre los dispositivos de la red, garantizando así una transmisión de datos eficiente y sin interferencias (Sanz, 1996).

Por otro lado, la duplicación de rutas implica el establecimiento de múltiples enlaces entre dispositivos, de manera que, si uno de ellos falla, el tráfico de datos puede ser redirigido a través de otro enlace, asegurando que la conectividad de la red no se vea interrumpida. Este tipo de redundancia es común en topologías de red como malla o anillo, donde los enlaces redundantes están diseñados para mantener la red operativa incluso en situaciones de fallo de un componente o conexión (Tigre Cortes, 2012).

2.2.6.5 Impacto de la Redundancia en la Seguridad y Continuidad

La redundancia juega un papel crucial en la mejora de la seguridad y la continuidad del servicio en redes de telecomunicaciones. Al contar con rutas alternativas y sistemas duplicados, la red puede seguir operando sin interrupciones en caso de fallos inesperados o ataques cibernéticos. Si un enlace es comprometido o interrumpido, el tráfico puede ser redirigido automáticamente a través de otros enlaces redundantes, lo que garantiza que la comunicación continúe sin problemas. Además, la redundancia ayuda a mantener la integridad de los datos al permitir que la red continúe funcionando sin que se vean afectados los procesos en curso, incluso durante ataques como los de denegación de servicio (DDoS). Esto se debe a que, al disponer de rutas alternativas, la red puede dispersar el tráfico y mitigar los efectos de los ataques, evitando que una sola vulnerabilidad comprometa toda la infraestructura (Fibra Óptica, s.f.).

2.2.7 Herramientas de medición y análisis de redes.

2.2.7.1 Wireshark.

Wireshark es una herramienta ampliamente utilizada para el análisis de tráfico de red, que permite capturar y examinar los paquetes de datos que circulan por una red de manera detallada. Su principal función es proporcionar una visión profunda del comportamiento de la red, permitiendo la identificación de problemas de rendimiento, fallos de comunicación y posibles amenazas de seguridad. Según Zeas (2011), Wireshark es una herramienta de análisis de red que captura y analiza los paquetes en tiempo real, brindando información sobre el tráfico de red de forma detallada. Esta capacidad permite realizar un diagnóstico preciso de los problemas de conectividad y rendimiento en una red.

Una de las características más relevantes de Wireshark es su habilidad para operar en modo promiscuo, lo que le permite capturar todo el tráfico de la red, no solo los paquetes destinados al equipo que ejecuta el software. Esta función facilita un análisis exhaustivo de los datos que atraviesan la red, proporcionando información sobre los protocolos utilizados, las interacciones entre dispositivos y los tiempos de transmisión de los paquetes. Esta herramienta es especialmente útil para los administradores de redes, ya que permite visualizar de manera detallada el comportamiento de la red y detectar posibles cuellos de botella o configuraciones incorrectas (Laprovittera, 2023).

En términos de medición de rendimiento, Wireshark permite evaluar el throughput y la latencia de la red. El throughput, o rendimiento de la red, se mide

observando las tasas de transferencia de datos entre dispositivos a lo largo del tiempo. Wireshark permite registrar estos datos y calcular las tasas máximas y mínimas de transferencia, lo cual es útil para identificar la capacidad de la red para manejar grandes volúmenes de tráfico. Además, Wireshark se utiliza para medir la latencia a través de pruebas de ping, que envían paquetes de prueba a diferentes dispositivos de la red y miden el tiempo de ida y vuelta (Round Trip Time, RTT). Estos parámetros son esenciales para evaluar el comportamiento de la red, especialmente en aplicaciones sensibles al tiempo, como la voz sobre IP (VoIP) o las videoconferencias, que requieren baja latencia y alto rendimiento para funcionar correctamente (Chonillo Bermúdez, 2022).

2.3 MARCO TEÓRICO

El marco teórico actual proporciona una revisión completa de los conceptos esenciales relacionados con el tema de estudio, basándose en una exhaustiva recopilación de investigaciones relevantes. Estos estudios han ofrecido información crucial y han sido decisivos para el desarrollo e implementación de la propuesta tecnológica en cuestión. Esta revisión tiene como objetivo contextualizar y profundizar en los fundamentos teóricos que respaldan el proyecto, asegurando así una comprensión integral y bien fundamentada.

En el estudio titulado "Migración de topología lineal a topología en anillo en una red SDH de fibra óptica de alta disponibilidad", se abordan como principales objetivos el diseño de un modelo de red de alta disponibilidad compuesto por tres nodos SDH y una infraestructura de fibra óptica. El proceso se centra en la transición de una conexión lineal a una topología en anillo, proponiendo un modelo específico para esta configuración. Durante la investigación, se evaluaron las ventajas y desventajas de esta implementación, concluyendo que el cambio de topología es viable siempre y cuando el tráfico acumulado en la topología lineal inicial en cada segmento no exceda la capacidad total del anillo propuesto. El éxito del proyecto no solo depende del diseño técnico, sino también de los recursos disponibles y su adecuada gestión. (Espin, Rodrigo, & Saenz, 2011)

El libro "9 I+D+i en una empresa de América Latina. El Laboratorio de Telecomunicaciones. Posibilidades y límites del emprendimiento" (2020), tiene como objetivo explorar y contribuir al entendimiento teórico y práctico acerca de las verdaderas oportunidades para innovar en empresas, especialmente aquellas ubicadas en países en desarrollo.

Se enfoca en áreas fundamentales para el funcionamiento y avance de un equipo innovador, tales como la definición de identidad y misión, estrategia empresarial, desarrollo de infraestructura y talento humano, organización interna, gestión de recursos, procesos operativos, gestión de proyectos, y la configuración de la cultura empresarial.

En la investigación titulada: "Análisis de la implementación de redes híbridas de transmisión de datos en entornos industriales" Humberto González (2018), define los principios de diseño de diversas estructuras de red y sus requisitos fundamentales para la integración en procesos industriales.

Se destaca la fusión de redes independientes en redes híbridas, que han demostrado ser altamente utilizadas en la industria debido a sus múltiples topologías como árbol, estrella, bus y combinaciones entre ellas. Estas redes pueden adaptarse a diferentes protocolos, mejorando así la eficiencia de los procesos industriales. Desde la introducción hasta los resultados, el estudio detalla cómo estas redes optimizan los procesos industriales aplicados, destacando las simplificaciones que han resultado en una mayor satisfacción operativa.

La tesis: "Diseño y análisis sistémico de una red backhaul auto gestionable en topologías estrella y anillo para conectividad rural en Caldas", se valida una metodología de diseño de redes inalámbricas de telecomunicaciones destinada a extender la conectividad en zonas rurales andinas de Colombia, especialmente en el contexto posconflicto. Ambas topologías, estrella y anillo, ofrecen diferentes cualidades funcionales, y la elección entre ellas dependerá de las necesidades específicas de la red. La topología en estrella presenta como ventaja principal que todos los nodos secundarios están conectados directamente al nodo principal, lo cual evita la introducción de latencias adicionales en caso de que existan nodos intermedios, haciendo así que la transmisión sea más rápida. (Cortés,, y otros, 2022)

Dentro de la investigación, "El diseño e implementación de una red inalámbrica para proporcionar servicios de telecomunicaciones en las Cochabambas, alimentada por paneles solares", se investigó el diseño de una red inalámbrica destinada a ofrecer servicios de internet de alta velocidad, utilizando protocolos como OSPF y políticas de calidad de servicio. El objetivo fue optimizar el uso de los recursos de la red mediante un sistema de energía renovable basado en arreglos de paneles solares, que alimentan tanto los componentes activos como pasivos de la infraestructura de telecomunicaciones. Se concluyó que la integración de fuentes de energía a través de paneles solares facilita la disponibilidad de electricidad en lugares de difícil acceso para las redes convencionales

de distribución de energía, representando un componente esencial en despliegues de telecomunicaciones donde los requisitos energéticos no son elevados. (Auky & Tualombo, 2023)

Rodas (2014) en su investigación titulada “Diseño de una red inalámbrica mesh en el campus de la Universidad Nacional del Callao para proveer servicios de internet inalámbrico” se centra en proporcionar conectividad de internet inalámbrico a usuarios móviles y consolidar las redes LAN existentes en el campus. El objetivo principal es mejorar la seguridad asignando anchos de banda específicos para las distintas redes interconectadas.

El informe "Diseño e implementación de una red LAN para la empresa Palinda" sostiene que la administración de redes LAN y WAN ha permitido a las empresas e instituciones optimizar el uso de sus recursos mediante una red centralizada, lo cual facilita el acceso a la información de manera segura y rápida. Los resultados del proyecto destacan que Ethernet es la tecnología de red de área local más utilizada actualmente debido a su fácil administración e implementación, costos relativamente bajos y alta velocidad, lo que permite un mejor aprovechamiento del ancho de banda disponible. Se concluye que las redes de datos son un método eficaz para compartir información entre los usuarios, aumentando la productividad, ahorrando dinero y evitando la duplicación de equipos y recursos. (Zheng & Li Ping, 2017)

Por otro lado, los estudios de Becerra Rodríguez, F. (2008), destacan que las redes empresariales emergen de la interacción entre unidades productivas que pueden operar tanto dentro de un territorio específico como trascender sus límites. Se enfatiza la importancia de analizar los sistemas productivos en su totalidad más que centrarse únicamente en las empresas individuales. En la literatura actual, las redes empresariales, como unidades de análisis, reciben una atención significativa. En particular, los clusters y los distritos industriales, redes empresariales de alcance regional o local, han sido objeto de estudio no solo en ámbitos académicos, sino también en gobiernos y organismos internacionales durante las últimas tres décadas.

La investigación titulada: "Estudio de QoS sobre WLAN utilizando el estándar 802.11e aplicado a transmisiones de sistemas multimedia en tiempo real" fue realizado en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo como parte de los requisitos para obtener el título de Ingeniero en Sistemas Informáticos. Este trabajo de investigación presenta los resultados derivados de la implementación de QoS en redes WLAN, asegurando que las aplicaciones de transmisión en tiempo real prioricen el uso del ancho

de banda. Se utilizó el estándar IEEE 802.11e para mejorar la transmisión de sistemas multimedia en la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH (Zavala, 2010)

En el trabajo de tesis: “Diseño e Implementación de Módulos Didácticos para redes de planta externa GPON en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena”, propone diseñar e implementar módulos didácticos o tableros experimentales de fibra óptica utilizando la tecnología GPON en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Esta tecnología permite distribuir el ancho de banda sobre un solo hilo de fibra óptica mediante divisores ópticos conocidos como "splitters".

En el trabajo de investigación se consideró las diversas especificaciones técnicas de estos elementos, lo cual influye significativamente en la pérdida de potencia de los modelos de red. Antes de adquirir datos en mediciones ópticas, se realizó el cálculo del presupuesto óptico para cada modelo de red, facilitando así la detección de errores y estableciendo medidas correctivas. (Maldonado Peñafiel , 2022)

Roberto Zeas, en su proyecto de investigación titulado: "Análisis y captura de paquetes de datos en una red mediante la herramienta Wireshark", destacó la importancia de las funcionalidades y el potencial ofrecido por Wireshark. Su objetivo fue orientar a administradores que necesiten detectar, analizar o solucionar anomalías de red. El estudio subrayó la utilidad del software, su compatibilidad con diversos sistemas operativos y protocolos, resaltando su capacidad para guardar, combinar y exportar paquetes de datos con fines analíticos. (2011)

En la actualidad, la conectividad define el funcionamiento de empresas, instituciones e individuos, facilitando el acceso global a diversos tipos de información. Mantenerse conectado implica enfrentar múltiples desafíos y responsabilidades, especialmente debido a los constantes riesgos que amenazan la integridad de la información. Por ello, es crucial contar con una infraestructura de red robusta que permita la implementación segura de nuevas tecnologías, respaldada por medidas de seguridad físicas y lógicas adecuadas.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA PROPUESTA(ANALISIS)

3.1 Configuración de una Red LAN Orientada a Entorno Empresarial

Una Red de Área Local (LAN) orientada a un entorno empresarial es una infraestructura de comunicación diseñada para conectar los dispositivos dentro de una organización, como computadoras, impresoras, servidores y otros equipos, permitiendo el intercambio de datos y el acceso a recursos compartidos. La configuración de una red LAN empresarial debe considerar varios factores, incluyendo la capacidad de transmisión, la seguridad, la escalabilidad y la fiabilidad para satisfacer las necesidades de comunicación interna de la empresa.

3.2 Componentes y Estructura de la Red LAN Empresarial

Una red LAN empresarial se configura utilizando diversos dispositivos de red esenciales para la transmisión de datos y la gestión de tráfico. Entre estos dispositivos se incluyen switches, routers, firewalls, y puntos de acceso Wi-Fi. Los switches son cruciales en una LAN, ya que permiten la conexión de dispositivos dentro de la red mediante cables Ethernet o conexiones inalámbricas. Los routers, por su parte, permiten la interconexión de la LAN con otras redes, como Internet, gestionando el tráfico de datos entre ellas y proporcionando acceso seguro a servicios externos (Sanz, 1996).

En una red LAN empresarial, los dispositivos se conectan a través de una topología adecuada, siendo las más comunes la topología estrella o la topología de bus. La topología estrella es preferida en entornos empresariales debido a su capacidad para facilitar la administración y resolución de problemas. En este tipo de configuración, cada dispositivo está conectado a un nodo central (switch o concentrador), lo que permite una comunicación eficiente y fácil de monitorear. Si un dispositivo presenta fallos, solo se afecta su conexión al nodo central, mientras que el resto de la red permanece operativa (Tanenbaum, 1996).

3.3 Requisitos de la Red LAN en el Entorno Empresarial

En un entorno empresarial, la capacidad de la red debe ser suficiente para manejar el volumen de tráfico generado por los usuarios y aplicaciones de la empresa. Esto implica la implementación de una infraestructura de alta velocidad, como fibra óptica, para garantizar una transmisión de datos rápida y eficiente entre los diferentes dispositivos de la red. La fibra óptica, en particular, ofrece ventajas significativas en cuanto a ancho de banda y resistencia a interferencias electromagnéticas, lo que la hace ideal para entornos

empresariales que demandan un alto rendimiento (Fibra Óptica, s.f.).

La seguridad de la red es otro aspecto crucial en una LAN empresarial. La implementación de firewalls, sistemas de detección de intrusiones y cifrado de datos es esencial para proteger la infraestructura contra ataques cibernéticos y accesos no autorizados. Los firewalls se utilizan para controlar el tráfico entrante y saliente, permitiendo o bloqueando la información según las reglas de seguridad definidas. Además, el uso de VPNs (Redes Privadas Virtuales) permite que los empleados accedan a la red de manera segura desde ubicaciones remotas, garantizando la confidencialidad de la información (Roo, 2004).

3.4 Escalabilidad y Fiabilidad

Una de las principales ventajas de una red LAN empresarial es su escalabilidad. Las redes LAN están diseñadas para ser fácilmente ampliadas a medida que la empresa crece. Esto permite agregar nuevos dispositivos, usuarios y aplicaciones sin afectar el rendimiento general de la red. Además, para garantizar una alta fiabilidad, las empresas implementan mecanismos de redundancia, como enlaces redundantes y conmutación por error, que aseguran la continuidad del servicio en caso de fallos en algún componente de la red (Tigre Cortes, 2012).

3.5 LAN Empresarial.

Una Red de Área Local (LAN) orientada a un entorno empresarial es una infraestructura de comunicación diseñada para conectar los dispositivos dentro de una organización, como computadoras, impresoras, servidores y otros equipos, permitiendo el intercambio de datos y el acceso a recursos compartidos. La configuración de una red LAN empresarial debe considerar varios factores, incluyendo la capacidad de transmisión, la seguridad, la escalabilidad y la fiabilidad para satisfacer las necesidades de comunicación interna de la empresa.

3.5.1 Componentes y Estructura de la Red LAN Empresarial

Una red LAN empresarial se configura utilizando diversos dispositivos de red esenciales para la transmisión de datos y la gestión de tráfico. Entre estos dispositivos se incluyen switches, routers, firewalls, y puntos de acceso Wi-Fi. Los switches son cruciales en una LAN, ya que permiten la conexión de dispositivos dentro de la red mediante cables Ethernet o conexiones inalámbricas. Los routers, por su parte, permiten la interconexión de la LAN con otras redes, como Internet, gestionando el tráfico de datos entre ellas y proporcionando acceso seguro a servicios externos (Sanz, 1996).

En una red LAN empresarial, los dispositivos se conectan a través de una topología adecuada, siendo las más comunes la topología estrella o la topología de bus. La topología estrella es preferida en entornos empresariales debido a su capacidad para facilitar la administración y resolución de problemas. En este tipo de configuración, cada dispositivo está conectado a un nodo central (switch o concentrador), lo que permite una comunicación eficiente y fácil de monitorear. Si un dispositivo presenta fallos, solo se afecta su conexión al nodo central, mientras que el resto de la red permanece operativa (Tanenbaum, 1996).

3.5.2 Requisitos de la Red LAN en el Entorno Empresarial

En un entorno empresarial, la capacidad de la red debe ser suficiente para manejar el volumen de tráfico generado por los usuarios y aplicaciones de la empresa. Esto implica la implementación de una infraestructura de alta velocidad, como fibra óptica, para garantizar una transmisión de datos rápida y eficiente entre los diferentes dispositivos de la red. La fibra óptica, en particular, ofrece ventajas significativas en cuanto a ancho de banda y resistencia a interferencias electromagnéticas, lo que la hace ideal para entornos empresariales que demandan un alto rendimiento (Fibra Óptica, s.f.).

La seguridad de la red es otro aspecto crucial en una LAN empresarial. La implementación de firewalls, sistemas de detección de intrusiones y cifrado de datos es esencial para proteger la infraestructura contra ataques cibernéticos y accesos no autorizados. Los firewalls se utilizan para controlar el tráfico entrante y saliente, permitiendo o bloqueando la información según las reglas de seguridad definidas. Además, el uso de VPNs (Redes Privadas Virtuales) permite que los empleados accedan a la red de manera segura desde ubicaciones remotas, garantizando la confidencialidad de la información (Roo, 2004).

3.5.3 Escalabilidad y Fiabilidad

Una de las principales ventajas de una red LAN empresarial es su escalabilidad. Las redes LAN están diseñadas para ser fácilmente ampliadas a medida que la empresa crece. Esto permite agregar nuevos dispositivos, usuarios y aplicaciones sin afectar el rendimiento general de la red. Además, para garantizar una alta fiabilidad, las empresas implementan mecanismos de redundancia, como enlaces redundantes y conmutación por error, que aseguran la continuidad del servicio en caso de fallos en algún componente de la red (Tigre Cortes, 2012).

3.5.4 Normativa y estándares para redes de fibra óptica empresarial

En la industria de las telecomunicaciones, las normativas y estándares son fundamentales para garantizar la eficiencia y calidad en la construcción de redes de fibra óptica. Estas directrices establecen los parámetros técnicos y de seguridad que deben seguirse en todas las etapas del proceso de instalación y mantenimiento de estas redes. En este artículo, examinaremos los principales estándares y normativas que regulan la construcción de redes de fibra óptica y cómo su cumplimiento contribuye a la creación de infraestructuras confiables y de alto rendimiento.

3.5.5 Estándares de la fibra óptica:

Los estándares de fibra óptica se determinan principalmente por el tamaño del núcleo y el diámetro del revestimiento. Para la fibra monomodo, el estándar es de 8.3 μm , mientras que para la fibra multimodo, los estándares son de 50 μm y 62.5 μm . Estos tamaños son considerablemente pequeños en comparación con el diámetro de un cabello humano, que es de 70 μm . El revestimiento de la fibra óptica tiene un diámetro estándar de 125 μm , lo cual es crucial para garantizar su correcto funcionamiento y rendimiento en diversas aplicaciones.

3.5.5.1 ISO/IEC 11801

Define los requisitos generales para los sistemas de cableado de telecomunicaciones de uso general. Este conjunto de estándares internacionales especifica aspectos cruciales como la topología de la red, los tipos de cableado permitidos y las pruebas de rendimiento que deben realizarse en edificios comerciales. (Norma ISO, 2024)

3.5.5.2 Normas FOTP de la serie TIA-455

Las normas desarrolladas por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) constituyen un conjunto de procedimientos de prueba específicos para la fibra óptica. Estas normativas ofrecen directrices y metodologías para evaluar y ensayar diversos aspectos de los componentes y sistemas de fibra óptica. La serie TIA-455 de procedimientos de prueba de fibra óptica (FOTP) abarca más de 200 documentos que detallan “procedimientos de prueba estándar para fibras ópticas, cables, transductores, dispositivos de conexión y terminación”. (Informes de noticias de FOC, 2020)

3.5.5.3 Norma ISO/IEC 14763-3

Es un estándar internacional que establece directrices y requisitos para la prueba de sistemas de cableado de fibra óptica y cobre. Su propósito fundamental es garantizar que estos sistemas cumplan con los requisitos de rendimiento especificados y operen de manera eficiente y confiable. Este estándar especifica sistemas y métodos para la inspección y prueba del cableado de fibra óptica instalado, diseñados conforme a las normativas de cableado de las instalaciones. (Iso , 2014)

3.6 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR

3.6.1 Ponchador

Una herramienta pequeña y ergonómica en forma de alicate o pinza, se utiliza para crimpar conectores en diversos tipos de cables mediante una pequeña deformación que mantiene unidas ambas partes, en la figura 8 se muestra el equipo, es ideal para técnicos instaladores de redes que buscan optimizar el tiempo en proyectos de cualquier escala, esta pinza permite cortar, pelar y limpiar cables de red de hasta 12 mm de diámetro de manera eficiente. Sus cuchillas de acero incorporadas pueden pelar cables de red redondos y modulares planos de diferentes categorías, como las categorías 5 y 6, ya sea para uso interior o exterior.



Figura 6: Ponchadora (sincables, 2023)

3.6.2 Cable de cobre

El cable de cobre es esencialmente un conductor eléctrico diseñado para optimizar la transmisión de energía eléctrica. El cobre es ampliamente reconocido por su alta

conductividad eléctrica, superando al aluminio en eficiencia, lo cual justifica su mayor valor en aplicaciones eléctricas. Una ventaja significativa del cobre es su disponibilidad natural, no requiriendo ser creado a partir de combinaciones de otros elementos. Poseen una alta capacidad de carga, lo que les permite transportar grandes volúmenes de corriente eléctrica sin experimentar sobrecalentamiento. Esta propiedad es fundamental en aplicaciones que demandan una transmisión eficiente de energía de alta potencia, como en sistemas de iluminación, equipos electrónicos y maquinaria industrial.

3.6.3 Conector RJ-45

Los conectores RJ45 son dispositivos modulares de interconexión, emparejados con cables, que permiten la comunicación de datos entre diversos sistemas electrónicos. Tienen 8 contactos y 8 posiciones de cables, lo que permite la conexión de 4 pares de cables trenzados. Aunque son similares a otros conectores 8P8C debido a su configuración de 8 contactos y 8 posiciones, los conectores RJ45 auténticos tienen una lengüeta que asegura una correcta inserción en un zócalo compatible, evitando conexiones incorrectas. Aunque los conectores 8P8C a menudo se denominan RJ45, esto no es completamente preciso, ya que los conectores 8P8C pueden conectarse a tomas RJ45, pero los RJ45 no pueden conectarse a todas las tomas 8P8C.



Figura 7: RJ45 (Moris, 2021)

3.6.4 Power Meter

Un Medidor de Potencia Óptica (Optical Power Meter, OPM) es una herramienta esencial para la verificación y el análisis de redes de fibra óptica. Su función principal es

realizar mediciones precisas de la potencia de una señal óptica, proporcionando detalles sobre los valores en decibelios (dB). Estos valores reflejan la potencia de la señal óptica a lo largo de la red de fibra óptica.

El OPM está compuesto por un detector calibrado y una placa con amplificadores que facilitan la medición y visualización de los resultados. Este dispositivo es indispensable en la instalación, operación y mantenimiento de cualquier red óptica. Además de medir la potencia, puede detectar pérdidas de señal, identificar problemas en el cableado y asegurar que la red funcione dentro de los parámetros especificados. El uso de un Medidor de Potencia Óptica es crítico en varios escenarios, incluyendo la instalación de nuevas redes de fibra, la verificación de redes existentes, y la resolución de problemas. Los técnicos utilizan este dispositivo para asegurar que cada componente de la red esté operando correctamente y para diagnosticar y solucionar problemas rápidamente, manteniendo así la integridad y el rendimiento de la red óptica.



Ilustración 8.- Power Meter (John, 2020)

.Las especificaciones clave para los medidores de potencia de fibra óptica incluyen el rango de longitud de onda, el rango de potencia óptica, la resolución de potencia y la precisión de las mediciones.

El rango de longitud de onda: Indica las diferentes longitudes de onda de luz que el dispositivo puede medir, lo cual es crucial para asegurar la compatibilidad con diversos tipos de redes de fibra óptica.

El rango de potencia óptica: Determina los niveles de potencia que el medidor puede registrar, desde señales muy débiles hasta señales muy fuertes, proporcionando flexibilidad en distintas aplicaciones de red.

La resolución de potencia: Se refiere a la mínima variación de potencia que el dispositivo puede detectar, lo que es esencial para realizar ajustes precisos y detectar pequeñas fluctuaciones en la señal.

La precisión de la potencia: Especifica cuán exactas son las mediciones del

dispositivo, lo cual es vital para garantizar la fiabilidad de los datos recopilados.

Además, los medidores de potencia de fibra óptica vienen en varios formatos para adaptarse a diferentes necesidades operativas. Algunos dispositivos son portátiles y están diseñados para ser utilizados en campo, mientras que otros son montados en rack o de escritorio para uso en entornos de laboratorio o estaciones de trabajo fijas. Los medidores de mano son especialmente útiles para los técnicos que realizan instalaciones y mantenimientos en diferentes ubicaciones, ya que son fáciles de transportar y usar en cualquier lugar. Por otro lado, los dispositivos de banco o de rack son ideales para configuraciones permanentes, ofreciendo una mayor estabilidad y funcionalidad en entornos controlados. (FOCC, 2019)

3.7 Topología a implementar

La elección de la topología de red es un factor crucial en el diseño de cualquier infraestructura de telecomunicaciones, especialmente en un entorno empresarial. En este caso, se ha optado por una topología de anillo, por sus ventajas en términos de fiabilidad, rendimiento y escalabilidad. Esta elección se justifica en función de los requerimientos específicos de la red empresarial que se busca implementar.

La fiabilidad es uno de los principales factores a considerar en el diseño de una red empresarial. La topología de anillo, especialmente cuando se combina con redundancia, proporciona alta tolerancia a fallos, lo que permite que los datos continúen circulando incluso si un enlace o nodo falla, garantizando la continuidad del servicio. Según Huerta Sagástegui (2009), en una red de topología de anillo, los dispositivos están conectados en un circuito cerrado, lo que facilita la transmisión eficiente de datos. Esta configuración asegura que, si un dispositivo se desconecta, la red pueda reconfigurarse automáticamente para evitar la interrupción del servicio, proporcionando alta fiabilidad, especialmente en entornos donde la continuidad del negocio es crítica.

En términos de rendimiento, la topología de anillo es eficiente en el uso del ancho de banda. Al permitir que los datos se transmitan en ambas direcciones dentro del anillo, o en una sola dirección, dependiendo de la configuración, se optimiza el flujo de información y se minimizan las congestiones de tráfico (Huerta Sagástegui, 2009). Además, esta topología es ideal para redes donde el tráfico de datos es moderado, lo cual es común en redes empresariales de tamaño medio, donde la carga de tráfico es consistente pero no necesariamente alta.

La escalabilidad también es una característica importante que se debe considerar

en el diseño de redes empresariales. En una topología de anillo híbrida, es posible integrar segmentos de red adicionales, como topologías estrella o malla, para mejorar el rendimiento y la flexibilidad de la red. La implementación de una topología mixta permite adaptar la infraestructura de red a las necesidades cambiantes de la empresa, ya que permite agregar nodos o enlaces adicionales sin interrumpir la operación de la red existente (Tigre Cortes, 2012). Esta combinación de topologías facilita la expansión y la integración de nuevos dispositivos sin comprometer la estabilidad o el rendimiento de la red.

Además, la redundancia es un aspecto crucial en la elección de la topología para asegurar que la red siga operativa incluso si se produce un fallo en algún nodo o enlace. La topología de anillo híbrida facilita la creación de rutas alternativas, mejorando la tolerancia a fallos y asegurando una mayor fiabilidad en las comunicaciones dentro de la red. Esta característica es especialmente importante en el contexto de un entorno empresarial donde la disponibilidad continua de la red es esencial para el funcionamiento de las operaciones (Fibra Óptica, s.f.).

3.8 Tecnologías implementadas:

3.8.1 Mikrotik hEX

En el diseño de la red empresarial, una de las tecnologías clave que se utilizará es el router Mikrotik hEX, un dispositivo de alto rendimiento y confiabilidad, ideal para entornos de red empresariales. El Mikrotik hEX es un router económico y eficaz, que ofrece una amplia gama de características avanzadas, incluyendo capacidad de enrutamiento, seguridad y gestión de tráfico. Su elección está justificada por su rendimiento, flexibilidad y facilidad de configuración, lo que lo convierte en una opción adecuada para la infraestructura de red de la empresa.



Figura 9: Mikrotik hEX S Gigabit ethernet Router (RB760iGS) (Modernsave, 2024)

El router Mikrotik hEX está diseñado para operar en redes de pequeña a mediana escala, y su capacidad para manejar un gran volumen de tráfico lo convierte en una excelente opción para gestionar la conectividad en una red empresarial. Según el fabricante, el Mikrotik hEX soporta hasta 5 puertos Ethernet, lo que permite la conexión

de múltiples dispositivos de red, y cuenta con soporte para IPv6, un protocolo de red esencial para redes modernas. Además, este dispositivo permite la configuración de políticas avanzadas de enrutamiento, como el enrutamiento estático y dinámico, lo que permite a los administradores de red optimizar el tráfico según las necesidades de la empresa (Mikrotik, 2023).

En cuanto a la seguridad de la red, el Mikrotik hEX incorpora un firewall robusto que permite filtrar el tráfico no deseado y proteger la red contra accesos no autorizados. Además, ofrece VPNs (Redes Privadas Virtuales), lo que facilita la conexión segura a la red desde ubicaciones remotas, asegurando la confidencialidad de los datos transmitidos. Según Roo (2004), el uso de un firewall integrado y VPNs es fundamental para proteger las redes empresariales contra amenazas cibernéticas, asegurando que el tráfico interno y externo esté controlado y cifrado de acuerdo con las políticas de seguridad de la organización.

El Mikrotik hEX también es compatible con QoS (Calidad de Servicio), lo que permite priorizar el tráfico según el tipo de aplicación o dispositivo, asegurando que las aplicaciones críticas de la empresa, como las videoconferencias o el acceso a la base de datos, tengan un ancho de banda adecuado. Esto es esencial para mantener el rendimiento de la red, incluso en situaciones de alta carga de tráfico (Mikrotik, 2023).

3.9 Softwares utilizados

3.9.1 Wireshark

Wireshark es una herramienta de código abierto ampliamente reconocida por su eficacia en el análisis de tráfico de redes y protocolos. Este software permite capturar y analizar el tráfico de redes en tiempo real y es compatible con diversas plataformas, lo que lo hace accesible para una amplia comunidad de usuarios. Intercepta y analiza el tráfico de red en tiempo real, manejando paquetes de numerosos protocolos como TCP, UDP, ICMP, HTTP, FTP y DNS, entre otros. Además, puede leer y decodificar datos de los protocolos más utilizados, facilitando la interpretación del tráfico capturado.



La captura de paquetes en Wireshark se inicia cuando la herramienta pone el adaptador de red en modo promiscuo, permitiendo así capturar todos los paquetes que pasan por la interfaz, no solo aquellos destinados a la máquina que está ejecutando el programa. Después de la captura, Wireshark proporciona una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar para visualizar los paquetes. Los usuarios pueden navegar a través de los paquetes capturados, filtrarlos y aplicar diversos criterios de búsqueda para analizar el flujo de datos de manera eficiente.

Una característica destacada es su capacidad para reconstruir sesiones de red. Esto significa que puede ensamblar los paquetes individuales que forman parte de una conversación entre dos dispositivos y mostrarlos en un orden legible, facilitando el análisis de las interacciones. Además de analizar el tráfico en tiempo real, permite cargar archivos de captura previamente almacenados, lo que es útil para investigar incidentes pasados o compartir información con otros miembros del equipo.

Wireshark se utiliza en una variedad de escenarios, desde el análisis de redes empresariales hasta el diagnóstico de problemas de conectividad en el hogar. Los administradores de redes emplean Wireshark para identificar cuellos de botella, analizar problemas de latencia y detectar posibles amenazas de seguridad. También se utiliza en el desarrollo y pruebas de aplicaciones y protocolos de red, ayudando a garantizar su funcionalidad y seguridad (Laprovittera, 2023). Es una herramienta versátil que permite abordar diversas necesidades en el análisis de redes:

<p>Detectar problemas de conexión</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Facilita la identificación precisa de problemas -Puede revelar dispositivos que estén sobrecargando la red con datos -Detecta ataques que estén afectando el rendimiento general.
<p>Monitorear la red en tiempo real</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Captura y visualiza el tráfico de red -Enfoque hacia tipos específicos de tráfico (tráfico HTTP)
<p>Analizar protocolos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Wireshark decodifica y analiza protocolos de red: TCP, UDP, HTTP y DNS -Proporciona insights sobre el

	comportamiento de la red y la comunicación entre dispositivos.
Generar informes detallados:	-Permite exportar datos en formatos como CSV, XML y texto -Facilita la generación de informes detallados y la obtención de estadísticas precisas

Tabla 7.- Wireshark: utilidad.

FUENTE: *tabla elaborada por el autor*

Wireshark es una herramienta fundamental que se utilizará para el análisis del tráfico de red durante el proceso de implementación de la infraestructura propuesta. Esta herramienta, de código abierto, permite capturar y examinar los paquetes de datos que circulan a través de la red en tiempo real, proporcionando una visión detallada del comportamiento de la red. Según Zeas (2011), Wireshark es una herramienta esencial en redes de telecomunicaciones para la captura y análisis de paquetes, lo que permite a los administradores de red observar cómo los datos se transmiten entre dispositivos.

En esta tesis, Wireshark se utilizará para medir parámetros críticos como el throughput, la latencia y la pérdida de paquetes, que son fundamentales para evaluar el rendimiento de la red. El throughput se refiere a la cantidad de datos transmitidos correctamente en un período de tiempo, mientras que la latencia mide el tiempo que tarda un paquete en viajar desde el origen hasta el destino y volver. Según Chonillo Bermúdez (2022), la latencia es particularmente importante en redes que soportan aplicaciones en tiempo real, como videoconferencias o voip, ya que una alta latencia puede afectar negativamente la calidad del servicio.

La herramienta también permitirá identificar pérdidas de paquetes, que pueden ser causadas por congestión o fallos de hardware en los dispositivos de red. La pérdida de paquetes es un indicador crítico de la eficiencia de la red, especialmente cuando se utilizan aplicaciones sensibles al tiempo. Wireshark facilita la detección y diagnóstico de estos problemas, permitiendo tomar medidas correctivas rápidamente (Laprovittera, 2023).

3.9.2 WinBox

WinBox es una de las herramientas más utilizadas para la configuración y gestión de dispositivos Mikrotik, especialmente para el router Mikrotik hEX. Esta aplicación, disponible para sistemas Windows, ofrece una interfaz gráfica de usuario (GUI) que

facilita el acceso y la configuración del router Mikrotik sin necesidad de interactuar directamente con la línea de comandos. Como destaca Mikrotik (2023), WinBox proporciona una interfaz intuitiva que permite a los administradores de red realizar tareas complejas de configuración de manera rápida y eficiente, proporcionando acceso a todas las funcionalidades avanzadas del dispositivo.



Ilustración 10.- Winbox.

El Mikrotik hEX, que será implementado en este proyecto, se beneficiará enormemente de las capacidades de WinBox. Este router, diseñado para redes de pequeña a mediana escala, es ideal para gestionar el tráfico de red, y WinBox facilita la configuración de sus múltiples características de manera clara y accesible. Mediante WinBox, el administrador de red puede configurar aspectos esenciales como la asignación de direcciones IP, la configuración de enrutamiento y las políticas de seguridad mediante el firewall integrado, así como la gestión del ancho de banda a través de QoS.

Uno de los aspectos clave que WinBox facilita en el Mikrotik hEX es la configuración de enrutamiento estático y dinámico. El router permite gestionar el tráfico de red de manera eficiente utilizando protocolos de enrutamiento como OSPF y BGP. Estos protocolos son fundamentales para asegurar que los datos fluyan de manera óptima entre las diferentes subredes de la empresa y entre la red interna y Internet. Como señala Pablo (2021), la implementación de protocolos avanzados de enrutamiento contribuye a una gestión eficiente del tráfico, asegurando que los paquetes de datos lleguen a su destino sin retrasos innecesarios.

Además, WinBox permite la configuración de VPNs (Redes Privadas Virtuales), lo que es esencial para garantizar la seguridad de la red, especialmente cuando se necesita que los empleados accedan a los recursos de la red desde ubicaciones remotas. Las VPNs cifran la información que se transmite entre los usuarios remotos y el router, protegiendo

así la confidencialidad de los datos. Según Mikrotik (2023), la configuración de VPNs es una de las características más valoradas de los dispositivos Mikrotik, ya que permite conexiones seguras a través de Internet, asegurando la integridad de la red empresarial.

Otra ventaja significativa de WinBox es su capacidad para gestionar el firewall del Mikrotik hEX, lo que proporciona una capa adicional de seguridad. Los firewalls permiten establecer reglas de filtrado de tráfico que determinan qué tipo de tráfico es permitido o bloqueado, lo cual es crucial para proteger la red de accesos no autorizados y ataques cibernéticos. Como indica Roo (2004), los firewalls son una herramienta indispensable para la protección de redes, especialmente en entornos empresariales donde la seguridad es una prioridad.

En términos de gestión de calidad de servicio (QoS), WinBox facilita la configuración de políticas que priorizan ciertos tipos de tráfico dentro de la red. Esto es especialmente relevante para aplicaciones sensibles a la latencia, como videoconferencias o VoIP, que requieren un ancho de banda garantizado para mantener un rendimiento óptimo. Mediante la configuración de QoS, WinBox permite asegurar que estas aplicaciones tengan acceso prioritario al ancho de banda disponible, evitando la congestión de la red durante períodos de alta demanda (Mikrotik, 2023).

CAPITULO IV

4.1 Red LAN

La configuración de la red LAN que se implementará en el proyecto de integración curricular será detallado y descrito en las siguientes páginas, desde el direccionamiento de la red separado por departamentos, en representación de cada Router:

4.1.1 Configuración principal

El manual proporciona una guía completa para la configuración de routers, destacando la asignación de direcciones IP mediante el uso de VLANs. En el diseño de red, se establecen cuatro subredes específicas que parten de la dirección 172.16.0.1/24, con la exclusión de las primeras diez direcciones IP de cada router para facilitar la configuración. Asimismo, se configura una red inalámbrica en el router principal con la dirección IP 10.10.10.1/24.

4.1.2 Asignación de Direcciones IP mediante VLANs

Cada router recibe una dirección IP específica conforme a su red asignada, detallada en la Tabla 1, donde se listan las VLANs y direcciones IP correspondientes a cada departamento o subred, lo que permite una segmentación eficiente de la red. Este enfoque permite aislar el tráfico de los diferentes departamentos, facilitando así la administración y mejorando tanto la seguridad como el rendimiento de la red.

DEPARTAMENTO O RED		VLAN	DIRECCIÓN	RANGO DE IP (DHCP)
RED PRINCIPAL	LAN	VLAN 50	172.16.0.1/24	172.16.0.10-172.16.0.254
	WLAN	VLAN 20	10.10.10.1/24	10.10.10.10-10.10.10.254
SUBRED 1: TICS		VLAN 30	172.16.1.1/24	172.16.1.10-172.16.1.254
SUBRED 2: RR. HH		VLAN 40	172.16.2.1/24	172.16.2.10-172.16.2.254
SUBRED 3: FINANZAS		VLAN 60	172.16.3.1/24	172.16.3.10-172.16.3.254
SUBRED 4: VENTAS		VLAN 70	172.16.4.1/24	172.16.4.10-172.16.4.254

Tabla 8.- Direccionamiento IP.

4.1.3 Segmentación de Red

La segmentación a través de VLANs divide una red física en múltiples redes lógicas, optimizando la seguridad y el rendimiento, además de simplificar la gestión administrativa. Este esquema permite que el tráfico de los departamentos se mantenga

aislado, minimizando así el riesgo de accesos no autorizados.

4.1.4 Mejora de la Seguridad

El uso de VLANs y la asignación de direcciones IP por departamento incrementa la seguridad de la red al limitar la comunicación entre dispositivos dentro de una misma VLAN, previniendo accesos no deseados y potenciales ataques internos.

4.1.5 Facilitación de la Gestión de la Red

Al emplear rangos de IP específicos para cada departamento, la administración de la red se vuelve más intuitiva. Los administradores pueden identificar fácilmente los dispositivos conectados y aplicar políticas personalizadas para gestionar los recursos de manera eficiente.

4.1.6 Optimización del Rendimiento

La segmentación de la red permite controlar el tráfico de manera que las aplicaciones críticas dispongan del ancho de banda necesario, mejorando así el rendimiento general de la red y evitando cuellos de botella.

Para comenzar la configuración de los routers, es necesario crear un Bridge, lo que permitirá que las configuraciones asignadas trabajen de manera conjunta, funcionando como una única interfaz lógica. A continuación, se detallan los pasos necesarios para la creación del bridge, la asignación de direcciones IP y la configuración de VLANs.

1. La configuración se realiza a través de la aplicación WinBox, que se puede descargar directamente desde el sitio oficial de Mikrotik en <https://mikrotik.com/download>. En dicho sitio se encuentra el enlace de descarga, como se muestra en la Ilustración 11.- Interfaz web de Winbox.

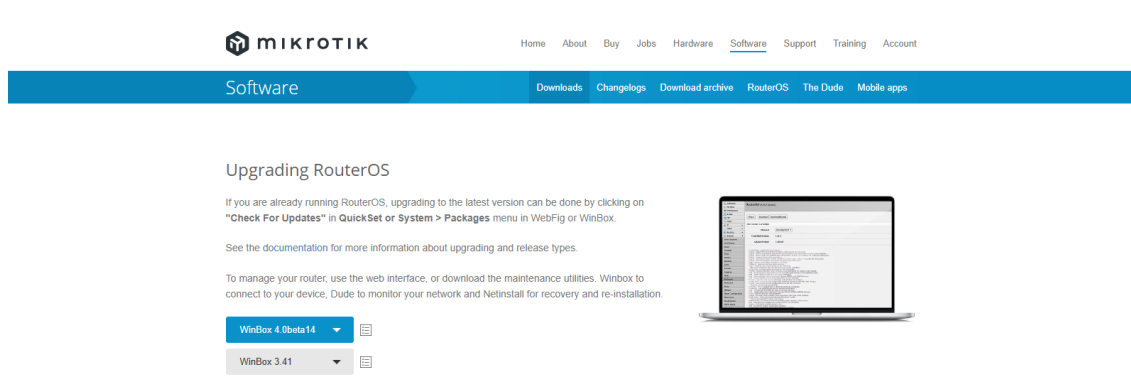


Ilustración 11.- Interfaz web de Winbox.

2. Tras instalar y abrir el programa, se debe iniciar sesión utilizando la dirección predeterminada, que en este caso es 192.168.88.1/24, con el nombre de usuario

"admin". La contraseña puede variar y suele estar indicada en la parte posterior del dispositivo. La pantalla principal o de inicio de WinBox se muestra en la Ilustración 12.- Interfaz GUI Winbox.

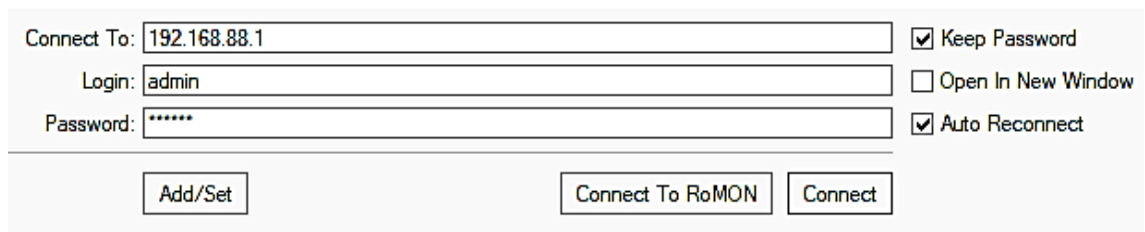


Ilustración 12.- Interfaz GUI Winbox.

3. En la interfaz principal de la aplicación WinBox, como se muestra en la Ilustración 13, se pueden observar varias pestañas, cada una de las cuales contiene diferentes interfaces con configuraciones clave para el router. Para conectar las configuraciones realizadas posteriormente, se procederá a crear un bridge. Para ello, se debe seleccionar la pestaña "Bridge" en la página principal.

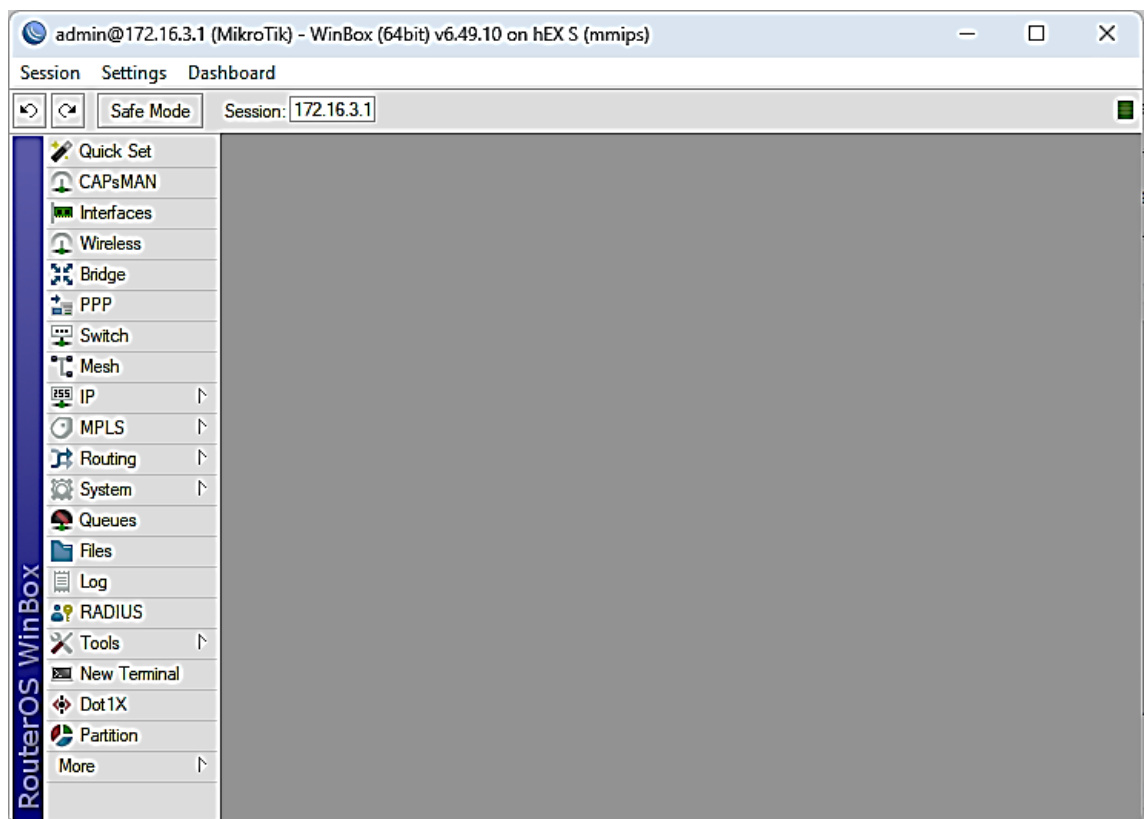


Ilustración 13.- Menú principal de Winbox.

4. En la interfaz principal, se debe localizar la pestaña "Bridge". Dentro de esta pestaña, se selecciona la opción "Add Bridge", lo que abrirá la ventana mostrada en la Ilustración 14, titulada " Nueva interfaz para Bridge". En esta ventana, se asigna el nombre "bridgeLAN" al bridge, luego se hace clic en "Aplicar" y

finalmente en "Aceptar".

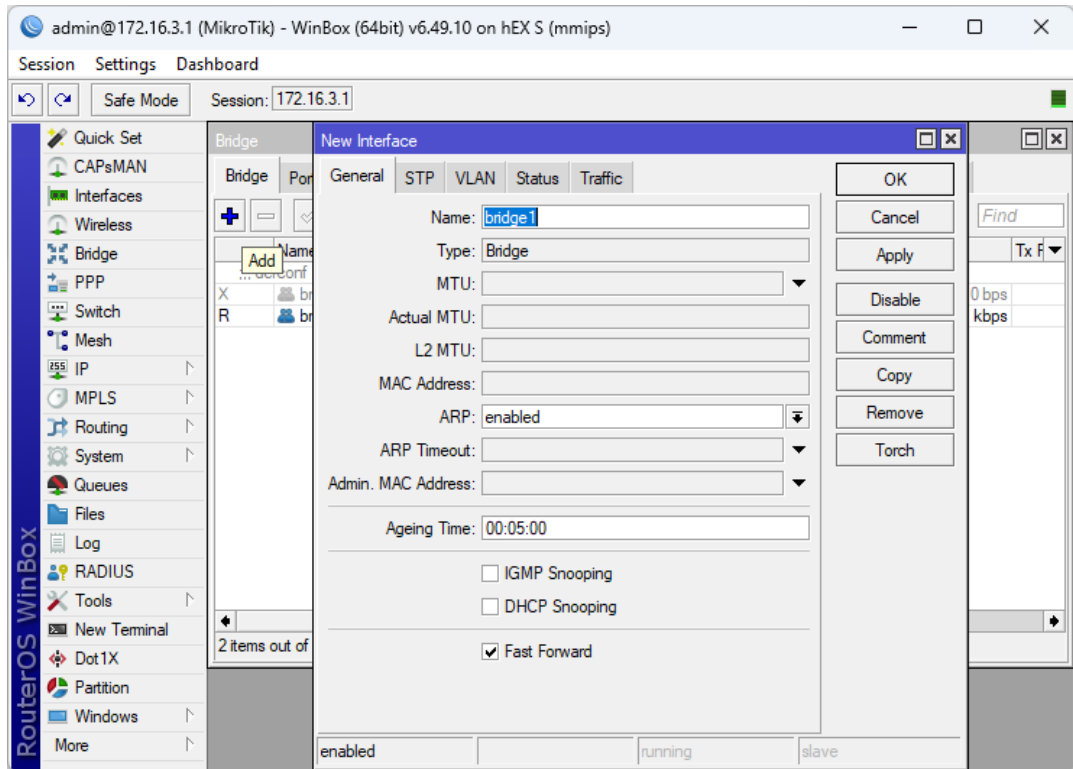


Ilustración 14.- Nueva interfaz para Bridge.

5. En la misma ventana, se debe seleccionar la pestaña "Ports", como se muestra en la Ilustración 15, titulada " Configuración de puertos en Winbox.". Esta pestaña permite definir cada uno de los puertos y su respectiva Bridge de uso. En este caso, se deben asignar todos los puertos al bridge previamente creado. Como recomendación, se sugiere no modificar la configuración del puerto utilizado hasta que se haya asignado correctamente la dirección IP.

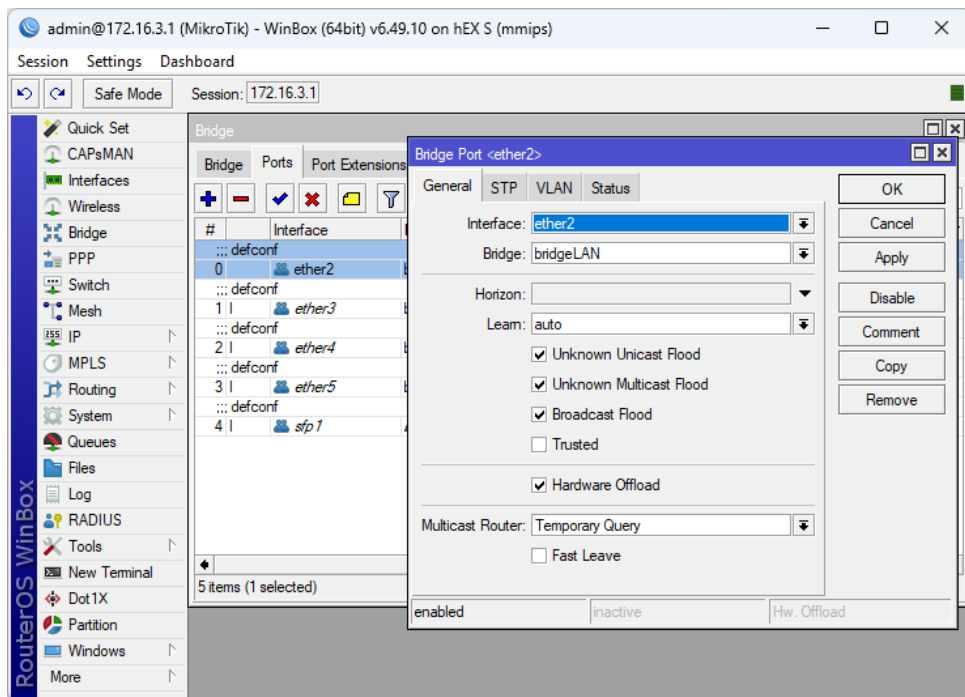


Ilustración 15.- Configuración de puertos en Winbox.

- Una vez configuradas los bridges, se procede a crear una VLAN para segmentar la red y asignar la dirección IP correspondiente, según lo indicado en la Tabla 1, "Lista de Interfaces". Para ello, se debe acceder a la lista de interfaces en las pestañas y añadir una nueva VLAN, tal como se muestra en la Ilustración 6, titulada "Pestaña de la lista de interfaces".

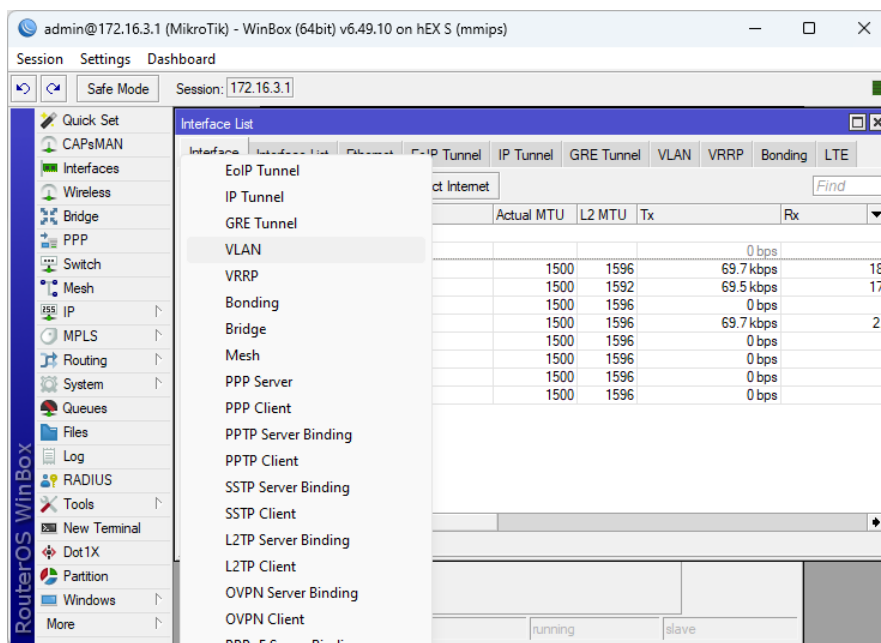


Ilustración 16.- Lista de Interfaces.

- A continuación, se abrirá una ventana de configuración para la VLAN, en la cual se asignará el nombre correspondiente a cada router. Como ejemplo, tal como se

observa en la Ilustración 17, titulada "Ventana de creación de la VLAN", se debe ingresar el nombre "vlan60" y asignar el VLAN ID correspondiente, en este caso, el número 60. Luego, se selecciona la interfaz creada, que en este caso es "bridgeLAN". Finalmente, se hace clic en "Apply" para aplicar la configuración.

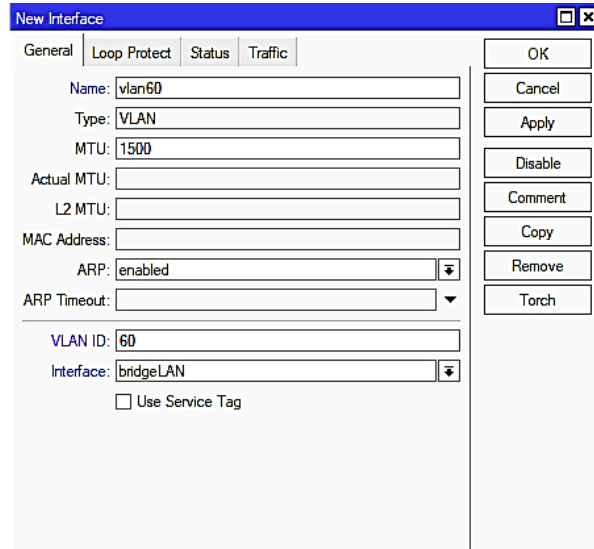


Ilustración 17.- Asignación de VLAN al bridge.

4.1.7 Configuración ToS

4.1.7.1 Limitación de Ancho de Banda

En la aplicación WinBox, se utiliza la función "Queue" para gestionar y limitar el ancho de banda de ciertos segmentos y puertos de la red. Para configurar una Queue, se debe acceder a la sección correspondiente dentro de la interfaz de WinBox. En esta sección, se pueden crear reglas específicas para limitar la cantidad de ancho de banda asignado a diferentes segmentos o puertos, permitiendo un control más preciso del tráfico de la red. Esta configuración es útil para garantizar un uso eficiente del ancho de banda disponible, evitando la sobrecarga en los segmentos más críticos y asegurando un rendimiento adecuado en toda la red. Se recomienda asignar los límites de ancho de banda según las necesidades específicas de cada segmento o puerto, y realizar pruebas de rendimiento para verificar que las configuraciones sean efectivas y no generen problemas en la comunicación de la red.

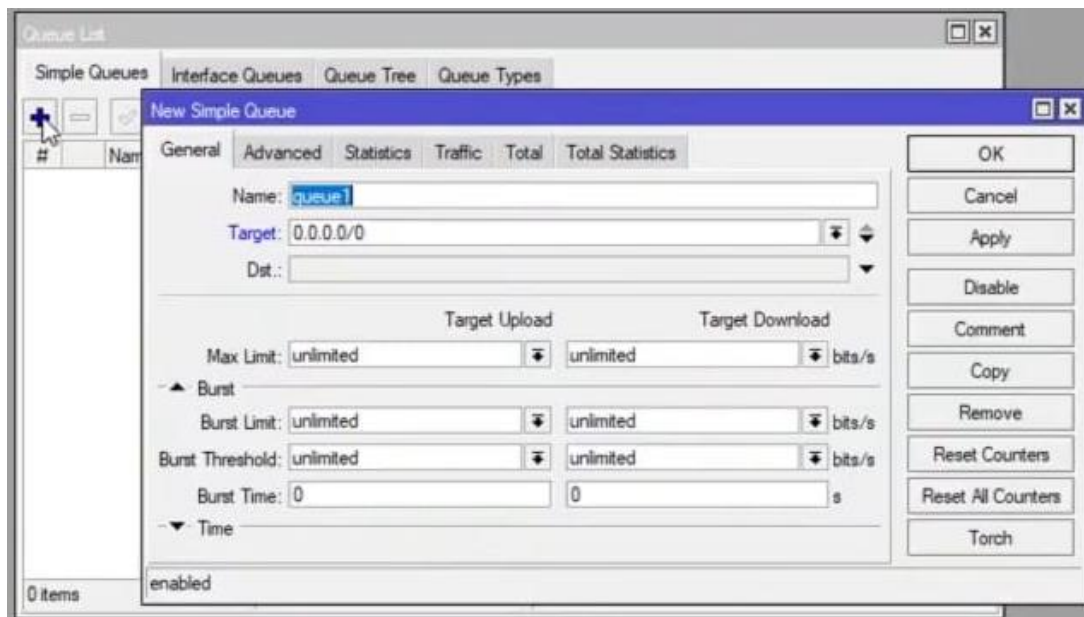


Ilustración 18.- QUEUE en Winbox.

4.1.7.2 Firewalls

La implementación de firewalls en WinBox permite proteger la red mediante la creación de reglas que controlan el tráfico entrante y saliente, filtrando paquetes según diversas condiciones predefinidas. Para configurar un firewall en WinBox, se debe acceder a la sección correspondiente en la interfaz principal, donde se pueden definir reglas en las pestañas de "Filter Rules", "NAT" y "Mangle", entre otras.

En la pestaña "Filter Rules", se pueden establecer reglas de filtrado basadas en direcciones IP, puertos, protocolos o interfaces específicas, permitiendo bloquear o permitir el tráfico según los criterios establecidos. En la sección "NAT" (Network Address Translation), se configuran las reglas que permiten o restringen el acceso a la red interna desde el exterior, utilizando técnicas como la traducción de direcciones IP y la modificación de puertos. Finalmente, en la pestaña "Mangle", se pueden modificar paquetes para realizar tareas como marcar el tráfico, lo que permite un control más preciso en la gestión de recursos de la red.

Es recomendable aplicar reglas de firewall de manera cuidadosa y detallada, para no bloquear de forma involuntaria el tráfico legítimo, y realizar pruebas para verificar que las configuraciones implementadas están funcionando correctamente y no afectan la operatividad de la red. Además, se sugiere mantener las reglas de firewall lo más específicas posible, para asegurar un alto nivel de seguridad sin comprometer el rendimiento de la red.

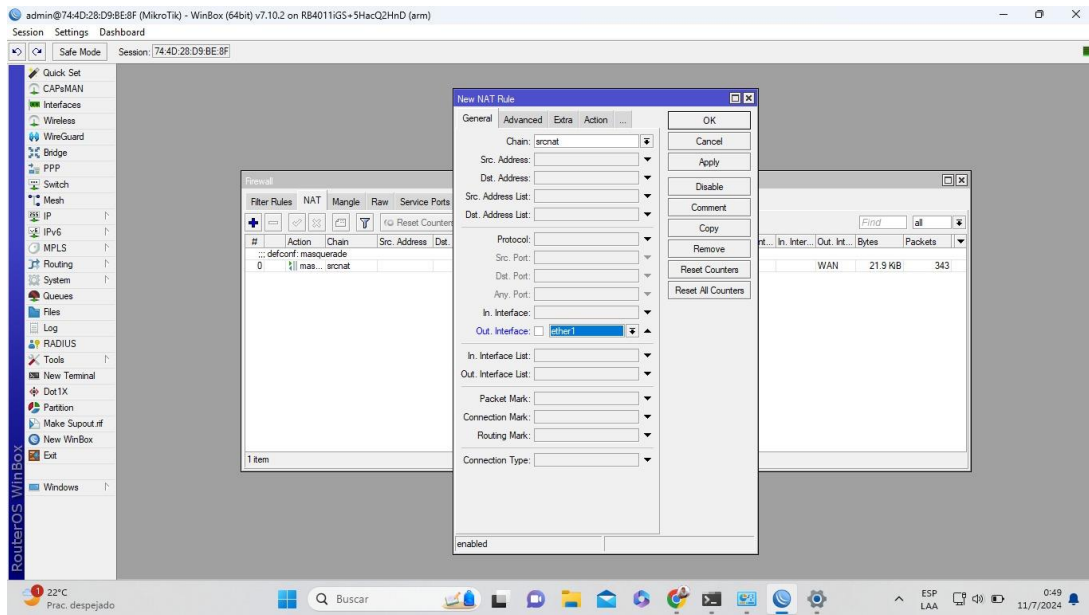


Ilustración 19.- Asignacion de Firewall.

4.2 RESULTADOS Y ANALISIS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de dos escenarios: uno con la implementación de **ToS (Type of Service)** y otro sin ella, con el fin de analizar el comportamiento de la red en términos de transmisión de datos, confiabilidad y errores TCP. Las gráficas proporcionadas reflejan las estadísticas de transmisión y los errores TCP registrados durante las pruebas, analizadas con la herramienta **Wireshark**.

4.2.1 Escenario 1: Con ToS

En la gráfica correspondiente al escenario con ToS, se observa que la red es capaz de manejar una mayor cantidad de tráfico con una mejor distribución de los paquetes a lo largo del tiempo. Los picos más altos alcanzan cerca de **100 paquetes por segundo**, lo que sugiere que la implementación de ToS permite a la red gestionar eficientemente la transmisión de datos en momentos de alta demanda.

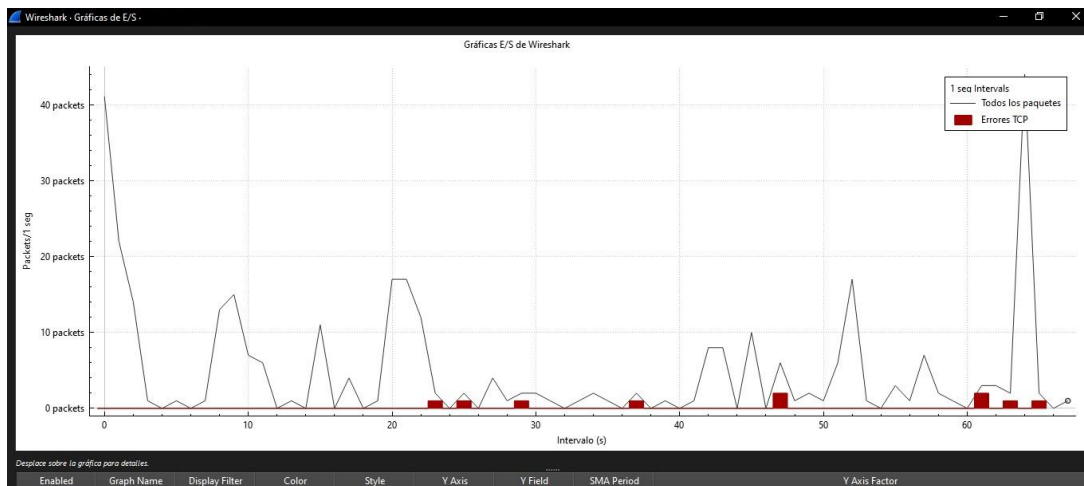


Ilustración 20.- Escenario 1.

- **Tasa de transmisión:** Durante el transcurso de la prueba, la cantidad de paquetes por segundo varía, pero los picos indican una capacidad de transmisión superior. Este comportamiento es indicativo de una correcta priorización del tráfico, ya que ToS permite asignar prioridad a ciertos tipos de paquetes, optimizando así el uso del ancho de banda.
- **Errores TCP:** Se presentan algunos errores TCP, pero en cantidades mucho menores comparadas con el escenario sin ToS. Estos errores se distribuyen de manera aislada y no tienen un impacto significativo en el rendimiento general. Esto sugiere que la calidad del servicio mejora sustancialmente cuando se aplica ToS, reduciendo la probabilidad de errores en la transmisión de datos.

Este escenario evidencia que la implementación de políticas de **Quality of Service (QoS)** y ToS optimiza el comportamiento de la red, mejorando la confiabilidad y reduciendo la latencia, lo que es crucial en un entorno empresarial donde se requiere una continuidad operativa y una transmisión eficiente de los datos.

4.2.2 Escenario 2: Sin ToS

En el escenario sin ToS, la red presenta un comportamiento notablemente diferente, caracterizado por una **menor tasa de transmisión** y un **aumento en la cantidad de errores TCP**. El número máximo de paquetes transmitidos por segundo no supera los **40 paquetes por segundo**, lo que refleja una limitación en la capacidad de la red para manejar grandes volúmenes de datos en ausencia de control sobre la priorización del tráfico.

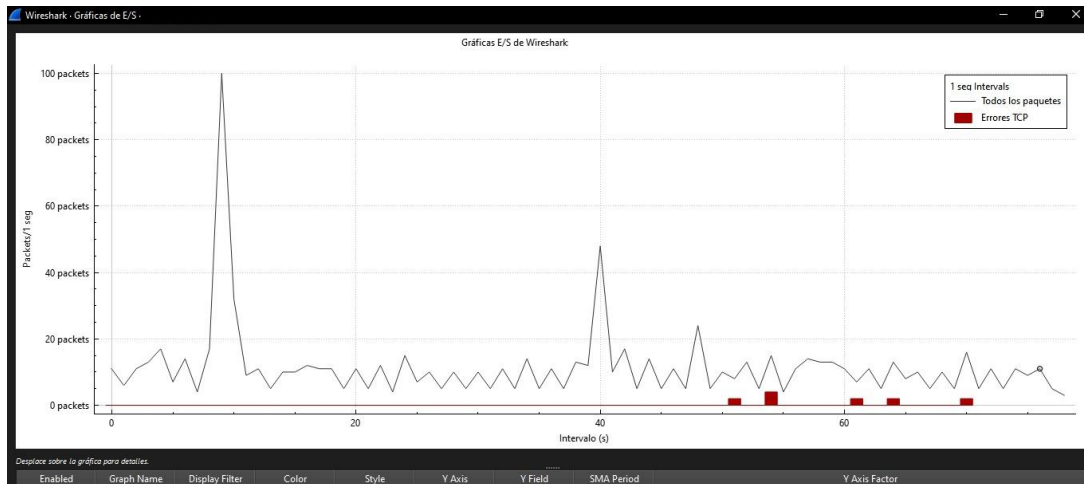


Ilustración 21.- Escenario 2.

- **Tasa de transmisión:** Se observan fluctuaciones en la transmisión de datos, pero en general, los picos son más bajos y menos frecuentes. Esto indica que, sin la priorización de tráfico proporcionada por ToS, la red experimenta restricciones en el ancho de banda, lo que reduce su capacidad para transmitir datos de manera eficiente. Es probable que, sin ToS, se produzca una mayor congestión en momentos de alta demanda, lo que impacta negativamente el rendimiento general de la red.
- **Errores TCP:** En este escenario, los errores TCP son más frecuentes y se distribuyen de manera más constante a lo largo del tiempo. Este aumento en los errores puede ser atribuido a la falta de mecanismos de priorización de tráfico, lo que provoca una mayor tasa de pérdida de paquetes o retransmisiones innecesarias, afectando la confiabilidad de la red. La ausencia de ToS parece tener un impacto directo en la estabilidad de la transmisión de datos.

4.2.3 Análisis Comparativo

El análisis comparativo entre ambos escenarios demuestra claramente la influencia de la implementación de ToS sobre el comportamiento de la red. La capacidad de transmisión de datos es considerablemente mayor en el escenario con ToS, mientras que, en su ausencia, la red sufre de una mayor tasa de errores TCP y una menor eficiencia en la gestión del tráfico. La implementación de ToS permite no solo una priorización efectiva del tráfico, sino también una reducción en las retransmisiones y errores, lo que optimiza el rendimiento general de la red.

Según Perkins (2008), el uso de políticas de QoS como ToS es fundamental para garantizar la calidad del servicio en redes empresariales, especialmente en aquellos casos en los que se maneja tráfico sensible a la latencia, como las aplicaciones de voz y video. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la presente evaluación, donde se evidenció que la implementación de ToS contribuye a la mejora en la transmisión de datos y reduce

los errores, tal como se refleja en la reducción de los errores TCP en la primera gráfica.

Asimismo, tal como lo menciona Kurose y Ross (2017), la congestión de red y los errores de transmisión son factores críticos que afectan la confiabilidad y eficiencia de las redes. La comparación entre las dos gráficas demuestra que el manejo adecuado del ancho de banda mediante mecanismos como el ToS es esencial para mitigar estos efectos adversos.

Parámetro	Con ToS	Sin ToS
Paquetes/Seg.	100	40
Errores TCP	Menor y disperso	Mayor y constante
Estabilidad de red	Mayor	Menor
Eficacia de transmisión	Alta	Baja
Trafico	Controlado	Sin Control

Tabla 9.- Análisis de escenarios.

En el escenario con ToS, la tasa de transmisión máxima registrada alcanza 100 paquetes por segundo, lo que es significativamente superior a los 40 paquetes por segundo del escenario sin ToS. Esto sugiere que la implementación de ToS permite un manejo más eficiente del ancho de banda disponible, maximizando la capacidad de la red para manejar grandes volúmenes de datos. Según Perkins (2008), la asignación de prioridades en redes mediante QoS permite una mejor distribución de los recursos de la red, lo que concuerda con los resultados observados en este caso, donde se evidencia una mayor capacidad de transmisión con ToS.

Por el contrario, en el escenario sin ToS, los picos de transmisión son más bajos y los momentos de máxima transmisión son menos frecuentes. Esto sugiere una mayor congestión en la red, lo que disminuye la eficiencia del sistema para manejar tráfico en situaciones de alta demanda. Sin un mecanismo de priorización, el tráfico de baja prioridad compite con tráfico de alta prioridad, lo que genera cuellos de botella y reduce la velocidad efectiva de transmisión.

En cuanto a la tendencia general de transmisión, se observa que, en el escenario con ToS, la gráfica presenta una mayor cantidad de picos altos y consistentes, lo que

indica que la red es capaz de manejar flujos de datos de manera más constante, manteniendo una transmisión elevada cuando es necesario. Esta consistencia es crucial en aplicaciones empresariales donde la red debe soportar grandes volúmenes de datos sin interrupciones, como es el caso de la transmisión de video o voz en tiempo real.

En el escenario sin ToS, la transmisión es más errática, con picos más bajos y dispersos a lo largo del tiempo. Este comportamiento irregular puede deberse a una falta de control sobre el flujo de tráfico, lo que ocasiona una asignación ineficiente del ancho de banda. Como resultado, la red no puede sostener una transmisión alta durante largos períodos, lo que puede comprometer el rendimiento de aplicaciones críticas que dependen de una entrega rápida y confiable de datos.

La frecuencia de errores TCP es notablemente menor en el escenario con ToS. Los errores aparecen de manera esporádica, en pequeños picos aislados, lo que sugiere que la implementación de ToS mejora la calidad de la transmisión de datos y reduce las posibilidades de pérdida de paquetes o retransmisiones. La presencia de menos errores indica una mayor estabilidad y confiabilidad de la red, ya que las retransmisiones suelen ser el resultado de congestiones o colisiones dentro de la red. En este sentido, la priorización de tráfico mediante ToS actúa como un mecanismo preventivo contra la pérdida de paquetes.

En el escenario sin ToS, los errores TCP son más frecuentes y están distribuidos de manera más constante a lo largo de la transmisión, lo que sugiere una mayor tasa de pérdida de paquetes y una necesidad frecuente de retransmisiones. Esto no solo afecta el rendimiento de la red, sino también su eficiencia, ya que la retransmisión de paquetes ocupa ancho de banda que podría ser utilizado para la transmisión de nuevos datos. Esta alta frecuencia de errores es un indicativo claro de que la red no puede manejar eficientemente el tráfico sin un mecanismo de control como el ToS.

La implementación de ToS tiene un impacto directo en la mitigación de la congestión de red. Al priorizar ciertos tipos de tráfico sobre otros, ToS permite que los paquetes más importantes se transmitan con mayor rapidez, evitando cuellos de botella. Esto se refleja en la menor cantidad de errores y en la mayor tasa de transmisión observada en el escenario con ToS.

Por otro lado, en el escenario sin ToS, la congestión de red es más notoria debido a la competencia desordenada por el ancho de banda entre los distintos tipos de tráfico. Este comportamiento es típico en redes sin QoS, como lo mencionan Kurose y Ross (2017), quienes indican que, en redes congestionadas, la falta de priorización puede llevar

a retrasos importantes en la entrega de paquetes críticos, aumentando las tasas de pérdida y el número de errores.

Finalmente, en términos de estabilidad, el escenario con ToS demuestra una red mucho más confiable. La priorización del tráfico permite que los flujos de datos críticos mantengan una transmisión constante y elevada, lo que se traduce en una mayor estabilidad. Esto es crucial en entornos empresariales donde la estabilidad y continuidad del servicio son factores determinantes para garantizar el buen funcionamiento de aplicaciones y procesos clave.

En el escenario sin ToS, la red es menos estable, con fluctuaciones más notables tanto en la transmisión de datos como en la aparición de errores TCP. Esta falta de consistencia es una clara indicación de que la red está más expuesta a problemas de congestión y pérdida de paquetes, lo que afecta directamente la calidad del servicio.

4.2.3.1 Implicaciones para Redes Empresariales

En entornos empresariales, la confiabilidad de la red es crucial para garantizar la continuidad del servicio. La capacidad de manejar grandes volúmenes de datos sin pérdidas y con una mínima latencia es esencial para el funcionamiento eficiente de aplicaciones críticas. En este sentido, los resultados obtenidos evidencian que la implementación de ToS es fundamental para mantener la estabilidad y eficiencia de la red, lo que tiene implicaciones directas para las empresas que dependen de la transmisión de datos en tiempo real.

Además, la reducción de errores TCP en el escenario con ToS indica una menor necesidad de retransmisión de paquetes, lo que contribuye a la optimización del uso del ancho de banda y a una mayor eficiencia en el consumo de recursos de red. Esto es particularmente relevante para redes que manejan grandes volúmenes de tráfico, donde la eficiencia y el control del tráfico juegan un rol crucial en la calidad del servicio.

4.3 CONCLUSIONES

La implementación de una red híbrida en topología de anillo con redundancia, utilizando routers Mikrotik, es esencial para asegurar la disponibilidad continua del servicio en un entorno empresarial simulado. En este tipo de topología, la redundancia permite que, en caso de fallos en algún componente o enlace, el tráfico pueda redirigirse por rutas alternativas, minimizando el tiempo de inactividad. Al diseñar y configurar la red, se logró garantizar una conexión estable y resiliente, lo que es crucial para entornos

donde la disponibilidad del servicio es un factor crítico. Los resultados indicaron que, cuando se configura adecuadamente la redundancia y se implementan mecanismos de conmutación por error (failover), la red presenta una alta disponibilidad y fiabilidad, incluso ante fallos de enlace.

La implementación de ToS (Time of Service) en la red demostró tener un impacto significativo en la eficiencia y estabilidad de la transmisión de datos. Con ToS, la red es capaz de gestionar el tráfico de manera más eficiente, permitiendo priorizar ciertos tipos de tráfico según la importancia y los requisitos de ancho de banda. Esto resulta especialmente relevante en entornos con limitación de ancho de banda, ya que ToS facilita la asignación de recursos de red de forma más equitativa, evitando la congestión y optimizando el rendimiento en general. Al comparar los resultados con un escenario sin ToS, donde el tráfico se maneja de manera no priorizada, se observó que la red experimentaba una mayor frecuencia de errores TCP y una menor tasa de transmisión de datos, especialmente cuando el ancho de banda estaba limitado. En estos escenarios, la red mostraba un rendimiento menos eficiente y más fluctuante, lo que afectaba directamente la confiabilidad y la estabilidad de la transmisión de datos.

Al evaluar la tasa de transmisión de datos y el comportamiento general de la red en los escenarios con y sin limitación de ancho de banda, los resultados mostraron que la implementación de ToS no solo mejora la eficiencia del uso del ancho de banda disponible, sino que también incrementa la capacidad de la red para manejar mayores volúmenes de tráfico sin comprometer su rendimiento. En los escenarios sin ToS, la red presentaba una tasa de transmisión de datos notablemente más baja, lo que indicaba una subutilización del ancho de banda disponible y una menor eficiencia en la transmisión. Además, se observó una mayor cantidad de errores TCP, lo que resultaba en retransmisiones y un retraso adicional en la red, afectando la confiabilidad de las comunicaciones. Por otro lado, al implementar ToS, la tasa de transmisión de datos aumentó significativamente, con una mayor estabilidad y menos errores, ya que los paquetes fueron gestionados de manera más eficiente, priorizando el tráfico según su tipo y necesidad. Esto se reflejó en los análisis realizados con Wireshark, que mostraron una menor latencia y una mayor estabilidad en la red, incluso en momentos de alta demanda de tráfico.

4.4 RECOMENDACIONES

La implementación de ToS es crucial para garantizar la eficiencia, estabilidad y

confiabilidad de la red, especialmente en entornos empresariales donde la continuidad del servicio es vital. Se recomienda que la red continúe priorizando los distintos tipos de tráfico a través de ToS, adaptando las políticas de QoS para asegurar que el tráfico crítico, como las aplicaciones de voz y video o el acceso a sistemas esenciales, tenga una mayor prioridad. Esto no solo mejora el rendimiento en condiciones de alta demanda, sino que también mitiga los efectos negativos de la congestión de la red, reduciendo los errores y asegurando una experiencia de usuario más fluida.

Es fundamental realizar un análisis exhaustivo de las necesidades de ancho de banda en la red, teniendo en cuenta los patrones de tráfico, las aplicaciones utilizadas y las horas pico de actividad. A partir de este análisis, se deben ajustar las políticas de QoS (Quality of Service) para garantizar que se asignen recursos de manera eficiente. En situaciones de alta demanda o cuando el ancho de banda disponible es limitado, estas políticas deben adaptarse dinámicamente, priorizando el tráfico de acuerdo con su importancia. Además, se deben configurar reglas específicas para evitar que el ancho de banda sea desperdiciado en tareas no críticas, optimizando el rendimiento de la red y evitando la congestión.

Es recomendable implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para identificar posibles cuellos de botella o puntos de congestión en la red. Este sistema debe ser capaz de analizar el tráfico de la red de manera detallada y detectar cualquier anomalía en el rendimiento. A través de herramientas como Wireshark o el propio sistema de monitoreo de Mikrotik, se debe llevar un registro constante de los parámetros de desempeño, tales como la latencia, la tasa de transmisión de datos, y los errores TCP. Con esta información, los administradores de la red pueden ajustar proactivamente las configuraciones de los routers Mikrotik y las políticas de QoS, mejorando la capacidad de respuesta ante posibles problemas y evitando caídas de rendimiento.

Los errores TCP son un indicativo claro de que hay problemas en la red que afectan la confiabilidad y la eficiencia de la transmisión de datos. Para mejorar la calidad del servicio, se recomienda realizar un análisis más profundo de estos errores, utilizando herramientas de diagnóstico que permitan identificar la causa raíz de los mismos. Esto puede involucrar la revisión de las configuraciones de los routers Mikrotik, la verificación de las rutas y la segmentación adecuada de la red. Ajustar la configuración del tamaño de los buffers, la segmentación de paquetes y las políticas de retransmisión puede reducir los errores TCP y mejorar la estabilidad general de la red.

Dado que la gestión de QoS y ToS requiere un enfoque técnico y detallado, es

fundamental capacitar al personal encargado de la administración de la red en estos aspectos. La capacitación debe centrarse en las mejores prácticas para la configuración y ajuste de las políticas de priorización de tráfico, con el objetivo de garantizar que los recursos de la red se utilicen de manera óptima. Los administradores deben ser capaces de ajustar las configuraciones de acuerdo con las necesidades operativas y adaptarse a cambios en el tráfico de la red. Además, se recomienda realizar sesiones periódicas de formación para mantener al personal actualizado en las nuevas tecnologías y técnicas de gestión de redes, asegurando que puedan aplicar los cambios necesarios de manera efectiva y oportuna.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar, J., & Almeida, D. (2018). *Análisis e identificación de herramientas open source para detectar ataques watering hole sobre una red simulada en GNS3 utilizando el protocolo NetFlow de Cisco*. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16032/1/UPS-ST003770.pdf>

Alcívar Ponce, J. (2015). *Diseño e implementación de una red de fibra óptica FTTH utilizando el estándar GPON entre la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones y sus laboratorios en la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1877/1/UPSE-TET-2015-003.pdf>

Auky, M., & Tualombo, C. (2023). *Diseño e implementación de una red inalámbrica para proveer servicio de telecomunicaciones en las Cochas, energizado con paneles solares*. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10661/3/Chela%20Auky%20M%2c%20%282023%29%20Dise%20C3%B1o%20e%20implementaci%20C3%B3n%20de%20una%20red%20inal%20C3%A1mbrica%20para%20proveer%20servicio%20de%20telecomunicaciones%20en%20las%20Cochas%2c%20energizado%20con>

Bardamin. (2024, abril 22). El modo dual utiliza fibra óptica con un núcleo más grande, generalmente entre 50 y 100 micrómetros. Recuperado de <https://bardimin.com/es/network-es/exploracion-de-la-tecnologia-de-fibra-optica-elegir-entre-modo-unico-y-modo-dual/#:~:text=El%20modo%20dual%20utiliza%20fibra%20C3%B3ptica%20con%20un,m%20C3%A1s%20cortas%20en%20comparaci%20C3%B3n%20con%20el%20modo%20C3%B1nico>

Bossio Nieto, B., & Cuadrado Gonzalez, C. (2003). *Calidad de servicio en redes ATM y Frame Relay y estándar*. Cartagena. Recuperado de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0018927.pdf>

Cabello, C. (2014, noviembre 17). *Nobbot*. Recuperado de <https://www.nobbot.com/conexion-ethernet-porque-abusar-de-la-conexion-wifi-siempre-es-buena-idea/>

Carranza, F. (2014). *Reflexión de luz en guías de onda con estructuras confinantes en el núcleo*. Recuperado de 1080253834.pdf (uanl.mx)

Chan Garcia, A. (2020). *Fibra óptica: Evolución, estándares y evoluciones*. Recuperado de <http://rasisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/2610/TA1800.2020-2610.pdf?sequence=1>

Chinchilla, S., & E. J. (2006). *Aplicación de la fibra óptica en las comunicaciones móviles celulares*. Páginas 4(1), 15-18.

Cortés, C., Claudia, L., Argote, M., Alejandro, M., Osorio, María, A., ... Neil. (2022). *Diseño y análisis sistémico de una red backhaul autogestionable en topologías*

estrella y anillo para conectividad rural en Caldas. Recuperado de <https://doi.org/10.18359/rcin.5531>

Cuando Espitia, N. (2009). *Retroalimentación polarizada en fibras ópticas láser*. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/RepoFi/19034/Tesis.pdf?sequence=1>

Escobar, D. (2024, mayo 10). *Data Mercantil*. Recuperado de <https://datamercantil.com/cable-ethernet/#:~:text=Tipos%20de%20Cable%20Ethernet%201%20Cat5e%20%28Categor%C3%ADa%20>

Espin, R., Rodrigo, S., & Saenz, F. (2011). *Migración de topología lineal a topología en anillo de una red SDH de fibra óptica de alta disponibilidad*. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3176/2/T-ESPE-030987-A.pdf>

Fibra Óptica. (s.f.). *Tipos de fibra óptica: Descubre sus categorías*. Recuperado de <https://fibraoptica.biz/tipos-de-fibra-optica-descubre-sus-categorias/>

FOA. (2016). *La Asociación de fibra óptica -Normas y códigos*.

FOCC. (2019, abril 12). *Una guía rápida al medidor de potencia de fibra óptica*. Recuperado de <https://www.fibresplitter.com/news/a-quick-guide-to-fiber-optic-power-meter-24236990.html#:~:text=Las%20especificaciones%20importantes%20para%20los%20medidores%20de%20potencia,para%20su%20uso%20en%20un%20banco%20o%20escritorio>.

Greyrat, R. (2022, julio 5). *Ventajas y desventajas de Ethernet*. Recuperado de Barcelona Geeks: <https://barcelonageeks.com/ventajas-y-desventajas-de-ethernet/>

Gycom. (2013). *Especialistas en fibra óptica*.

Huerta Sagástegui, M. (2009). *Topologías de redes: Arquitectura de redes y comunicaciones*. Recuperado de https://mastersinfo.weebly.com/uploads/7/5/3/9/7539117/topologias_de_redes.pdf

Iso. (2014). *Tecnología de la información: implementación y operación del cableado en las instalaciones del cliente*. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/52470.html>

Jhon. (2021, agosto 10). *Definición, tipos y características de la fibra multimodo: OM1 vs OM2 vs OM3 vs OM4 vs OM5*. Recuperado de <https://community.fs.com/es/article/advantages-and-disadvantages-of-multimode-fiber.html>

JIMÉNEZ, H. A. (2018). *Análisis de la implementación de redes híbridas de transmisión de datos en entornos industriales*. Guayaquil.

Lopez Quispe, M. (2010). *Fibra óptica*. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/622/A5.pdf?sequence=5>

Lopez, A. (2024, mayo 26). *Todo sobre los cables de fibra óptica: tipos, conectores y más*. Recuperado de <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/cableado-fibra-optica-caracteristicas-tipos-conectores/#391294-fibra-optica-monomodo-y-multimodo>

Maldonado Peñafiel, Á. (2022). *Diseño e implementación de módulos didácticos para redes de planta externa GPON en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Recuperado de [file:///C:/Users/irina/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/XZKBHGOFF/U/PSE-TET-2022-0004\[1\].pdf](file:///C:/Users/irina/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/XZKBHGOFF/U/PSE-TET-2022-0004[1].pdf)

Martínez Molina, K. J., Pacheco Meneses, J., & Silgado, Z. (2009). *Firewall – Linux: Una solución de seguridad informática para pymes*. Revista UIS Ingenierías, 8(2), 155-165.

Martínez, J. M. (2020). *I+D+i en una empresa de América Latina. El Laboratorio de Telecomunicaciones. Posibilidades y límites del emprendimiento*. Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad.

Mikrotik. (2023). *hEX - Router multi-puerto Ethernet*. Recuperado de <https://mikrotik.com/product/hex>

Norma ISO. (2024). *Norma ISO 11801*. Recuperado de <https://normasiso.org/norma-iso-11801/>

Pablo. (2021, diciembre 2). *Todos los tipos de cables de fibra óptica*. Recuperado de BY ORANGE: <https://blog.orange.es/consejos-y-trucos/tipos-fibra-optica/>

Quiñones Ortiz, H. (2010). *Diseño de topologías y solución de problemas de red LAN y WAN utilizando la herramienta de simulación de redes Packet Tracer*. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25497/hqui%C3%B1onezo.pdf?sequence=1>

Reclu IT. (2021, diciembre 23). *¿Qué es Zabbix?* Recuperado de <https://recluit.com/que-es-zabbix/>

Refracción, reflexión interna total de la luz y fibra óptica. (2020, mayo 25). *Museo de Ciencias*. Recuperado de <https://museodeciencias.unav.edu/documents/11140003/32632603/refraccion-luz.pdf/da95bf75-20f6-3c55-a9b5-ddfd44bad851?t=1618258481662>

Ríos, A., & L. H. (2001). *Importancia de las telecomunicaciones en el desarrollo universal*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101103>

Rodas. (2014). *Diseño de una red inalámbrica mesh en el campus de la Universidad Nacional del Callao para proveer servicios de internet inalámbrico.*

Rodrigo, R. (2020, noviembre 4). *Reflexión interna total y cables de fibra óptica.* Recuperado de <https://estudyando.com/reflexion-interna-total-y-cables-de-fibra-optica/>

Rodríguez, B., & Fredy. (2008). *Las redes empresariales y la dinámica de la empresa: aproximación teórica.* Innovar, 18(32), 27-46. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512008000200002&

Roo, A. (2004). *Red privada virtual como alternativa para el acceso remoto.* Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78430103>

Sánchez, D., & Bolaños, Y. (2021). *Diseño y simulación de una red de comunicaciones de conexión punto a multipunto de topología anillo para conectar a tres sedes de la Institución Educativa Departamental Sagrado Corazón de Jesús de Pivijay – Magdalena.* Recuperado de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8e0535e0-8214-4dcf-a520-60d18874e7a8/content>

Sanz, M. J. (1996). *Comunicaciones ópticas.*

Serpa, I., Gómez, C., & Borrero. (2009). *Diseño y construcción de una red de fibra óptica para análisis de topologías y transmisión de señales en dispositivos para redes WDM-PON.* Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234316004>

Tanenbaum, A. (1996). *Sistemas Operativos: Diseño e implementación.* Recuperado de https://www.academia.edu/42769848/Andrew_S_Tanenbaum_Sistemas_Operativos_Diseño_e_implementación_2da_Edición

Team, R. (2023, septiembre 30). *Emprendimiento, tecnología para empresas.* Recuperado de <https://barrazacarlos.com/es/ventajas-e-inconvenientes-del-cable-de-fibra-optica/>

Tigre Cortes, J. (2012). *Desarrollar el diseño de redes virtuales locales (VLAN) para aislar el tráfico de broadcast.* Recuperado de <https://repositorio.uisrael.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/47000/339/UISRAEL-EC-SIS-378.242-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tinoco Alvear, J. (2011). *Estudio y diseño de una fibra óptica FTTH para brindar servicios de voz, video y datos para la urbanización los olivos.* Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1076/12/UPS-CT002134.pdf>

Tintín, V., Caiza, J., & Caicedo, F. (2018). *Arquitectura de redes de información. Principios y conceptos.* Recuperado de URL:<http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>

Tumminelli, R., & Donalds, L. (2021, marzo 4). *Explicación de la fibra especial*. Recuperado de <https://focenter.com/es/blog/fibra-de-especialidad-explicada#:~:text=Las%20fibras%20especiales%20est%C3%A1n%20optimizadas%20para%20aplicaciones%20distintas,revestimientos%20y%20caracter%C3%ADsticas%20de%20rendimiento%20%C3%B3ptico%20especialmente%20dise%C>

Villacreses. (2013). *Análisis y diseño de redes mesh para aumentar cobertura de internet en la Facultad Técnica para el Desarrollo*.

Zamora, E. V. (2013). *Gestor automático de eventos en servidores mediante el uso de una matriz de escalamiento, propuesta basada en software open source*. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2799>

Zavala, A. (2010). *Estudio de QoS sobre WLAN utilizando el estándar 802.11e aplicado a transmisiones de sistemas multimedia en tiempo real*.

Zeas, R. (2011). *Análisis y captura de paquetes de datos en una red mediante la herramienta Wireshark*. Recuperado de <https://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/168/1/UISRAEL-EC-SIS-378.242-404.pdf>

Zeas, R. (2011). *Análisis y captura de paquetes de datos en una red mediante Wireshark*. Quito. Recuperado de <https://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/168/1/UISRAEL-EC-SIS-378.242-404.pdf>

Zheng, H., & Li Ping. (2017). *Diseño e implementación de una red LAN para la empresa Palinda*. Quito: Repositorio Universidad San Francisco de Quito.