



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

Maestría en Telecomunicaciones

Análisis sobre el uso y la implementación de una red ODN con el uso de tecnologías de splitter desbalanceados

Trabajo de Titulación previa a la
obtención del título de Magíster en
Telecomunicaciones

AUTOR:

Ing. José Alberto Albuja Narváez

DIRECTOR:

Ing. Marianela Carrión, Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2023

Certificación

Loja, 28 de abril de 2023

Ing. Marianela Carrión Mg. Sc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis sobre el uso y la implementación de una red ODN con el uso de tecnologías de splitter desbalanceados**, previo a la obtención del título **de Magíster en Telecomunicaciones**, de autoría del estudiante **José Alberto Albuja Narváez**, con **cédula de identidad N° 1103477749**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Marianela del Cisne Carrión González Mg. Sc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Autoría

Yo, José Alberto Albuja Narváez declaro ser autor del Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación del Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de Identidad: 1103477749

Fecha: 5 de julio 2023

Correo electrónico: jose.albuja@unl.edu.ec

Teléfono: 0961325162

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **José Alberto Albuja Narváez**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis sobre el uso y la implementación de una red ODN con el uso de tecnologías de splitter desbalanceados**, como requisito para optar el título de **Magíster Telecomunicaciones**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de julio del dos mil veintitrés.

Firma:

Autor: José Alberto Albuja Narváez

Cédula: 1103477749

Dirección: De las Grosellas y De los Madroños (Quito)

Correo Electrónico: jose.albuja@elco.ec

Teléfono: 0961325162

DATOS COMPLEMENTARIOS:

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN: Ing. Marianela Carrión Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación primero a Dios, y a mis tres pilares fundamentales que mi madre, mi hermano y querido Angelito, que son la fortaleza de mi día a día, de mi crecimiento como: hijo, hermano, amigo y profesional.

José Alberto Albuja Narváez

Agradecimiento

Quiero agradecer primeramente a mi madre y mi hermano por ser los partícipes de impulsarme a retomar la parte educativa, a ellos mi eterna gratitud y amor.

Agradezco a la Universidad Nacional de Loja y los docentes que fueron partícipes en la realización de este trabajo de investigación, Pabel Merino y Marianela Carrión, quienes con profunda admiración tiene la voluntad de la enseñanza.

José Alberto Albuja Narváez

Índice de Contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos.....	ix
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	5
4.1. Concepto de Fibra óptica	5
4.2. Aplicaciones de fibra óptica en telecomunicaciones	5
4.3. Tipos de fibra óptica.....	5
4.4. Introducción a los sistemas FTTx.....	6
4.5. Redes PON.....	6
4.6. Elementos de una red ODN.....	7
4.7. Estándar GPON.....	7
4.8. Topologías de red tradicional.....	7
4.9. Redes desbalanceadas	8
4.10. Redes de fibra óptica basados en splitters desbalanceados.....	9
5. Metodología.....	10
6. Resultados.....	11
7. Discusión	19
8. Conclusiones	20
9. Recomendaciones.....	21
10. Bibliografía.....	22
11. Anexos.....	24

Índice de Tablas:

Tabla 1. Potencia de SFP	11
Tabla 2. Perdidas nominales	11
Tabla 3. Perdidas de splitter estándar	11
Tabla 4 . Perdida de splitter desbalanceados	12
Tabla 5. Distancias definidas	12

Índice de Figuras:

Figura 1. Topología de árbol de la red GPON	7
Figura 2. Representación de la conectorización de un splitter desbalanceado....	8
Figura 3. Topología de uso de splitter desbalanceado.....	9
Figura 4. Modelo de la metodología	10
Figura 5. Configuración topología ODN tradicional.....	13
Figura 6. Configuración splitter desbalanceado 70/30.....	14
Figura 7. Configuración splitter desbalanceado 80/20.....	15
Figura 8. Configuración splitter desbalanceado 85/15	16
Figura 9. Configuración splitter desbalanceado 90/10.....	17
Figura 10. Configuración splitter desbalanceado ideal	18

Índice de anexos:

Anexo 1. Tabla de análisis de linkbudget ODN tradicional.....	24
Anexo 2. Tabla de análisis de linkbudget ODN con splitter desbalanceados.....	25
Anexo3. Certificación de traducción del resumen	26

1. Título

Análisis sobre el uso y la implementación de una red ODN con el uso de tecnologías de splitter desbalanceados

2. Resumen

En el entorno de las telecomunicaciones como negocio masivo en el servicio FTTH fiber to the home, algunos proveedores cada día tienen en mente el ahorro de recursos y el despliegue masivo en un tiempo menor como exigencia de calidad y atención al cliente de manera oportuna mediante un medio de transmisión fiable como lo es la fibra óptica.

Con la llegada de nuevos elementos al mercado como son los splitter desbalanceados se abre una brecha de nuevas formas de diseño y construcción de redes de fibra óptica para servicios masivos mediante GPON, es por ello por lo que el tema propuesto se basa en el análisis de la estructura de estas redes, su función y como se podría implementar basado en sus características y funcionamiento

Este análisis se basa en presentar una comparación entre una red tradicional definida y su estructura, y mediante la revisión de numérica definida por especificaciones técnicas de fabricante, observar el comportamiento del desempeño de una red ODN, mediante la comparación de su principal característica que es la atenuación medida en decibeles (dB).

Palabras Clave: Fibra óptica, Fiber to the home, ISP, splitter desbalanceado, ODN, GPON.

2.1. Abstract

In the telecommunications industry, specifically in the mass market service of Fiber to the Home, providers are increasingly focusing on resource savings, and faster deployment to ensure quality and timely customer service through a reliable transmission medium such as optical fiber.

With the emergence of new elements in the market, such as unbalanced splitters, new opportunities arise for the design and construction of optical fiber networks for mass services using GPON technology.

This proposed topic aims to analyze the structure, function, and implementation of these networks based on their characteristics and operational aspects. The analysis involves comparing a traditional network defined by its structure to a numerically defined network based on manufacturer specifications. The performance of an ODN is examined by comparing its primary characteristic, which is attenuation measured in decibels (dB).

Keywords: Optical fiber, Fiber to the Home, ISP, unbalanced splitter, ODN, GPON.

3. Introducción

En el mundo de las telecomunicaciones las redes de fibra óptica son de gran impacto para la transmisión de información en función de Terabits por segundo, y pueden suplir de alguna forma la creciente demanda de servicios como son video, datos, acceso a internet de alta velocidad por parte del usuario, lo que obliga que a proveedores del servicio generen nuevas estrategias.

En el contexto de brindar servicios de telecomunicaciones Los proveedores de servicios de FTTH (Fiber-to-the-home) son aquellos que ofrecen servicios de banda ancha a través de una conexión de fibra óptica que llega directamente al hogar del usuario.

Objetivo General

Diseñar una topología de red de distribución, que permita realizar la arquitectura de una red ODN para el servicio de FTTH mediante el uso de splitter desbalanceados

Objetivos específicos

- Realizar un análisis teórico sobre los elementos pasivos que componen una red FTTH y las características principales entre splitter ópticos estándar y splitter ópticos desbalanceados
- Realizar una propuesta de topología para ser utilizada para un futuro diseño basado en splitter desbalanceados
- Esquematizar una tabla de valores denominado linkbudget de una ODN utilizando splitter ópticos desbalanceados

4. Marco Teórico

4.1. Concepto de Fibra óptica

Es un filamento delgado compuesto principalmente por vidrio que posee la capacidad de guiar radiación lumínica sin degradar significativamente la intensidad de Haz transmitido por ella.[1]

El cable de fibra óptica comprende 3 estructuras concéntricas: núcleo (core), revestimiento (cladding) y recubrimiento (buffer)

4.2. Aplicaciones de fibra óptica en telecomunicaciones

Dentro de las aplicaciones de la fibra óptica en el sector de las telecomunicaciones se encuentra principalmente en el enlace de punto a punto (P2P) o enlaces punto a multipunto (PMP), lo cual se trata de la interconexión y el paso de información digital.

4.3. Tipos de fibra óptica

Existen 2 tipos de fibra óptica:

Fibra monomodo: Se caracteriza por tener un núcleo de diámetro del núcleo es reducido de 8 a 10 μm , como se nota, se propaga la luz en un solo modo de propagación, debido a las características tanto de ángulo de incidencia como la frecuencia normalizada, este haz rebota en las paredes por lo que viaja en sentido paralelo a la longitud del cable.

Fibra multimodo: El cable multimodo dispone de un núcleo de mayor diámetro que permite el paso de múltiples modos de luz. Esto significa que se pueden transmitir más tipos de datos.

Los cables de fibra multimodo se presentan en dos tamaños de núcleo y cinco variantes: 62,5 micras OM1, 50 micras OM2, 50 micras OM3, 50 micras OM4 y 50 micras OM5. (OM significa "modo óptico".), el uso común de las fibras ópticas multimodo son en la transmisión de señales voz y datos a distancias cortas en redes de área local o dentro de edificios.

4.4. Introducción a los sistemas FTTx

Los sistemas FTTx se denominan a las redes que se basan en elementos pasivos compuestos por fibra óptica que es una solución que permite llevar servicio de interconexión desde una base de un proveedor hasta el cliente final, denominado usuario, el cual tiene acceso a velocidades máximas en comparación con su antecesor ADSL.

La fibra óptica hasta el hogar ofrece mayor velocidad hacia un destino con menor cantidad de pérdidas de datos adicionalmente que es inmune a las interferencias electromagnéticas ya que los cables de fibra óptica transportan fotones de luz en lugar de corrientes eléctricas.

4.5. Redes PON

Las redes PON o pasive optical network, es una combinación de varios componentes pasivos, como combinadores, divisores, acopladores, Es bidireccional ascendente/descendente y su despliegue es menos costoso en comparación con el despliegue de otras tecnologías.

Las características principales de las redes PON, la eficiencia de transmisiones, seguras y adaptables ya que se pueden actualizar a una red de acceso óptico de próxima generación. Su gran ventaja es que no requiere energía eléctrica por lo que no sufre interferencia por otras redes desde su equipo activo que genera el servicio denominado OLT al usuario Final que se atienden mediante una ONT.

La estructura de las redes PON se dividen entre bloques importantes:

- Red de alimentación que corresponde al equipo terminal y de gestión de los servicios que brinda un proveedor elementos que consisten en equipos activos como la OLT, router, baterías, router de gestión, Etc.
- Red de distribución: Es el bloque pasivo de la red PON en cual consiste en todos los elementos como fibra óptica y elementos de fibra óptica.
- Red de dispersión: es el tramo de conexión hacia el usuario que contiene elementos pasivos y activos

4.6. Elementos de una red ODN

La ODN o optical distribution network principalmente consisten en los elementos de red de distribución o denominado planta externa, principalmente constituye:

- Fibra óptica de varias capacidades de hilos, de diferentes metrajes
- Mangas de empalme para realizar la unión de fibra óptica
- Cajas de distribución óptica denominadas NAPs siendo el punto de conexión del usuario final
- Splitter ópticos elementos que permiten dividir la señal

4.7. Estándar GPON

En lo que corresponde es especificar un modo de transmisión, la misma que puede ser de dos tipos de canales en un canal descendente con velocidad de transmisión de hasta 2.488 Gbit/s y en un canal ascendente de 1.244 Gbit/s

4.8. Topologías de red tradicional

La topología me mayor utilización en las redes GPON es de tipo árbol como se indica en la siguiente figura 1:

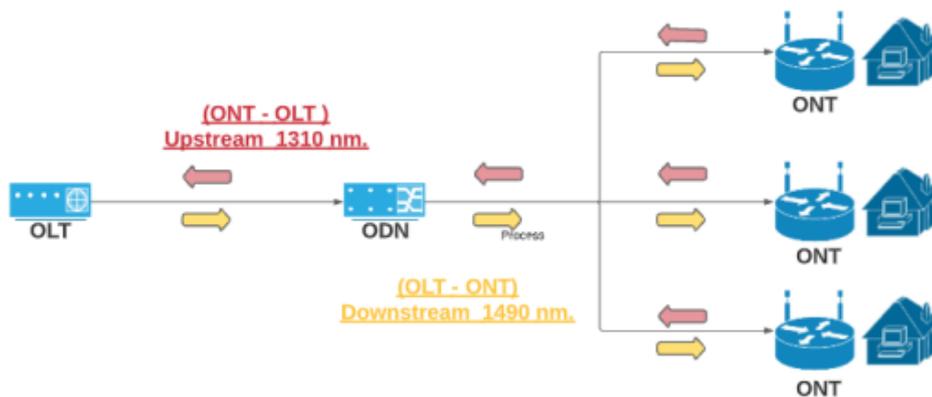


Figura 1: Topología de árbol de la red GPON [8]

La planificación de una red, la topología se relaciona con la distribución y diseño de una red, en la topología en árbol enlaza los puntos de empalme y los terminales de red

4.9.Redes desbalanceadas

Es un modelo de topología de distribución en una red ODN que utiliza el concepto de Terminal ACCESS POINT(TAP) que se basa en llegada de una potencia y la salida de alimentación de X cantidad de usuarios con un splitter simétrico que distribuye la potencia en partes iguales, mientras que con un solo hilo de fibra óptica con una topología de bus se utiliza un solo hilo de fibra óptica para dar servicio a una red con varios usuarios conectados.

El splitter desbalanceado más común es el de 1 entrada y 2 salidas (1:2), el cual por ser desbalanceado no es como el splitter simétrico 50% de la potencia en cada salida, sino que por su fabricación puede entregar una serie de combinaciones de porcentajes de salida como 10/90, 15/85, 20/80, 30/70, 40/60, 45/55, estos dos números sumados siempre deben dar el 100% de la potencia en ambas salidas. [10]

Las principales diferencias de estos modelos son: la distribución de la red equilibrada es ideal para situaciones en las que la demanda de utilización de la red tendrá una mayor densidad de usuarios, por ejemplo, centros urbanos, mientras que el desequilibrado favorece la implantación de la red en lugares más distantes y menos utilizados, como zonas rurales, Cabe mencionar que en este modelo la instalación de la red será más rápida, en vista de que usaremos menos fibra y en consecuencia el uso de cables será menor. (MARÍA ALICIA JESÚS DE SOUSA 2022) [11]



Figura 2: Representación de la conectorización de un splitter desbalanceado [9]

4.10. Redes de fibra óptica basados en splitters desbalanceados

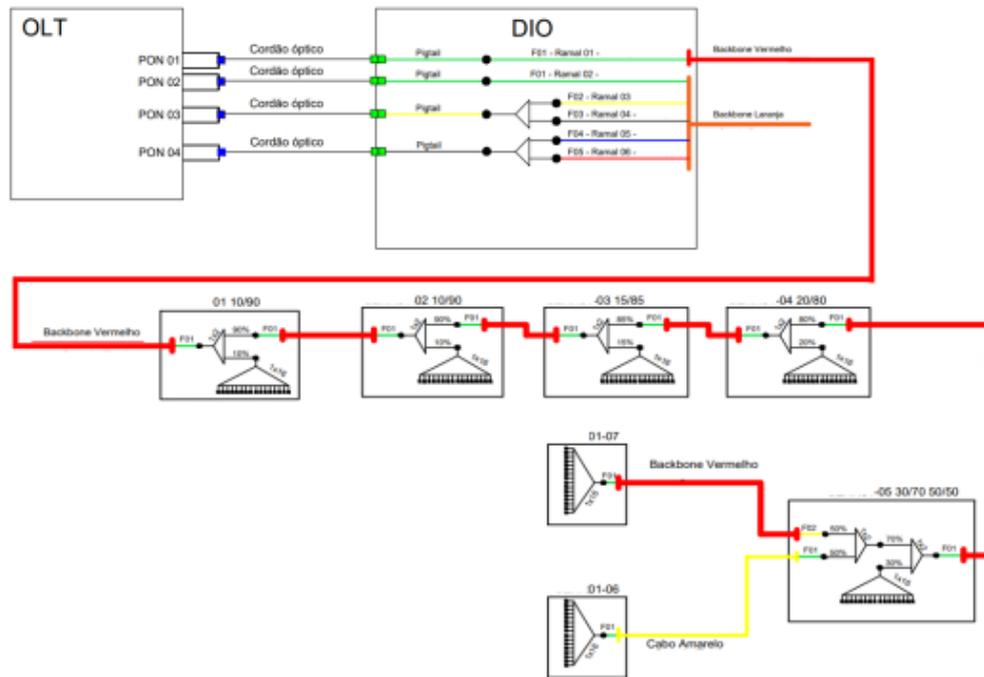


Figura 3: Topología de uso de splitter desbalanceados [11]

La topología de bus es una arquitectura de red en la que todos los dispositivos están conectados en una línea única, conocida como el "bus". Cada dispositivo se conecta directamente al bus, que actúa como un canal compartido para la transmisión de datos.

En una topología de bus, la comunicación se lleva a cabo enviando los datos a través del bus. Todos los dispositivos conectados al bus reciben la señal, pero solo el dispositivo al que se envió la señal la procesa y toma medidas según sea necesario.

5. Metodología

La metodología para utilizar tiene un enfoque cuantitativo y experimental el cual se basa en la revisión de las características de una red ODN y su comportamiento, el cual nos va a permitir conocer sus elementos y su función.

Realizando una revisión bibliográfica y revisión de los valores de pérdida nominal teórica de los elementos que conforman una red ODN, se va a formular una tabla de cálculos en la cual se puede variar los valores y la cantidad de elementos de la red para obtener varios resultados

Introduciendo una topología tipo Bus se va a analizar la pérdida de señal en la red ODN con el uso de splitter desbalanceados para realizar calcular teóricos para caracterizar ODN incluyendo la cantidad de cableado, la cantidad de splitter, la pérdida de inserción mediante valores nominales.

Mapa conceptual de metodología

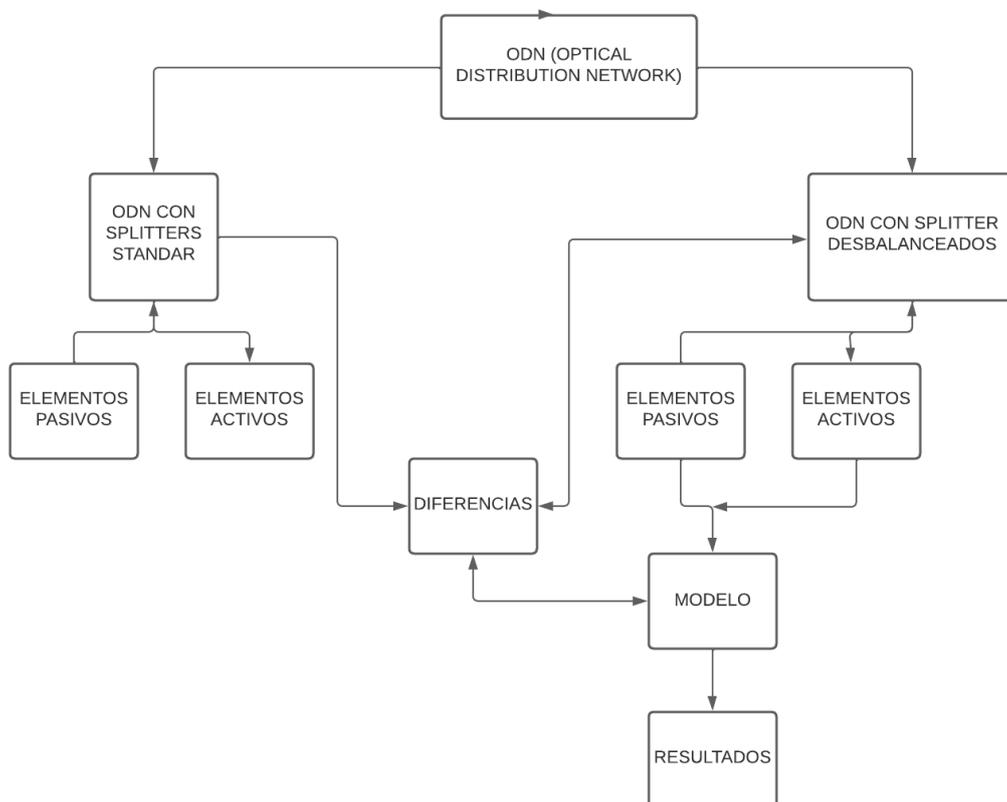


Figura 4: Modelo de la metodología fuente: El autor

6. Resultados

Para iniciar con el proceso de adquisición de resultados se inicia por definir los parámetros de atenuación o pérdida que se adquiere por cada elemento a ser participe dentro de la evaluación de la red, se opta por dividir en dos tipos: las atenuaciones adquiridas que van a ser utilizadas en cada muestra y la diferencia de pérdidas de los elementos de los splitter estándar y desbalanceados cabe recalcar que este proyecto se basa en la recomendación de la UIT-T H984.1.

Se inicia indicando que en toda red ODN se tiene un equipo terminal que realiza el proceso de conexión a la red del proveedor principal y sirve de interfaz y administración de datos a transmitirse en la red ODN denominado OLT (OPTICAL LINE TERMINATION), y el cual combinado con los módulos SFP el cual genera la potencia de Tx y la unidad de medida es de decibeles (dB), entre los modelos de SFP que se encuentra en el mercado se tiene la siguiente potencia de salida:

SFP	B+	5 dB
	C+	7 dB
	C++	10 dB

Tabla 1: Potencia de SFP [2]

Para determinar las pérdidas los parámetros a utilizarse

Elementos	At
PERDIDA DE CONECTOR	0,5 dB
PERDIDA DE FUSIÓN O EMPALME	0,1 dB
PERDIDA DISTANCIA A 1310 mm	0,35 dB
PERDIDA DISTANCIA A 1550 mm	0,25 dB
PERDIDA DISTANCIA A 1625 mm	0,30 dB

Tabla 2: Pérdidas nominales [10]

Pérdida splitter estándar:

Elementos	At
PERDIDA POR ESPLITER 1:2	3,5 dB
PERDIDA POR ESPLITER 1:4	7,0 dB
PERDIDA POR ESPLITER 1:8	10,5 dB
PERDIDA POR ESPLITER 1:16	14 dB
PERDIDA POR ESPLITER 1:32	17,5 dB

Tabla 3: pérdidas de splitter estándar [10]

Perdida splitter desbalanceados:

SPLITTER PLC ASIMETRICOS	% porcentaje de señal	Perdida de inserción dB (1310/1625 nm)
SPLITER 1X2	40/60	4,7 / 2,7
SPLITER 1X2	70/30	1,9 / 6,0
SPLITER 1X2	80/20	7,9 /1,2
SPLITER 1X2	85/15	1,0 /7,9
SPLITER 1X2	90/10	11,3 /0,65
SPLITER 1X2	95/5	14,6 /0,4

Tabla 4 : perdida de splitter desbalanceados [13]

Otro parámetro para considerar, como objeto de análisis, será la distancia total definido de la siguiente forma en la tabla a continuación:

PUNTOS	distancia (Km)
OLT - EMPALME	2
EMPALME - NAP	0,3
NAP - NAP	0,3

Tabla 5: distancias definidas

Para el objeto de diseño y análisis se basa en las especificaciones técnicas detalladas en Sánchez López, K. F., & Duchi Lucero, M. I. (2022), el cual indica que usan un modelo de OLT ZTE C320, que detalla que el coeficiente de subdivisión que soporta cada puerto es de 1:128.

De igual forma para el modelo escogido para como objeto de comparación, es un modelo de topología tipo árbol con 2 niveles de splitter 1:8 como primer nivel y 1:16 como segundo nivel. Obteniendo como resultado:



Figura 5: Configuración topología ODN tradicional, Fuente: el autor

Con respecto a las redes desbalanceadas se propone las diferentes configuraciones inyectando a la red una potencia en la OLT de 7 dB, y suponiendo que la recepción de una ONT en el abonado final que tiene un rango de funcionamiento entre -8 a -28 db, y un margen de guarda de al menos 3dB, se obtiene los siguientes resultados:

- Utilizando 8 NAPs con splitter de 1:16 con una configuración 70/30 en todas las Naps en tres ventanas 1310mm, 1550nm, 1625nm

DESBALANCEADO																				
OLT		EMPALME																		
POTENCIA IN 7,000 dB																				
VENTANA		1310mm		NAP 1		NAP 2		NAP 3		NAP 4		NAP 5		NAP 6		NAP 7		NAP 8		
ITEM	cantidad	perdida dB																		
DISTANCIA	2,00 Km	0,700 dB	0,30 Km	0,105 dB																
PERDIDA ENTRANTE A NAP	0		5,00 dB		2,99 dB		0,98 dB		-1,02 dB		-3,03 dB		-5,03 dB		-7,04 dB		-9,04 dB			
SPPLITER DESBALANCEADO	0		70/30	6,0 dB																
SPPLITER BALANCEADO	0		1,16	14,0 dB																
CANTIDAD DE CONECTORES	2	1,000 dB	0	0,000 dB																
CANTIDAD DE EMPALMES	2	0,200 dB	1	0,100 dB																
PERDIDA	5,1 dB		-15,2 dB		-17,2 dB		-19,2 dB		-21,2 dB		-23,2 dB		-25,2 dB		-27,2 dB		-23,1 dB			
DESBALANCEADO																				
OLT		EMPALME																		
POTENCIA IN 7,000 dB																				
VENTANA		1550nm		NAP 1		NAP 2		NAP 3		NAP 4		NAP 5		NAP 6		NAP 7		NAP 8		
ITEM	cantidad	perdida dB																		
DISTANCIA	2,00 Km	0,500 dB	0,30 Km	0,075 dB																
PERDIDA ENTRANTE A NAP	0		5,23 dB		3,25 dB		1,28 dB		-0,70 dB		-2,68 dB		-4,65 dB		-6,63 dB		-8,60 dB			
SPPLITER DESBALANCEADO	0		70/30	6,0 dB																
SPPLITER BALANCEADO	0		1,16	14,0 dB																
CANTIDAD DE CONECTORES	2	1,000 dB	0	0,000 dB																
CANTIDAD DE EMPALMES	2	0,200 dB	1	0,100 dB																
PERDIDA	5,3 dB		-15,0 dB		-17,0 dB		-18,9 dB		-20,9 dB		-22,9 dB		-24,9 dB		-26,8 dB		-22,7 dB			
DESBALANCEADO																				
OLT		EMPALME																		
POTENCIA IN 7,000 dB																				
VENTANA		1625nm		NAP 1		NAP 2		NAP 3		NAP 4		NAP 5		NAP 6		NAP 7		NAP 8		
ITEM	cantidad	perdida dB																		
DISTANCIA	2,00 Km	0,600 dB	0,30 Km	0,090 dB	0,300 dB	0,090 dB	0,30 Km	0,090 dB												
PERDIDA ENTRANTE A NAP	0		5,11 dB		3,12 dB		1,13 dB		-0,86 dB		-2,85 dB		-4,84 dB		-6,83 dB		-8,82 dB			
SPPLITER DESBALANCEADO	0		70/30	6,0 dB																
SPPLITER BALANCEADO	0		1,16	14,0 dB																
CANTIDAD DE CONECTORES	2	1,000 dB	0	0,000 dB																
CANTIDAD DE EMPALMES	2	0,200 dB	1	0,100 dB																
PERDIDA	5,2 dB		-15,1 dB		-17,1 dB		-19,1 dB		-21,1 dB		-23,1 dB		-25,0 dB		-27,0 dB		-22,9 dB			

Figura 6: Configuración splitter desbalanceado 70/30, Fuente: el autor

Obteniendo en la NAP5, NAP 6 y NAP 7 una pérdida entre -23 y 27 dB, es muy elevada con respecto a los parámetros de recepción, sin embargo, cubrimos los 128 puertos para abonados que puede atender simultáneamente un equipo OLT

Los valores obtenidos entre las NAP 1, NAP 2, NAP 3, NAP 4, son valores que pueden ser utilizados para cumplir dentro los rangos establecidos en una ONT en el abonado final.

De igual manera a ser la NAP 8 siendo la final, se considera que no necesita un splitter desbalanceado y por ende únicamente se considera un splitter estándar obteniendo la pérdida no cumple con los rangos de aceptación de recepción en una ONT en el abonado final.

- Utilizando 8 NAPs con splitter de 1:16 con una configuración 80/20 en todas las Naps en tres ventanas 1310mm, 1550mm, 1625mm

DESBALANCEADO																				
OLT		EMPALME																		
POTENCIA IN 7.000 dB																				
VENTANA		1310mm		NAP 1 1310mm		NAP 2 1310mm		NAP 3 1310mm		NAP 4 1310mm		NAP 5 1310mm		NAP 6 1310mm		NAP 7 1310mm		NAP 8 1310mm		
ITEM	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB
DISTANCIA	2.00 Km	0.700 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB	0.30 Km	0.105 dB
PERDIDA ENTRANTE A NAP	0		5.00 dB		3.69 dB		2.39 dB		1.08 dB		-0.23 dB		-1.53 dB		-2.84 dB		-4.14 dB			
SPLITTER DESBALANCEADO	0		80/20	7.9 dB	1:16	14.0 dB														
SPLITTER BALANCEADO	0		1:16	14.0 dB	1:16	14.0 dB														
CANTIDAD DE CONECTORES	2	1.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB
CANTIDAD DE EMPALMES	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	1	0.100 dB
PERDIDA	5.1 dB		-17.1 dB		-18.4 dB		-19.7 dB		-21.0 dB		-22.3 dB		-23.6 dB		-24.9 dB		-18.2 dB			
DESBALANCEADO																				
OLT		EMPALME																		
POTENCIA IN 7.000 dB																				
VENTANA		1550mm		NAP 1 1550mm		NAP 2 1550mm		NAP 3 1550mm		NAP 4 1550mm		NAP 5 1550mm		NAP 6 1550mm		NAP 7 1550mm		NAP 8 1550mm		
ITEM	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB
DISTANCIA	2.00 Km	0.500 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB	0.30 Km	0.075 dB
PERDIDA ENTRANTE A NAP	0		5.23 dB		3.95 dB		2.68 dB		1.40 dB		0.12 dB		-1.15 dB		-2.43 dB		-3.70 dB			
SPLITTER DESBALANCEADO	0		80/20	7.9 dB	1:16	14.0 dB														
SPLITTER BALANCEADO	0		1:16	14.0 dB	1:16	14.0 dB														
CANTIDAD DE CONECTORES	2	1.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB
CANTIDAD DE EMPALMES	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	1	0.100 dB
PERDIDA	5.3 dB		-16.9 dB		-18.2 dB		-19.4 dB		-20.7 dB		-22.0 dB		-23.3 dB		-24.5 dB		-17.8 dB			
DESBALANCEADO																				
OLT		EMPALME																		
POTENCIA IN 7.000 dB																				
VENTANA		1625mm		NAP 1 1625mm		NAP 2 1625mm		NAP 3 1625mm		NAP 4 1625mm		NAP 5 1625mm		NAP 6 1625mm		NAP 7 1625mm		NAP 8 1625mm		
ITEM	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB
DISTANCIA	2.00 Km	0.600 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB	0.30 Km	0.090 dB
PERDIDA ENTRANTE A NAP	0		5.11 dB		3.82 dB		2.53 dB		1.24 dB		-0.05 dB		-1.34 dB		-2.63 dB		-3.92 dB			
SPLITTER DESBALANCEADO	0		80/20	7.9 dB	1:16	14.0 dB														
SPLITTER BALANCEADO	0		1:16	14.0 dB	1:16	14.0 dB														
CANTIDAD DE CONECTORES	2	1.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB	0	0.000 dB
CANTIDAD DE EMPALMES	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	2	0.200 dB	1	0.100 dB
PERDIDA	5.2 dB		-17.0 dB		-18.3 dB		-19.6 dB		-20.9 dB		-22.2 dB		-23.4 dB		-24.7 dB		-18.0 dB			

Figura 7: Configuración splitter desbalanceado 80/20, Fuente: el autor

Obteniendo en la NAP 5, NAP 6, y NAP 7 tiene una pérdida entre -22 y 24,7 dB pero sigue siendo elevada con respecto a los parámetros de recepción, sin embargo cubrimos los 128 puertos para abonados que puede atender simultáneamente un equipo OLT.

Los valores obtenidos entre las NAP 1, NAP 2, NAP 3, NAP 4, son valores que pueden ser utilizados para cumplir dentro los rangos establecidos en una ONT en el abonado final.

De igual manera a ser la NAP 8 siendo la final, se considera que no necesita un splitter desbalanceado y por ende únicamente se considera un splitter estándar obteniendo que la pérdida cumple con los rangos de aceptación de recepción en una ONT en el abonado final.

- Utilizando 8 NAPs con splitter de 1:16 con una configuración 85/15 en todas las Naps en tres ventanas 1310mm, 1550mm, 1625mm

DESBALANCEADO													
OLT	EMPALME	1310mm											
		cantidad	perdida dB										
POTENCIA IN		7.000 dB											
VENTANA		1310mm		NAP 1		NAP 2		NAP 3		NAP 4		NAP 5	
ITEM		cantidad	perdida dB										
DISTANCIA		2,00 Km	0,700 dB	0,30 Km	0,105 dB								
PERDIDA ENTRANTE A NAP		0	5,00 dB	0	3,89 dB	0	2,79 dB	0	1,68 dB	0	0,57 dB	0	-0,53 dB
SPLITTER DESBALANCEADO		0	85/15	9,6 dB	85/15								
SPLITTER BALANCEADO		0	1:16	14,0 dB	1:16								
CANTIDAD DE CONECTORES		2	1,000 dB	0	0,000 dB								
CANTIDAD DE EMPALMES		2	0,200 dB										
PERDIDA		5,1 dB	-16,8 dB	-19,9 dB	-21,0 dB	-22,1 dB	-23,2 dB	-24,3 dB	-25,4 dB	-16,8 dB			
DESBALANCEADO													
OLT	EMPALME	1550mm											
		cantidad	perdida dB										
POTENCIA IN		7.000 dB											
VENTANA		1550mm		NAP 1		NAP 2		NAP 3		NAP 4		NAP 5	
ITEM		cantidad	perdida dB										
DISTANCIA		2,00 Km	0,500 dB	0,30 Km	0,075 dB								
PERDIDA ENTRANTE A NAP		0	5,23 dB	0	4,15 dB	0	3,05 dB	0	2,00 dB	0	0,92 dB	0	-0,15 dB
SPLITTER DESBALANCEADO		0	85/15	9,6 dB	85/15								
SPLITTER BALANCEADO		0	1:16	14,0 dB	1:16								
CANTIDAD DE CONECTORES		2	1,000 dB	0	0,000 dB								
CANTIDAD DE EMPALMES		2	0,200 dB										
PERDIDA		5,3 dB	-16,8 dB	-19,7 dB	-20,7 dB	-21,8 dB	-22,9 dB	-24,0 dB	-25,0 dB	-16,8 dB			
DESBALANCEADO													
OLT	EMPALME	1625mm											
		cantidad	perdida dB										
POTENCIA IN		7.000 dB											
VENTANA		1625mm		NAP 1		NAP 2		NAP 3		NAP 4		NAP 5	
ITEM		cantidad	perdida dB										
DISTANCIA		2,00 Km	0,800 dB	0,30 Km	0,090 dB								
PERDIDA ENTRANTE A NAP		0	5,11 dB	0	4,02 dB	0	2,93 dB	0	1,84 dB	0	0,75 dB	0	-0,34 dB
SPLITTER DESBALANCEADO		0	85/15	9,6 dB	85/15								
SPLITTER BALANCEADO		0	1:16	14,0 dB	1:16								
CANTIDAD DE CONECTORES		2	1,000 dB	0	0,000 dB								
CANTIDAD DE EMPALMES		2	0,200 dB										
PERDIDA		5,2 dB	-18,7 dB	-19,8 dB	-20,9 dB	-22,0 dB	-23,1 dB	-24,1 dB	-25,2 dB	-16,8 dB			

Figura 8: Configuración splitter desbalanceado 85/15, Fuente: el autor

Obteniendo en la NAP 5, NAP 6 y NAP 7 una pérdida entre -23,1 y 25,2 dB, pero sigue siendo elevada con respecto a los parámetros de recepción, sin embargo, cubrimos los 128 puertos para abonados que puede atender simultáneamente un equipo OLT.

Los valores obtenidos entre las NAP 1, NAP 2, NAP 3, NAP 4, son valores que pueden ser utilizados para cumplir dentro de los rangos establecidos en una ONT en el abonado final.

De igual manera a ser la NAP 8 siendo la final, se considera que no necesita un splitter desbalanceado y por ende únicamente se considera un splitter estándar obteniendo que la pérdida cumple con los rangos de aceptación de recepción en una ONT en el abonado final.

- Utilizando 8 NAPs con splitter de 1:16 con una configuración 90/10 en todas las Naps en tres ventanas 1310mm, 1550nm, 1625mm

DESBALANCEADO																		
OLT	EMPALME	1310mm																
		cantidad	perdida dB															
POTENCIA IN		7.000 dB																
VENTANA		1310mm		1310mm		1310mm		1310mm		1310mm		1310mm		1310mm		1310mm		
ITEM		cantidad	perdida dB															
DISTANCIA		2.00 Km	0.700 dB	0.30 Km	0.105 dB													
PERDIDA ENTRANTE A NAP		0	5.00 dB	0	5.00 dB	0	4.19 dB	0	3.39 dB	0	2.58 dB	0	1.78 dB	0	0.97 dB	0	0.16 dB	
SPLITTER DESBALANCEADO		0	90/10	11.3 dB														
SPLITTER BALANCEADO		0	1:16	14.0 dB														
CANTIDAD DE CONECTORES		2	1.000 dB	0	0.000 dB													
CANTIDAD DE EMPALMES		2	0.200 dB															
PERDIDA		5.1 dB		-20.5 dB		-21.3 dB		-22.1 dB		-22.9 dB		-23.7 dB		-24.5 dB		-25.3 dB		-14.7 dB
DESBALANCEADO																		
OLT	EMPALME	1550mm																
		cantidad	perdida dB															
POTENCIA IN		7.000 dB																
VENTANA		1550mm		1550mm		1550mm		1550mm		1550mm		1550mm		1550mm		1550mm		
ITEM		cantidad	perdida dB															
DISTANCIA		2.00 Km	0.500 dB	0.30 Km	0.075 dB													
PERDIDA ENTRANTE A NAP		0	5.20 dB	0	4.45 dB	0	3.60 dB	0	2.90 dB	0	2.13 dB	0	1.35 dB	0	0.57 dB	0	-0.20 dB	
SPLITTER DESBALANCEADO		0	90/10	11.3 dB														
SPLITTER BALANCEADO		0	1:16	14.0 dB														
CANTIDAD DE CONECTORES		2	1.000 dB	0	0.000 dB													
CANTIDAD DE EMPALMES		2	0.200 dB															
PERDIDA		5.3 dB		-20.3 dB		-21.1 dB		-21.8 dB		-22.6 dB		-23.4 dB		-24.2 dB		-24.9 dB		-14.3 dB
DESBALANCEADO																		
OLT	EMPALME	1625mm																
		cantidad	perdida dB															
POTENCIA IN		7.000 dB																
VENTANA		1625mm		1625mm		1625mm		1625mm		1625mm		1625mm		1625mm		1625mm		
ITEM		cantidad	perdida dB															
DISTANCIA		2.00 Km	0.800 dB	0.30 Km	0.090 dB													
PERDIDA ENTRANTE A NAP		0	5.11 dB	0	4.32 dB	0	3.53 dB	0	2.74 dB	0	1.95 dB	0	1.16 dB	0	0.37 dB	0	-0.42 dB	
SPLITTER DESBALANCEADO		0	90/10	11.3 dB														
SPLITTER BALANCEADO		0	1:16	14.0 dB														
CANTIDAD DE CONECTORES		2	1.000 dB	0	0.000 dB													
CANTIDAD DE EMPALMES		2	0.200 dB															
PERDIDA		5.2 dB		-20.4 dB		-21.2 dB		-22.0 dB		-22.8 dB		-23.6 dB		-24.3 dB		-25.1 dB		-14.5 dB

Figura 9: Configuración splitter desbalanceado 90/10, Fuente: el autor

Obteniendo en la NAP 3, NAP 4 y NAP 5, NAP 6, NAP 7 tienen una pérdida entre -22 y 25,1 dB, el cual se considera fuera del rango de aceptación respecto a los parámetros de recepción, sin embargo, cubrimos los 128 puertos para abonados que puede atender simultáneamente un puerto de la OLT.

Los valores obtenidos entre las NAP 1, NAP 2, son valores que pueden ser utilizados para cumplir dentro los rangos establecidos en una ONT en el abonado final.

De igual manera a ser la NAP 8 siendo la final, se considera que no necesita un splitter desbalanceado y por ende únicamente se considera un splitter estándar obteniendo que la pérdida cumple con los rangos de aceptación de recepción en una ONT en el abonado final.

- Combinación mediante el escalamiento del uso de splitter desbalanceados para la obtención de la menor pérdida en cada NAP

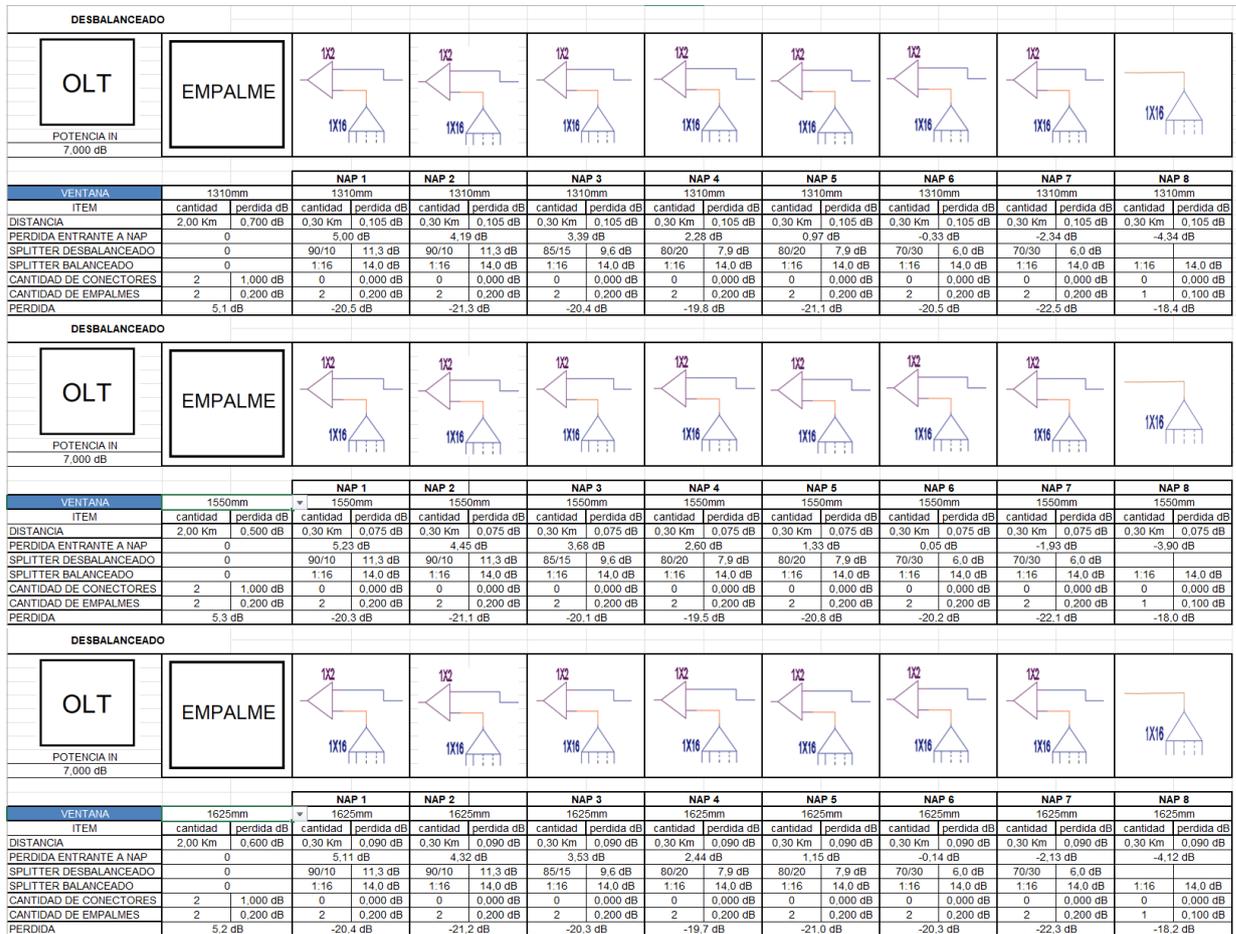


Figura 10: Configuración splitter desbalanceado ideal, Fuente: el autor

Obteniendo en la NAP 1, NAP 2 y NAP 3, NAP 4, NAP 5, NAP 6, una pérdida dentro del rango de aceptación respecto a los parámetros de recepción, y cubrimos los 128 puertos para abonados que puede atender simultáneamente un puerto de la OLT.

De igual manera la NAP 8 siendo la final, se considera que no necesita un splitter desbalanceado y por ende únicamente se proyecta el uso de splitter estándar obteniendo que la pérdida cumple con los rangos de aceptación de recepción en una ONT en el abonado final.

En la NAP 7, se tiene una pérdida de 0,2 dB fuera del rango de aceptación, sin embargo, se puede considerar aceptable en este caso, ya que se tiene 3 dB de guarda

7. Discusión

El presente estudio consistió en realizar un cuadro de pérdidas denominado link Budget o cuadro de pérdidas de una red ODN, para realizar una comparativa de las pérdidas en las diferentes configuraciones planteadas, de manera de que mediante la revisión del uso de splitter desbalanceados a las configuraciones en todas sus NAPs configuradas a: 70/30, 80/20, 85/15, 90/10, se vaya observando el comportamiento y la pérdida de salida en cada punto.

Una vez analizado el comportamiento de todas las configuraciones realizadas, se ha llegado a plantear que lo ideal es combinar los tipos de splitter tal manera de llegar a una configuración en la cual poder controlar la salida de potencia en cada puerto de la Nap que va a alimentar a 1 abonado y este se encuentre dentro del rango de trabajo de un equipo denominado ONT.

La principal diferencia entre usar un topología entre tipo árbol para una ODN con splitter estándar y una topología tipo Bus en una ODN con splitter desbalanceados, es la capacidad de hilos de fibra óptica a utilizar, ya que para habilitar 8 cajas como se muestra en los casos de estudio se necesita al menos 1 hilos en central de una fibra troncal y en la ODN con splitter y luego de pasar el primer nivel de splitter se utiliza 8 hilos, mientras que al utilizar splitter desbalanceados solo se utiliza 1 hilo desde la OLT hasta la Nap Final.

Finalmente, Al evaluar los diferentes modelos denominados link Budget se puede observar que los valores de atenuación son la principal limitante, pero también mediante el análisis y la combinación de splitter de diferente nominación en lo que corresponde tanto para splitter estándar o splitter desbalanceados, pudiendo de esa forma, buscar una solución para los diferentes casos que se pueden presentar en el momento de la implementación de una ODN.

8. Conclusiones

- Las redes ODN con splitter desbalanceados son un producto nuevo que puede ser de menor costo y tiempo de implementación lo que puede representar económicamente
- El uso de ODN con splitter desbalanceados este sujeto a análisis y limitaciones de los equipos activos que conforman la red, ya que la inversión para mejorar la red puede ser en el uso de amplificadores de potencia o equipos en el abonado con mayor capacidad de recepción
- Al realizar la combinación de splitter desbalanceados se puede notar que con la utilización de en las 2 primeras Naps splitter 90/10 y de ahí empezar a combinar diferentes nominaciones se puede ir controlando la potencia de salida en los puertos de salida hacia los abonados
- Las redes con splitter desbalanceados, debido a sus pérdidas de atenuación, limita el alcance en relación con la distancia, por lo que su aplicación es utilizable en sitios donde la densidad de la población es mayormente cercana como en zonas urbanas

9. Recomendaciones

Para un futuro análisis basado en este proyecto, se puede armar un laboratorio con los elementos que se usa para el análisis como son conectores, empalmes, fibra óptica y splitter de diferentes nominaciones, y realizar pruebas ópticas mediante un OTDR para revisar las pérdidas en los diferentes elementos

Para complementar este tipo de estudio también se plantea realizar un análisis de implementación de un equipo adicional denominado EDFA el cual es un amplificador de señal óptico que puede ayudar a incrementar la potencia de salida de la OLT, aumentando así el rango de recepción de potencias en las Naps finales, y de igual forma se aumenta la distancia de alcance de manera que se implemente en zonas donde la cobertura es mayormente dispersa.

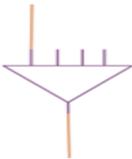
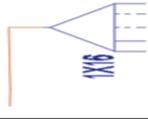
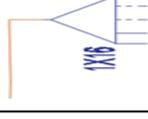
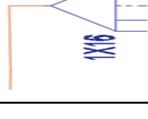
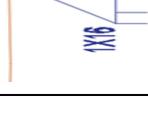
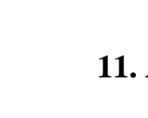
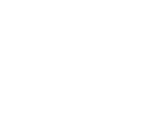
10. Bibliografía

- [1] Alustiza, D. H., Mineo, M., Aredes, D. E., & Russo, N. A. (2019). Fabricación local de sensores de fibra óptica aplicables al sensado de magnitudes relevantes en ingeniería civil.
- [2] Chan Garcia, A. E. (2020). Fibra óptica: evolución, estándares y aplicaciones.
- [3] GUAMÁN CASTRO, E. R. (2020). *Módulo experimental de laboratorio para detectar fallos en enlaces de fibra óptica monomodo por reflectometría óptica en el dominio del tiempo, a través de un OTDR* (Bachelor's thesis, Quito).
- [4] Aguinaga Guerrero, E., & Fernandez Rodriguez, A. B. (2022). Estudio evaluativo de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto translúcido con fibra óptica.
- [5] Gutiérrez, L. C., Castaño, L. F., Gómez, J. A., Quijano, J. C., Herrera-Ramírez, J. A., Hoyos, A., ... & Aristizabal, V. H. (2018). Specklegramas de fibra óptica analizados mediante procesamiento digital de imágenes. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(163), 182-188.
- [6] Flores, C. (2020). Internet. *Classificação de Agentes Químicos (poeiras, fumos, névoas, gases, vapores...)*. *Saber SST*.
- [7] Espinoza Yunga, D. J. (2018). *Diseño de odn optical distribution network para tecnología gpon para el sector centro-oriental desde barrio La Pradera de la ciudad de Loja* (Bachelor's thesis).
- [8] Campos Velasco, J. E., & Romo Morales, C. J. (2019). *Diseño de una red de acceso para brindar servicios triple play con tecnología GPON (Gigabit-capable Passible Optical Network) y plan de certificación de la ODN (Optical Distribution Network) implementada para el sector "El Dorado" en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza* (Bachelor's thesis, Quito, 2019.).
- [9] Acevedo Zuluaga, D. (2023). Análisis y evaluación de modelos de despliegue de una red FTTX con tecnología GPON para solución con splitter balanceado vs. Solución preconectorizada con splitter desbalanceado.
- [10] Soares, P. A. (2020). Proposta metodológica para projetos em redes ópticas passivas (PON). *Engenharia Elétrica-Pedra Branca*.
- [11] Sousa, MAJD (2022). Sistema de detección de pérdidas en redes de fibra óptica utilizando internet de las cosas.
- [12] badudcom. (2020-06-22) ¿Cuál es la diferencia entre el módulo GPON SFP Clase B y Clase C? [blog]. <https://www.baudcom.com.cn/es/blog/difference-b-and-c-gpon-sfp-module>
- [13] Maximiano, A. F., & Schloesser, J. (2022). Estudo da implantação de redes de fibra óptica utilizando a topologia PON em regiões rurais para a MNET

[14] Sánchez López, K. F., & Duchi Lucero, M. I. (2022). *Administración y gestión de la OLT ZTE del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca* (Bachelor's thesis).

11. Anexos

Anexo.1 Tabla de análisis de linkbudget ODN tradicional

TRADICIONAL		ESTANDAR 1ER NIVEL		NAP 1		NAP 2		NAP 3		NAP 4		NAP 5		NAP 6		NAP 7		NAP 8						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">OLT</div>																								
																					POTENCIA IN 7,000 dB			
VENTANA	1625mm	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB	cantidad	perdida dB			
ITEM	2,00 Km	1,16	0,690 dB	2,30 Km	1,16	0,780 dB	2,60 Km	1,16	0,870 dB	2,90 Km	1,16	0,960 dB	3,20 Km	1,16	1,050 dB	3,50 Km	1,16	1,140 dB	3,80 Km	1,16	1,230 dB	4,10 Km	1,16	1,320 dB
DISTANCIA	1,8	10,5 dB	0,300 dB	3	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4	0,400 dB	4
SPLITTER	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB	2	1,000 dB
CANTIDAD DE EMPALMES	-5,4 dB																							
CANTIDAD DE CONECTORES	-21,5 dB																							
PERDIDA	-21,6 dB																							
	-21,7 dB																							
	-21,8 dB																							
	-21,9 dB																							
	-21,9 dB																							
	-22,0 dB																							
	-22,1 dB																							

Anexo 2. Tabla de análisis de linkbudget ODN con splitter desbalanceados

DESBALANCEADO		EMPALME		MAP 1		MAP 2		MAP 3		MAP 4		MAP 5		MAP 6		MAP 7		MAP 8	
VENTANA	ITEM	cantidad	perdida dB																
	DISTANCIA	8.00 Km	2.400 dB	0.30 Km	0.090 dB														
	PERDIDA ENTRA EN MAP	0	3.31 dB	2.62 dB	1.73 dB	0.64 dB	-0.65 dB	-1.94 dB	-3.93 dB	-5.92 dB									
	SPPLITTER DESBALANCEADO	0	90/10	11.3 dB	85/15	9.6 dB	80/20	7.9 dB	70/30	6.0 dB	6.0 dB								
	SPPLITTER BALANCEADO	0	1:16	14.0 dB	1:16														
	CANTIDAD DE CONECTORES	2	1.000 dB	0	0.000 dB														
	CANTIDAD DE EMPALMES	2	0.200 dB	2	0.100 dB														
	PERDIDA	3.4 dB	-22.2 dB	-23.0 dB	-22.1 dB	-21.5 dB	-22.8 dB	-22.1 dB	-21.5 dB	-22.1 dB	-22.1 dB	-21.5 dB	-22.8 dB	-22.1 dB	-22.1 dB	-21.5 dB	-24.1 dB	-20.0 dB	-20.0 dB

Anexo 3. Certificación de traducción resumen

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Andrés Baldassari
MA.App.Lng

CERTIFICO:

Haber realizado la traducción de español a inglés del resumen de la tesis titulada: " ANÁLISIS SOBRE EL USO Y LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED ODN CON EL USO DE TECNOLOGÍAS DE SPLITTER DESBALANCEADOS", de autoría JOSE ALBERTO ALBUJA NARVÁEZ con cédula de identidad Nro. 1103477749, egresado de la facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, trabajo que se encuentra bajo la dirección de la Ing. Marianela Carrión, Mg. Sc. previo a la obtención del título de Magíster en Telecomunicaciones.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que creyere conveniente.

Quito, 16 de junio de 2023

Andrés Baldassari MA.App.Lng
Certified Translator – Senescyt - MDT-3104-CCL-259519
Celular: (593) 098 7030 511
Email: andresbaldassari@hotmail.com

