

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“ACONDICIONAMIENTO DEL MASTER MIZU EN UNA RED DE
DISTRIBUCIÓN COAXIAL NODO+0 PARA BRINDAR EL SERVICIO DE
INTERNET Y CATV EN EL DISTRITO XAUXA DE LA REGIÓN JUNÍN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

RODRIGUEZ VERA, PABLO CESAR

Villa El Salvador

2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos mis sobrinos en especial a Daniel y Kimberly también a mi Madre Medalid Vera quien me apoyó y aconsejó durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor y profesores quienes me formaron como profesional

INDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	2
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	2
1.2 Justificación del Problema	2
1.3 Delimitación del Proyecto.....	2
1.3.1 Teórica.....	2
1.3.2 Temporal.	2
1.3.3 Espacial.	2
1.4 Formulación del Problema	3
1.4.1 Problema general.	3
1.4.2 Problemas específicos.	3
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo general.....	3
1.5.2 Objetivos específicos.	3
<i>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</i>	5
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1 Antecedentes Internacionales.	5
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	6
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Espectro electromagnético.	7
2.2.2 Fibra Óptica.....	8
2.2.2.1 Estructura F. O.	9
2.2.2.2 Clasificación de la Fibra Óptica.	10
2.2.2.2.1 Fibra monomodo.	10
2.2.2.2.2 Fibra multimodo.	12
2.2.2.3 Características de la F. O.	14
2.2.2.3.1 Atenuación.	14
2.2.2.3.2 Ángulo de aceptación θ_a	14
2.2.2.3.3 Dispersión modal.	14
2.2.2.3.4 PMD.	15
2.2.2.3.5 Dispersión Cromática.....	15
2.2.2.3.6 Longitud de onda.....	16
2.2.3 Red de Cable Coaxial.	16
2.2.3.1 Partes del cable coaxial.	17
2.2.3.2 Simbología del cable coaxial.	17
2.2.3.3 Estructura de la red HFC.	18
2.2.3.3.1 La Headend.....	18
2.2.3.3.2 Red de Distribución.	19
2.2.3.3.3 La red de abonados.	22
2.2.4 EOC	23
2.2.5 Estándares de EoC.	24
2.3 Definición de términos básicos.....	26
<i>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL</i>	27
3.1 Análisis del modelo Master MIZU	27
3.2 Desarrollo del acondicionamiento del Master MIZU a la red de distribución coaxial	27

3.2.1 Configuración de equipo master MIZU.....	28
3.2.2 Implementación del Master MIZU en la Red Distribución Coaxial.	30
3.2.3 Monitorización de Master MIZU	32
3.3 Revisión y consolidación de resultados	33
3.3.1 Verificación de integración de Internet y CATV en la distribución coaxial.....	33
<i>CONCLUSIONES</i>	37
<i>RECOMENDACIONES</i>	38
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	39
<i>ANEXOS</i>	42
ANEXO 1. MASTER EOC - MZ2476SO - DATASHEET.....	42
ANEXO 2. FUSION SPLICER - CAM-ADSS-24BI - DATASHEET	43
ANEXO 3. OPTICAL NODE – MON-1G-4R-AGDP - DATASHEET	44
ANEXO 4. TRANSMISOR OPTICO – MFT1550-EM-210 - DATASHEET.....	46
ANEXO 5. FIBER OPTIC SPLICE – MFC-V-812-SHR - DATASHEET	48
ANEXO 6. EDFA – MFA-1550-26/1P - DATASHEET.....	49
ANEXO 7. FIBER OPTICAL CABLE – CAM-ADSS-24BI - DATASHEET	50
ANEXO 8. AN5516-06 GPON/EPON OLT platform.....	51

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Espectro electromagnético</i>	7
<i>Figura 2. Estructura básica de una fibra óptica</i>	9
<i>Figura 3. Clasificación de la fibra óptica</i>	10
<i>Figura 4. Dispersión cromática de las fibras monomodo</i>	11
<i>Figura 5. Dimensiones de fibras ópticas</i>	12
<i>Figura 6. Sección transversal y perfiles de índice de refracción</i>	13
<i>Figura 7. Distancias máximas de un enlace</i>	13
<i>Figura 8. Dispersión modal</i>	15
<i>Figura 9. Dispersión por polarización</i>	15
<i>Figura 10. Dispersión de onda guiada</i>	16
<i>Figura 11. Partes del cable coaxial</i>	17
<i>Figura 12. Simbología del cable coaxial</i>	18
<i>Figura 13. Headend</i>	19
<i>Figura 14. Fuente de alimentación</i>	20
<i>Figura 15. Nodo Óptico</i>	20
<i>Figura 16. Amplificador</i>	21
<i>Figura 17. Acoplador</i>	21
<i>Figura 18. Multitap</i>	22
<i>Figura 19. Red de Abonados</i>	22
<i>Figura 20. Estructura EOC</i>	23
<i>Figura 21. EOC esclavo</i>	24
<i>Figura 24. Pantalla configuración navegador en web del Master MIZU</i>	28
<i>Figura 25. Pantalla configuración Ip Master MIZU</i>	29
<i>Figura 26. Pantalla para grabar configuración Ip address del Master MIZU</i>	30
<i>Figura 27. Conexión de fibra a Master MIZU</i>	30
<i>Figura 28. Conexión Master MIZU a un esclavo EOC</i>	31
<i>Figura 29. Acondicionamiento de Master MIZU al nodo óptico de CATV</i>	31
<i>Figura 30. Nodos Óptico CATV</i>	32
<i>Figura 31. Plataformas de configuración cactiez</i>	32
<i>Figura 32. Plataforma monitoreo cactiez</i>	33
<i>Figura 33. Mediciones Nivel Óptico</i>	33
<i>Figura 34. Mediciones Señal de Campo</i>	34
<i>Figura 35. Pruebas de Internet ping y test de velocidad</i>	35
<i>Figura 36. Instalación Final</i>	35
<i>Figura 37. Técnico realizando pruebas</i>	36

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Bandas del espectro electromagnético.....	8
Tabla 2. Estándares EOC	25

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional lleva por título “Acondicionamiento del Master MIZU en una red de distribución coaxial Nodo+0 para brindar el servicio de Internet y CATV en el distrito Xauxa de la región Junín”, para optar el título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, presentado por el bachiller Rodríguez Vera Pablo Cesar.

Este proyecto es una opción tecnológica que brinda el servicio de Internet y CATV en forma integral mediante la red de distribución coaxial existente, aplicable a todas las pequeñas empresas que brindan el servicio de cable en el Perú.

El acondicionamiento de una red Óptico Ethernet Coaxial (EOC) con equipamiento Master MIZU puede brindar el servicio de Internet y CATV en beneficio de los clientes finales del distrito de Xauxa de la región Junín.

La estructura que se ha seguido en este trabajo se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el desarrollo del marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto como solución respectiva a la problemática existente.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Muchas pequeñas empresas peruanas que brindan el servicio de CATV, por medio de una red de distribución coaxial, no siempre están acondicionadas para brindar servicios de internet y CATV en forma integrada.

1.2 Justificación del Problema

El presente proyecto de investigación se justifica en base de los siguientes argumentos:

- Optimizar una red de distribución coaxial para brindar el servicio de Internet y CATV integrado para el beneficio de los clientes finales del distrito de Xauxa de la región Junín.
- Optimizar costos para ampliar la cobertura de los servicios y al alcance económico de la gran mayoría de la población del distrito de Xauxa de la región Junín.

1.3 Delimitación del Proyecto

1.3.1 Teórica.

Utilizar el equipo master MIZU para optimizar los Sistemas de comunicación EOC, para brindar el servicio integral de Internet y CATV.

1.3.2 Temporal.

Se implementó en el periodo 01/12/2016 al 15/01/2017 actualmente está en la etapa de monitoreo.

1.3.3 Espacial.

El acondicionamiento del Master MIZU en una red de distribución Coaxial NODO+0 se implementó para la empresa Cable Mantaro que brinda

servicios en el distrito de Xauxa, provincia de Jauja, departamento de Junín, Perú.

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema general.

¿Cómo acondicionar el equipo híbrido master MIZU en una red de distribución Coaxial Nodo+0 para brindar el servicio de Internet y CATV en forma integrada en el distrito de Xauxa de la región de Junín?

1.4.2 Problemas específicos.

- ¿Cómo establecer los procedimientos relacionados a la implementación del equipo Master MIZU?
- ¿Cómo configurar las direcciones IP y VLANs del equipo Master MIZU para poder brindar el servicio integral de Internet y CATV?
- ¿Cómo implementar el sistema de gestión y monitoreo del equipo Master MIZU para su correcta operatividad y mantenimiento?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general.

Acondicionar el equipo híbrido master MIZU en una red de distribución Coaxial Nodo+0 para brindar el servicio de Internet y CATV en forma integrada en el distrito de Xauxa de la región de Junín.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Establecer los procedimientos relacionados a la implementación del equipo Master MIZU.
- Configurar las direcciones IP y VLANs del equipo Master MIZU para poder brindar el servicio integral de Internet y CATV.

- Implementar el sistema de gestión y monitoreo del equipo Master MIZU para su correcta operatividad y mantenimiento.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Dentro de los temas referidos a investigación para acondicionar el Master MIZU en una red de distribución Coaxial NODO+0 para brindar el servicio de Internet y CATV, podemos tomar algunas referencias hechas ya en otras tesis con el fin de mejorar la parte teórica y práctica de nuestro proyecto.

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Según Niveló Balladares (2012), en su proyecto de investigación para la obtención del título de Ingeniero Electrónico, titulada “Diseño y Análisis para la Implementación del Servicio de Internet mediante el sistema EoC para la empresa de televisión por cable Gualaceo TV del Cantón Gualaceo” de la “Universidad Politécnica Salesiana”, Cuenca - Ecuador, investigó y llegó a la conclusión que las redes PON presentan como características clave la capacidad de sobre suscripción, esto otorga a los operadores de servicio de internet brindar a sus abonados mucho más tráfico de información cuando lo necesiten y en el caso de que en la red no exista otros abonados que están usando todo el ancho de banda disponible, esta operatividad es nombrada como ubicación dinámica del ancho de banda o DBA (Dynamic Bandwidth Allocation).

Wolff Rojas (2009), en su trabajo de investigación para la obtención del título de Ingeniero Civil Electricista, titulada “Diseño e Implementación de un curso de Servicios sobre Redes HFC de Nueva Generación” de la “Universidad de Chile”, Santiago de Chile, nos menciona en sus conclusiones que la implementación de un laboratorio de redes HFC permite simular los diferentes servicios de esta tecnología, en el cual consiste tener una nueva experiencia práctica en la redes HFC y sus aplicaciones se extienden más allá de la teoría.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

Como afirma el autor Arizaca Cusicuna (2017) en su tesis para la obtención del grado de maestro en Ingeniería de Proyectos, titulada “Modelo para La Optimización de una Red Híbrida Fibra Óptica – Cable Coaxial para brindar Servicios de Banda Ancha, Caso: Distrito Del Cusco” de la “Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa”, Arequipa, concluye que:

El modelo de optimización se basó en la red de cobre, debido a que es en esta donde se presentan la mayor cantidad de inconvenientes al diseñar la red HFC. Para esto se usaron los algoritmos genéticos que son los que mejor se adecuan al problema. Los algoritmos propuestos son una herramienta de gran utilidad en el diseño de las redes HFC, al identificar configuraciones de mínimo costo con niveles de señal apropiados para el usuario y con indicadores de calidad del sistema. (pág. 107)

Según López Polo (2016), en su proyecto de investigación para la obtención del título de Ingeniero Electrónico, titulada “Diseño de una red de Fibra Óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco (Ancash)” de la “Universidad de Ciencias y Humanidades”, Lima, investigó y llegó a la conclusión de que es posible determinar que las aplicaciones de las nuevas tecnologías poseen un ancho de banda estándar de 2.5 Gbps y estas pueden ser aplicadas en distrito de Coishco que se encuentra en el departamento de Ancash, en las implementaciones de redes de fibra óptica para el hogar se detectó pérdida de potencia de 24.55 dB dicho valor nos da a entender que los usuarios más alejados van a poder contar con servicios de banda ancha. Se determina que los costos de instalación y equipos de toda la red asciende a los 232896.5 soles con un tiempo de implementación que es cercano a los 94 días hábiles.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Espectro electromagnético.

Se denomina Espectro Electromagnético a la distribución energética del conjunto de las Ondas Electromagnéticas. En la figura 1 se aprecia los espectros se pueden observar mediante espectroscopios o analizadores de espectro, que además de permitir observar el espectro, permite realizar medidas sobre este, como la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de radiación. (Wikipedia, 2017)

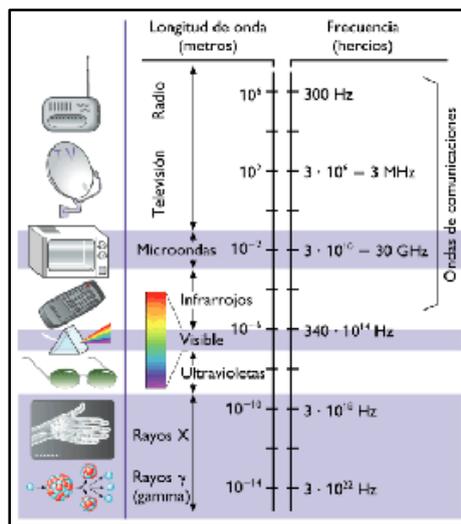


Figura 1. Espectro electromagnético

Fuente: (Prudencio Imaña, 2009)

El espectro electromagnético se encuentra organizado en función a la frecuencia concerniente a las ondas que lo integran y también de acuerdo a sus longitudes de onda como se observa en la tabla 1. En la parte inferior del espectro electromagnético se concentran las ondas con mayor longitud, por ejemplo, las concerniente a frecuencias de sonido que percibe el oído del ser humano o las ondas de radio, la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos. En la parte superior se concentran las ondas extremadamente más cortas, donde presentan una mayor energía y frecuencia medida en Hertz, como por ejemplo los rayos cósmicos y las radiaciones gamma. Se estima que la frontera límite de longitud de onda más corta posible es la longitud de Planck, mientras que la frontera límite

máxima pertenecería al tamaño del Universo, usualmente se define que el espectro electromagnético es infinito y continuo. (Prudencio Imaña, 2009)

Tabla 1.

Bandas del espectro electromagnético

Nombre	Abreviatura a Ingles	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
			Inferior a 3 Hz	>100.000 Km
extra baja frecuencia	ELF	1	3 - 30 Hz	100.000 - 10.000 Km
super baja frecuencia	SLF	2	30 - 300 Hz	10.000 - 1.000 Km
ultra baja frecuencia	ULF	3	300 - 3000 Hz	1.000 - 100 Km
muy baja frecuencia	VLF	4	3 - 30 KHz	100 - 10 Km
baja frecuencia	LF	5	30 - 300 KHz	10 - 1 Km
media frecuencia	MF	6	300 - 3000 KHz	1 Km - 100 m
alta frecuencia	HF	7	3 - 30 MHz	100 - 10 m
muy alta frecuencia	VHF	8	30 - 300 MHz	10 - 1 m
ultra alta frecuencia	UHF	9	300 - 3000 MHz	1 m - 100 mm
super alta frecuencia	SHF	10	3 - 30 GHz	100 - 10 mm
extra alta frecuencia	EHF	11	30 - 300 GHz	10 - 1 mm
			Inferior a 300 GHz	< 1 mm

Nota: Recuperado de (Prudencio Imaña, 2009)

2.2.2 Fibra Óptica.

La F.O. es una componente primordial en la transmisión de información, posee un filamento muy delgado no más que un cabello humano (se encuentra entre 10 y 300 micrómetros) su fabricación puede ser de silicio o de vidrio, el cable de F.O. está dado por el núcleo, el revestimiento, el búfer y la envoltura. La información que se envía a través de la fibra óptica son pulsos de luz que representan los bits transmitidos. Se debe tener en cuenta el ángulo de incidencia y este siempre debe ser el más adecuado con el fin de que la luz pueda rebotar correctamente en el

cable de F.O. y se pueda propagar correctamente a largas distancias evitando que la luz se pierda o se refracte.

La F.O. puede utilizarse hoy en día como los alambres de cobre que usamos para transferir información eléctrica, tanto en ambientes reducidos autónomos (sistemas de procesamiento de datos de barcos, aviones, etc), en grandes redes geográficas (sistemas de largas líneas urbanas y metropolitanas). (Cableado Fibra óptica, 2016)

La fibra óptica tiene características favorables entre las que destacan:

- Poca atenuación de señal óptica.
- Inmunidad electromagnética.
- Bajo costo frente al cableado de cobre en la actualidad.
- Gran capacidad de transmisión de información (datos, video, etc.)

2.2.2.1 Estructura F. O.

La estructura de una F. O. está conformada por las siguientes partes tal como se muestra en la figura 2.

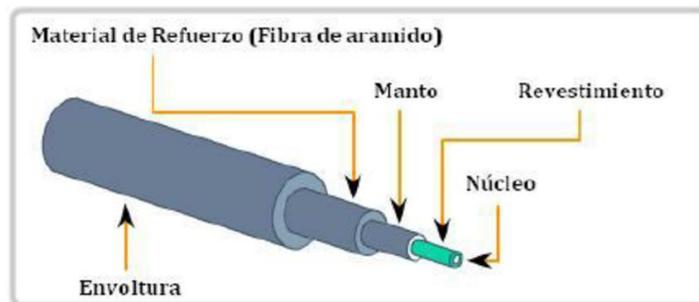


Figura 2. Estructura básica de una fibra óptica

Fuente: <https://www.researchgate.net/figure/>

La parte principal de la F. O. es el núcleo o en inglés con el termino core que se encuentra en la parte interna, es construido por materiales dieléctricos, usualmente de vidrio de sílice (SiO_2) compuesto con materiales adicionales como B_2O_3 , GeO_2 y P_2O_5 con el fin de regular su índice de refracción, en las tiendas podemos encontrar fibras ópticas con el núcleo cuarzo fundido o de plástico.

La segunda parte de la F. O. es el revestimiento o llamado cladding en inglés, se encuentra envolviendo al núcleo, su composición es muy similar al núcleo, cuenta con un índice de refracción mucho menor, su función principal es de realizar la reflexión total interna. Gracias a este efecto los haces de luz que entran siempre en la F. O.

La tercera parte de la F. O. es la camisa o cubierta, fabricada con materiales de plástico cuya función es proteger mecánicamente a toda la fibra. (UnivTelecomunicaciones, 2016)

2.2.2.2 Clasificación de la Fibra Óptica.

La clasificación de la Fibra Óptica está distribuida en multimodo y monomodo como se muestra en la figura 3.

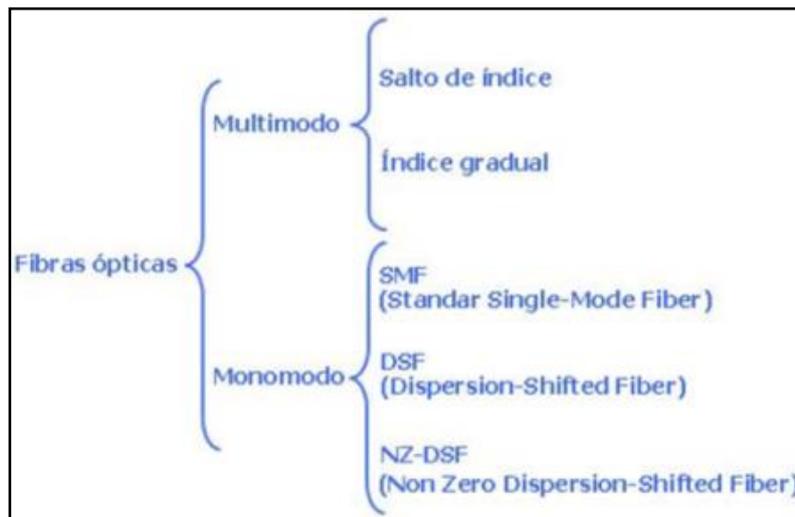


Figura 3. Clasificación de la fibra óptica

Fuente: (UnivTelecomunicaciones, 2016)

2.2.2.2.1 Fibra monomodo.

La fibra monomodo es aquella que sólo puede propagarse en un solo modo con el objetivo de evitar la dispersión modal, originado por la diferencia de velocidades de propagación de los diversos modos que se emplean en la transmisión por la F. O. (Scribd, 2017)

En fibras monomodo contamos con tres tipos de fibra:

- **F.O. monomodo** o estándar (de término en inglés *Standar Single Mode Fiber*). Este tipo de fibra es la convencional que se utiliza en los sistemas de transmisión.

- **F.O. DSF** (del término en inglés *Dispersion Shifted Fiber*). Esta fibra DSF son fabricadas con el fin de logran tener una dispersión cromática nula en la 3ª ventana.

- **F. O. NZDSF** (del término en inglés *Non Zero Dispersion Shifted Fiber*). Cuentas con un valor de dispersión próximo a cero, pero no llega hacer nulo. (Scribd, 2017)

En la figura 4 se muestra la curva de la dispersión cromática los tres tipos de F. O. para las distintas longitudes de onda.

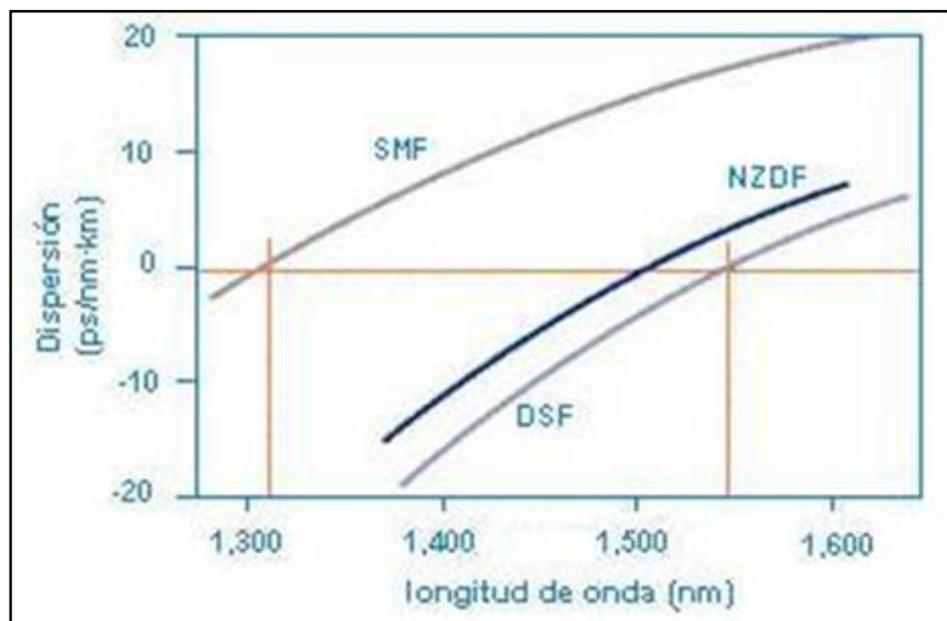


Figura 4. Dispersión cromática de las fibras monomodo

Fuente: <https://comunicacionesomo.wordpress.com>

2.2.2.2.2 Fibra multimodo.

Las F. O. Multimodo son en ellas que se propagan por varios modos de estructura simultánea. En este tipo de fibras el diámetro del núcleo suele ser de 50 μm y de 62.5 μm , en la cual acoplamiento de la luz es muy práctica de realizar que las anteriores mencionadas como se muestra en la figura 5. (Scribd, 2017)

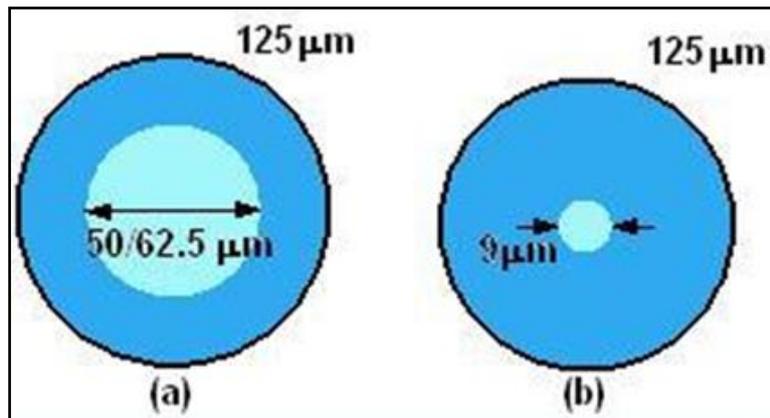


Figura 5. Dimensiones de fibras ópticas

Fuente: <http://nemesis.tel.uva.es/images/>

En las F. O. Multimodo contamos con dos tipos que se clasifican según su índice de refracción tenemos:

- F. O. de índice en escalón o conocidas como salto de índice, el índice de refracción del núcleo y del revestimiento son uniformes, en esencia el índice de refracción del núcleo siempre es mayor, en cambio el índice de refracción al paso de una zona a otra cambia se produce bruscamente.

- F. O. de índice gradual. Para este modelo de fibra el índice del núcleo siempre varía gradualmente y se consigue reducir la dispersión modal, puesto que se consigue reducir la brecha de caminos que recorren los diversos modos que se propagan al largo de toda la fibra como se muestra en la figura 6.

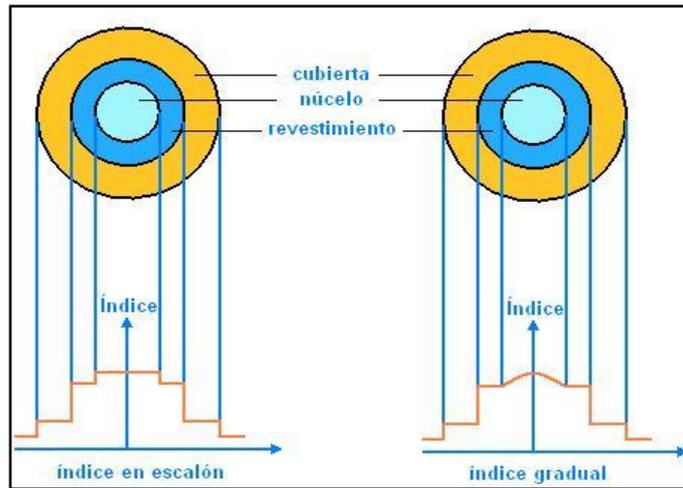


Figura 6. Sección transversal y perfiles de índice de refracción

Fuente: <http://nemesis.tel.uva.es/images/>

En la figura 7 se representa la distancia máxima de un enlace de fibra óptica para distintas longitudes de onda.

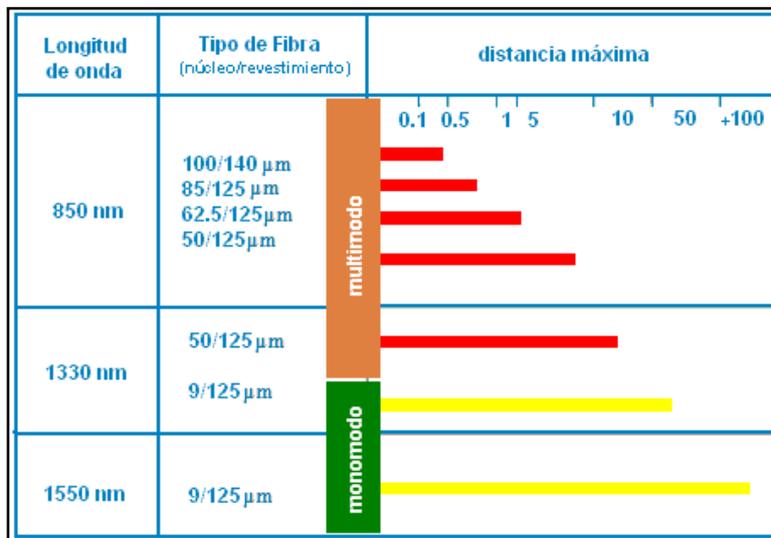


Figura 7. Distancias máximas de un enlace

Fuente: <http://nemesis.tel.uva.es/images/>

En las F. O. se puede encontrar tipo en cuyo núcleo se fabrica con materiales de plásticos, los cuales se le denominan fibras ópticas de plástico o POF (del término en inglés Plastic Optical Fiber), cuyo núcleo tiene un diámetro de 1mm

cuenta con una atenuación de entre 0,15dBm a una longitud de onda de 650 nm. (Scribd, 2017)

2.2.2.3 Características de la F. O.

Entre las principales características de la F. O. tenemos los siguientes:

2.2.2.3.1 Atenuación.

Se considera como la reducción de la potencia de la señal luminosa a medida que se propaga en la fibra. En una F. O. esta determinada por el modo de propagación, la disminución de la potencia se realiza de manera exponencial con respecto a la longitud recorrida. Se debe expresar esta relación en unidades logarítmicas (medida en decibelios), la atenuación es siempre es proporcional a la distancia. La constante de proporcionalidad se nombra como la constante de atenuación el cual posee unidades de dB/km. (España Boquera, 2005, pág. 2)

2.2.2.3.2 Ángulo de aceptación θ_a .

El ángulo de aceptación utilizado para una F. O. multimodo es un parámetro que aporta datos sobre el ángulo máximo que la fibra puede adoptar con teniendo en cuenta su eje geométrico, los haces luminosos el ingreso de la fibra y su forma como propagarse a través de ella. (España Boquera, 2005, pág. 3)

2.2.2.3.3 Dispersión modal.

La dispersión modal se debe tener en cuenta el acople de las distintas velocidades de grupo, puesto que se genera la dispersión modal. En este caso se soluciona empleando F. O. monomodo donde el índice gradual tiene la finalidad de reducir las diferencias de velocidades para cada grupo como se muestra en la figura 8. (D. K., 1997)

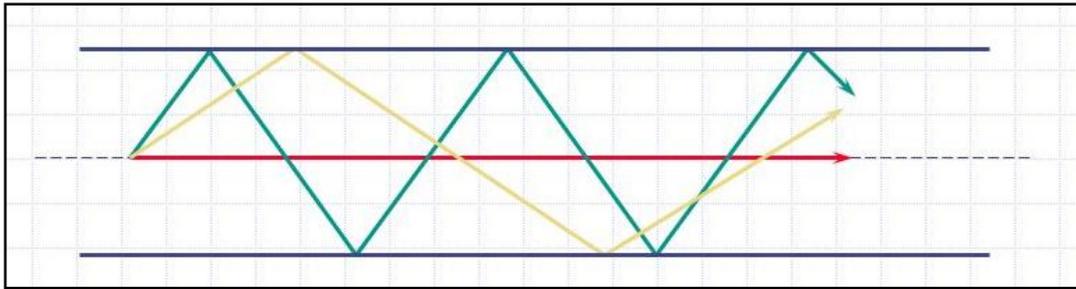


Figura 8. Dispersión modal

Fuente: <http://nemesis.tel.uva.es/images/>

2.2.2.3.4 PMD.

El PMD es conocida como la dispersión por polarización del modo se trata de un limitante que se experimenta en los sistemas de transmisión por F. O. de alta velocidad mayores a los 10 Gbps. Con PMD se manifiesta el ensanchamiento de los pulsos ópticos transmitidos por una fibra óptica a larga distancia como se muestra en la figura 9. (D. K., 1997)

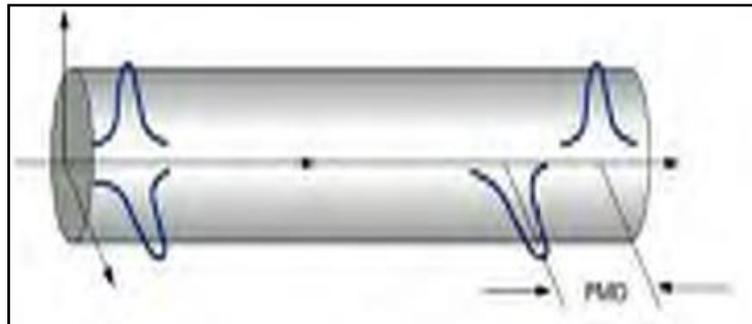


Figura 9. Dispersión por polarización

Fuente: <http://nemesis.tel.uva.es/images/>

2.2.2.3.5 Dispersión Cromática

La dispersión cromática es una rareza que aparece debido a dos razones: La dispersión material que es el ejecutor dado al a la composición de la fibra cuando el índice de refracción depende la frecuencia de trabajo de cada onda, razón por la cual van a distintas velocidades de transmisión. La dispersión por guiado de onda donde la potencia de un modo se localiza principalmente en el núcleo y relativamente por el revestimiento como se muestra en la figura 10. (D.K. Sattarov, 1997)

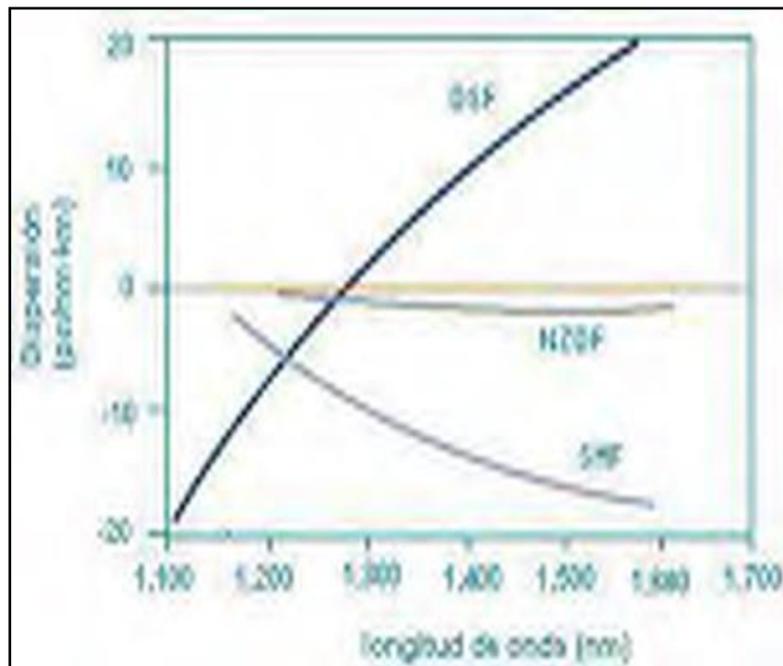


Figura 10. Dispersión de onda guiada

Fuente: <http://nemesis.tel.uva.es/images/>

2.2.2.3.6 Longitud de onda

Debemos tomar en cuenta que, para una onda plana de tipo monocromática, se especifica la longitud de onda como el espacio entre dos crestas sucesivas en un lapso de tiempo determinado. La onda en el tiempo debe permanecer constante y se debe observar la separación entre dos crestas. (Remon Cotes, 2017)

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}$$

2.2.3 Red de Cable Coaxial.

La red de cable coaxial tiene dos conductores ubicados en el centro sobre el mismo eje. Conformado por un conductor central de material de cobre con una dotación de aluminio, un cable conductor externo formado enteramente por aluminio y separado del cable conductor central compuesto por un material dieléctrico. Adicionalmente encontramos una chaqueta protectora a prueba de corrosión y humedad como se muestra en la figura 11. (Rosales Diaz, 2017)

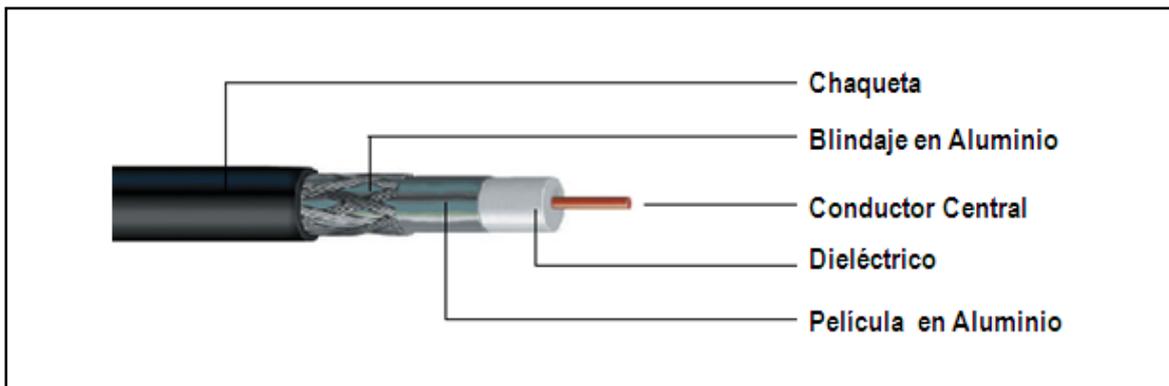


Figura 11. Partes del cable coaxial

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

2.2.3.1 Partes del cable coaxial.

- El cable conductor central de acero cuenta con flexibilidad, con el fin de darle la versatilidad para dar el dobléz necesario y manipular el cable sin romperlo.
- El cable de acero es cubierto por material de cobre con la finalidad de reducir la resistencia eléctrica y mejorar la capacidad de información en el cable.
- El material dieléctrico tiene la finalidad de aislar el conductor central posee una chaqueta o película de aluminio.
- La Película en Aluminio viene hacer el Blindaje del conductor, cuya función es de evita el ingreso de señales anómalas que se transmiten por el conductor central.
- La Chaqueta tiene por finalidad de proteger los elementos internos del cable y usualmente están fabricada con materiales PVC, cuya cualidad de material es resistente a los rayos UV. (Rosales Diaz, 2017)

2.2.3.2 Simbología del cable coaxial.

Existen diferentes calibres de cable Coaxial; el cable .500, cable de línea dura utilizado en tendido y distribución externa como se muestra en la figura 12.

- Cable RG11: Utilizado en acometidas de instalaciones Domiciliarias Tramos mayores a 50Mts.
- El cable RG6: Es utilizado para distribución en instalaciones residenciales.
- El cable coaxial posibilita asegurarlo en los postes utilizando un cable adicional definido como mensajero, con el fin de proporcionar tensión necesaria al cable. (Rosales Diaz, 2017)

RED DE CABLE		
3	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 3px solid green; width: 80px; margin-right: 10px;"></div> CAAER01 </div>	CABLE AEREO 500
2	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 3px solid yellow; width: 80px; margin-right: 10px;"></div> CAUGR01 </div>	CABLE SUBTERRANEO 500
150	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 3px solid blue; width: 80px; margin-right: 10px;"></div> RG-11 </div>	CABLE RG-11
231	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 3px solid pink; width: 80px; margin-right: 10px;"></div> RG-6 </div>	CABLE RG-6

Figura 12. Simbología del cable coaxial

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

2.2.3.3 Estructura de la red HFC.

2.2.3.3.1 La Headend.

La Headend es conocida como la cabecera y es considerado como el centro de control de donde se gobierna todo el sistema en general. La complejidad de esta cabecera va a depender de los servicios que va a prestar a toda la red en general como se observa en la figura 13.

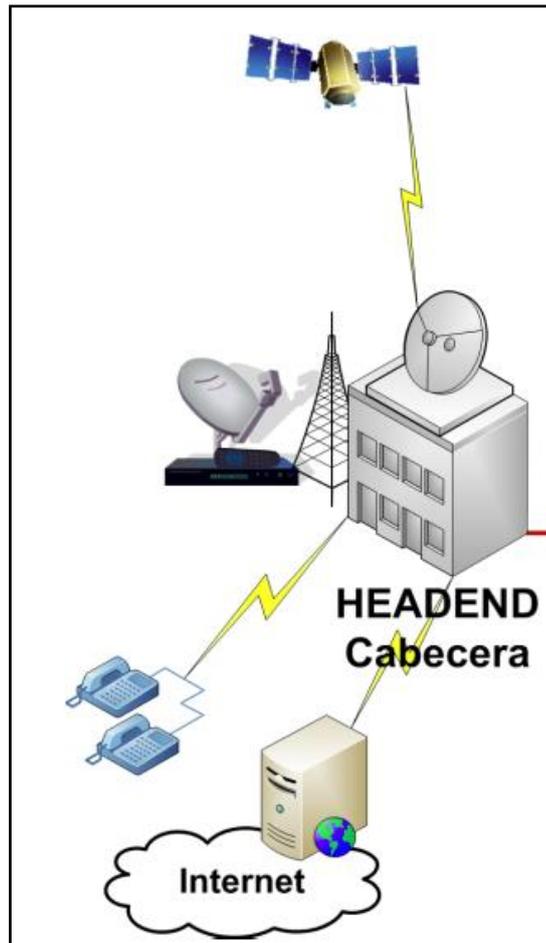


Figura 13. Headend

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

2.2.3.3.2 Red de Distribución.

En ella se encuentran equipos de procesamiento de señales y equipos de comunicación para descarga y envío de información de toda la red HFC.

- Fuente de alimentación: Es un dispositivo eléctrico utilizado como suministro de potencia con el fin de alimentar todos los equipos activos de la red eléctrica como los amplificadores, los nodos de comunicación. Estos sistemas se alimentan con tensiones de 220VAC conectados a la red eléctrica y proporcionan una alimentación a los equipos con tensiones de 90 AC y 60 AC. Nuestro sistema eléctrico posee un banco de baterías, el cual suministra energía eléctrica de respaldo en caso corte no programado de energía eléctrica publica del sector. Contamos con un módulo de gestión que posibilita el monitoreo remoto de los suministros eléctricos, en el caso se presente alguna falla. (ver figura 14)



Figura 14. Fuente de alimentación

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

• **Nodos ópticos:** Es un equipo activo en la que finaliza la red troncal y comienza la red de distribución, Estos equipos deben estar instalados en los postes y deben ubicarse al centro de la zona a distribuir. (ver figura 15)



Figura 15. Nudo Óptico

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

• **Amplificador:** Es un dispositivo activo cuya función es de subsanar las pérdidas de señales originadas en el cable coaxial en las redes HFC, posibilita garantizar la ganancia unitaria del sistema como se muestra en la figura 16.

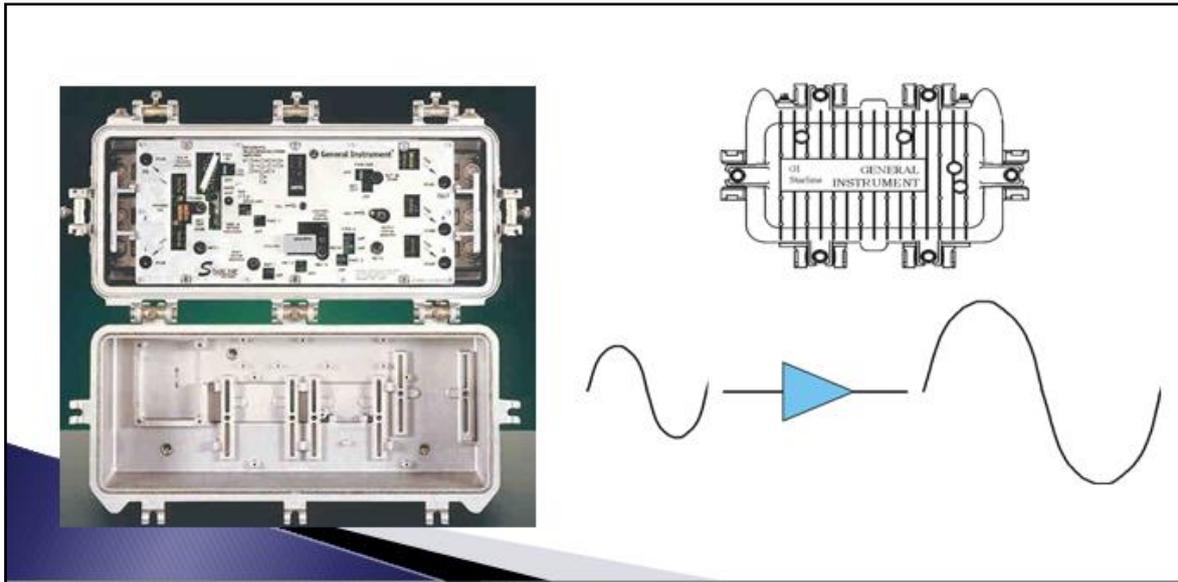


Figura 16. Amplificador

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

- Acopladores de línea: Es un dispositivo pasivo en el cual podemos encontrar de diversos valores, de 7dB, 9dB, 12dB y 16dB, utilizados en redes externas para distribución de señal a las diferentes nodos como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Acoplador

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

- Multitap: Son dispositivos de línea pasiva, a aquellos que permiten entregar la señales a los clientes finales como se muestra en la figura 18.

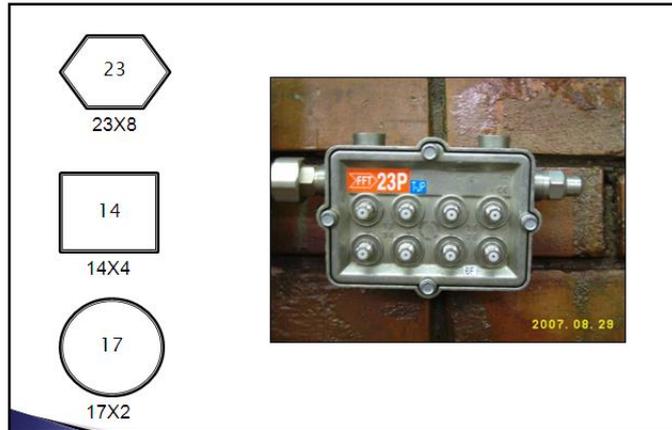


Figura 18. Multitap

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

2.2.3.3.3 La red de abonados.

La red de abonados constituye la parte final de una red HFC como se aprecia en la figura 19, esta red posibilita la interconexión de los usuarios a las redes HFC, habitualmente se va desde un punto de distribución en ubicado en el Edificio conocido como Caja de Reliance o Multitap que consiste en poste o cámara, hasta una unidad de servicio que viene hacer predio del cliente final.

Usualmente es implementada con cable coaxial RG6 o RG11 para tramos mayores a 50 metros). (Rosales Diaz, 2017)

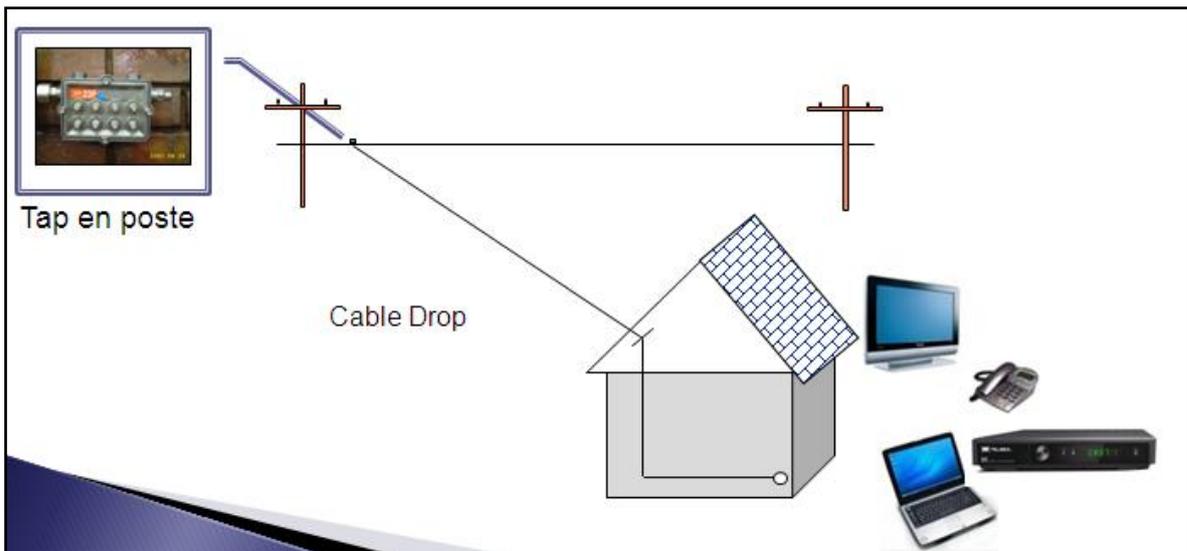


Figura 19. Red de Abonados

Fuente: (Rosales Diaz, 2017)

2.2.4 EOC

El EOC es un sistema confeccionado especialmente para mezclar las señales de televisión por cable (CATV) con internet (Ethernet) teniendo en cuenta el tráfico de información digital para su transmisión a los hogares residenciales (abonados) que aprovecharán de las redes de acceso coaxiales.

El sistema EOC posibilita la transmisión de información Ethernet en un cable de tipo coaxial y admite la administración remota con el fin de verificar la operatividad de las cajas del usuario, permite modificar el ancho de banda en los abonados, habilitar y deshabilitar a los suscriptores. (Cable Servicios S.A., 2017)

Se debe considerar en la práctica que entre el EOC de tipo Máster y los EOC de tipo Slave de encontrarse un cable coaxial y un splitters. (Camilo, 2014)

Las ventajas de sistema EOC nos permite implementar nuevas redes HFC en redes existentes, reduciendo los costos de implementación, siendo estas redes flexibles y de multi propósito. Adicionalmente es posible realizar una gestión completa del servicio, controlar el ancho de banda y la habilitación de puertos. Este sistema es adecuado para pequeños y medianos operadores de servicio de televisión por cable, ofertando internet a sus usuarios en redes ya existentes.

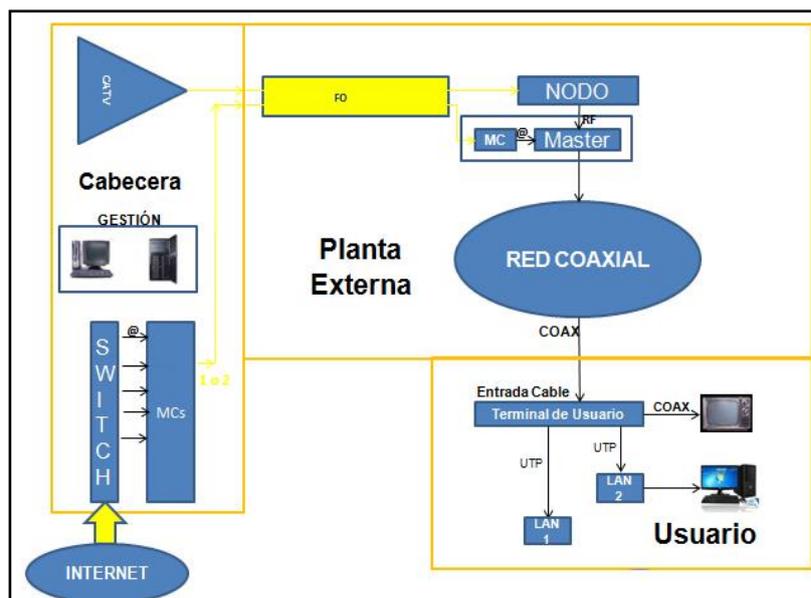


Figura 20. Estructura EOC

Fuente: (Cable Servicios S.A., 2017)

El equipo de esclavo EOC es el dispositivo terminal activo de usuario de EOC que diseña y se convierte basado en el estándar de HomePlug sistema de medidas americana. Se utiliza para construir el canal de transmisión de Ethernet de las dos capas dentro de la red de cable de CATV como se precia en la figura 20 y 21. (Cable Servicios, 2012)



Figura 21. EOC esclavo

Fuente: (Cable Servicios S.A., 2017)

2.2.5 Estándares de EoC.

No es un protocolo de comunicación o estándar. Moca es un ejemplo de una tecnología EOC. En la tabla 2 se observan las siguientes:

- Moca opera estrictamente en coaxial, y puede coexistir con TV y cable módem. Moca ya está en uso amplio y la próxima generación será una mejora significativa en un producto ya popular. Hay sólo unas pocas empresas que venden productos de consumo, pero son fáciles de encontrar. Hay un montón de equipos usados disponibles, sobre todo en forma de viejos routers FIOS. Las velocidades típicas actuales de la capa de aplicación son 70-80mbps.

- Homeplug es extremadamente popular y parece que casi todos los usuarios de la misma están contentos con el rendimiento. Homeplug sólo utiliza las líneas eléctricas en su hogar. A veces los aparatos de alta potencia pueden causar interferencia.

- HPNA tiene bastantes productos en el mercado y algunos de los cuales dicen proporcionar velocidad gigabit. La mayoría de los productos son EOC, y sólo unos pocos tienen conectividad de línea telefónica. HPNA es un producto fuerte también, pero debido a las frecuencias que utiliza, HPNA puede interferir con el cable módem, especialmente HPNA 3.0. HPNA 2.0 utiliza 4-10Mhz y HPNA 3.0 utiliza 4-21Mhz. Las frecuencias ascendentes del módem del cable son 5-42 MHz. Usted tendría que depender de otro medio (wifi, ethernet, powerline, HPNA sobre cobre de teléfono) para completar el enlace entre el enrutador y el resto de la LAN. Las configuraciones de Moca no tienen este problema. (SNBForums, 2012)

Tabla 2

Estándares EOC

Nombre de la tecnología	MOCA	HomePNA	HomePlug	lower frequency wifi
Estandar	MOCA 1.0	HPNA 3.1		
Comunicación	Half duplex	Half duplex	Half duplex	Half duplex
Modulación	OFDM, adaptive m-QAM	OFDM, adaptive m-QAM	OFDM, adaptive m-QAM	QFDM, BPSK, QPSK, QAM
Bandas de transmisión	800 a 1500 MHz	4 a 28 MHz	2 a 30 MHz	800 A 1500 MHz
Canal ancho de banda	50 MHz	51 MHz	52 MHz	20/40 MHz
Canales disponible	29	1	1	13
Tasa de la capa física	270M shared	320M shared	200M shared	54/108M shared
Taza de la capa MAC	135M shared	160M shared	100M shared	25M shared
Protocolo de capa MAC	CSMA/CA TDMA	CSMA/CA	CSMA/CA TDMA	CSMA/CA
Capacidad de usuarios	63	63	16 o 32	32
Distancia de transmisión	600m	300m	300m	1km
Qos	802.1D	HPNA 3RQoS+GQoS	Qos mapped to 802.1d annex H.2	WIFI WME
Retardo	<5ms	<30ms	<30ms	<30ms

Nota: Recuperado de (Cable Servicios S.A., 2017)

2.3 Definición de términos básicos

- **Servicio CATV:** Es el servicio que ofrece transferencia de imágenes de televisión a los domicilios de los abonados.
- **Servicio Internet:** Es la posibilidad tener interconexión a otras redes, basada principalmente en el protocolo TCP/IP.
- **Tecnología EOC:** Es un sistema tecnológico que combina las señales de CATV e Internet para brindar su servicio integrado.
- **OLT:** Es el equipo telecomunicaciones encargado de identificar la ONU trabaja identificando en capa 2 por medio de la MAC del equipo.
- **Fibra Monomodo:** Es el tipo de fibra más utilizado en el proyecto de telecomunicaciones pues su característica principal es trabajar a largas distancias.
- **Master EOC:** Es el Equipo híbrido principal para poder brindar el servicio integral de internet y CATV. Está constituido por un Terminal ONU y Master EOC.
- **ONU:** Es el equipo terminal que convierte de fibra óptica a ethernet y es identificada por la OLT
- **Esclavo EOC:** Es el equipo de usuario final en cargado en separar la señal de internet y CATV.
- **CACTIEZ:** Es el en cargado de monitorea todos los equipos de red mediante protocolos de ICMP Y SNMP.
- **ICMP:** Es uno de los protocolos de TCP/IP que permite identificar si tienen comunicación.
- **SNMP:** Es uno de los protocolos de TCP/IP que permite gestionar los recurso y servicio de todos los equipos de telecomunicaciones.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Análisis del modelo Master MIZU

Permite la Integración de los servicios de Internet y CATV como se muestra en la figura 23 siguiente:

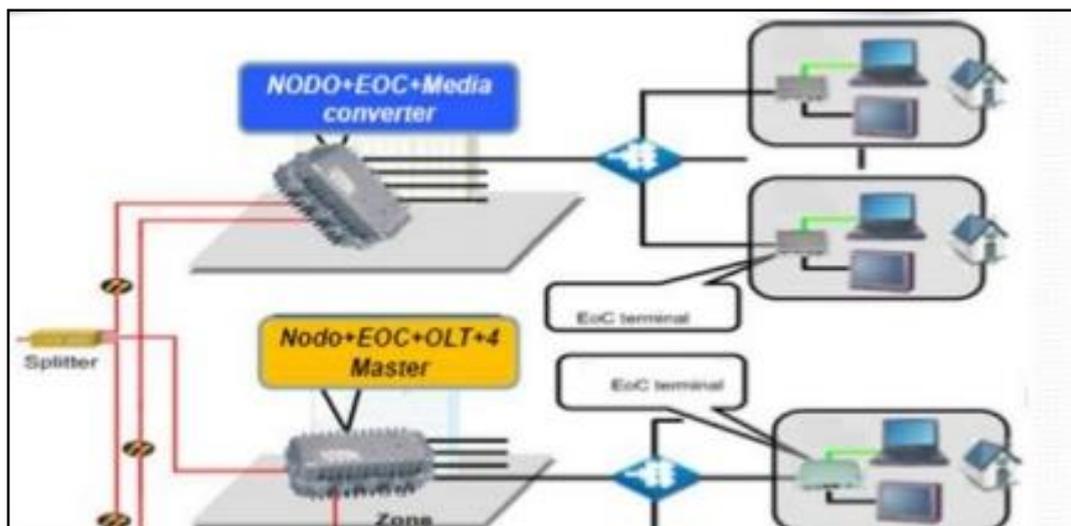


Figura 22. Implementación Master MIZU

Fuente: <https://es.slideshare.net/JuanEmilioSenor/eoc-y-ftth>

Operación del Master MIZU en la red EOC Se inserta la señal de Internet que es direccionada desde la OLT a través de la fibra óptica (monomodo) MASTER MIZU, la señal de salida es eléctrica en coaxial listo para la redes de distribución coaxiales.

3.2 Desarrollo del acondicionamiento del Master MIZU a la red de distribución coaxial

El desarrollo de la implementación se divide en 3 pasos principales configuración, implementación, monitorización. A continuación, se detallan los 3 pasos mencionados anteriormente.

3.2.1 Configuración de equipo master MIZU.

Inicialmente se verifica que el equipo cuente con la energía correspondiente 60 Voltios corriente alterna para el encendido, el equipo cuenta con una IP default 192.168.1.6 255.255.255.0.

Se ingresa por el navegador web 192.168.1.6 nos mostrara la siguiente página como se observa en la siguiente figura 24.

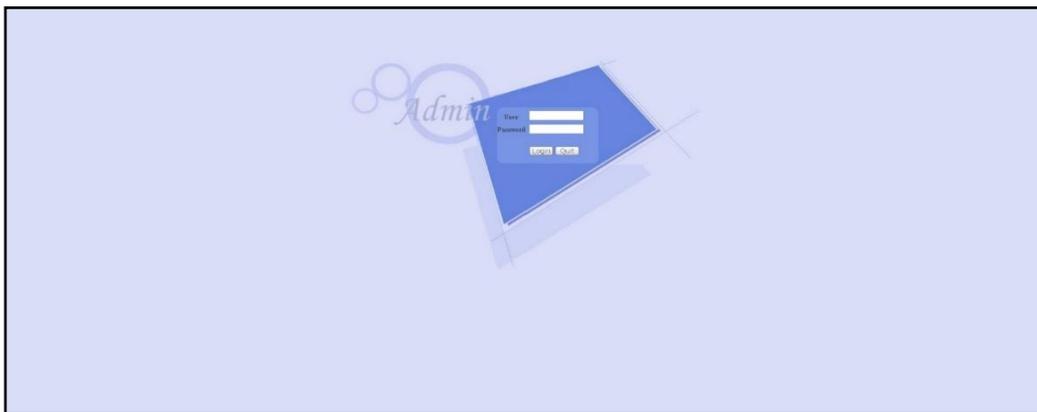


Figura 23. Pantalla de inicio navegador en web MIZU

Fuente: Elaboración propia.

El usuario por defecto es admin y el password admin, se muestra en la siguiente figura 25.

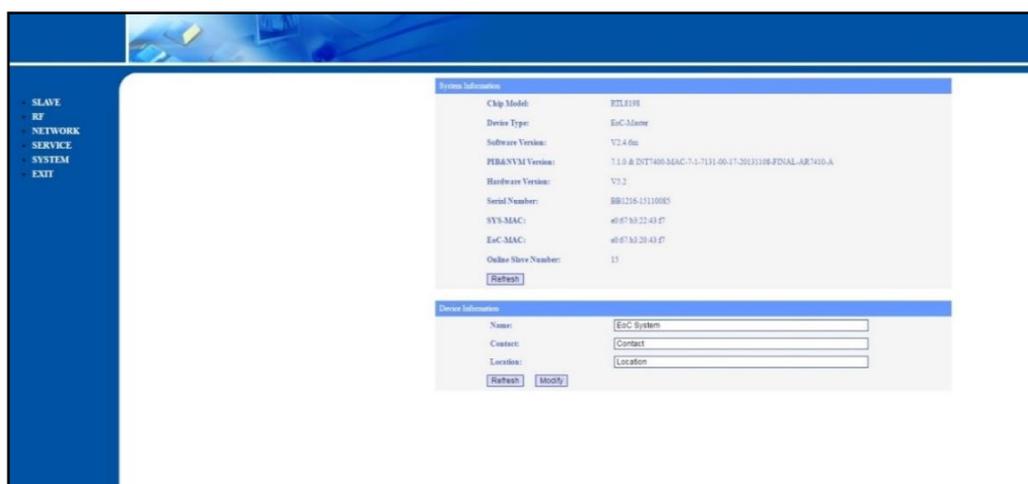
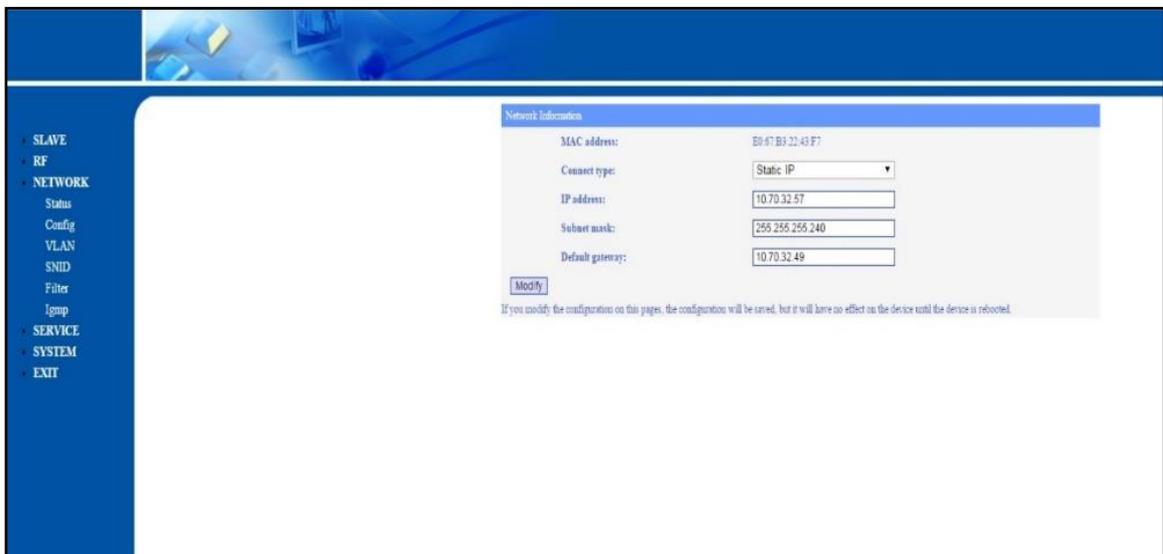


Figura 22. Pantalla configuración navegador en web del Master MIZU

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber ingresado el usuario y clave se procede a asignarle la ip address que se desea administrar como se muestra en la figura 26.

- Ingresa a la opción NETWORK – CONFIG
- Se procede a ingresar los siguientes datos
- Static ip
- IP Address 10.70.32.57
- MASCARA: 255.255.255.240
- Gateway Default: 10.70.32.49



The screenshot displays a web-based configuration interface for a device named MIZU. On the left side, there is a vertical navigation menu with the following items: SLAVE, RF, NETWORK (which is expanded to show sub-items: Status, Config, VLAN, SNID, Filter, Igmp), SERVICE, SYSTEM, and EXIT. The main content area is titled 'Network Information' and contains the following fields:

MAC address:	E0:67:B3:22:43:F7
Connect type:	Static IP
IP address:	10.70.32.57
Subnet mask:	255.255.255.240
Default gateway:	10.70.32.49

Below the fields is a 'Modify' button and a small note: 'If you modify the configuration on this page, the configuration will be saved, but it will have no effect on the device until the device is rebooted.'

Figura 235. Pantalla configuración Ip Master MIZU

Fuente: Elaboración propia.

Luego de configurar la Ip address se procede a guardar la información, se ingresa a la opción service – reboot – save configuration finalmente - REBOOT SYSTEM como se observa la figura 27.

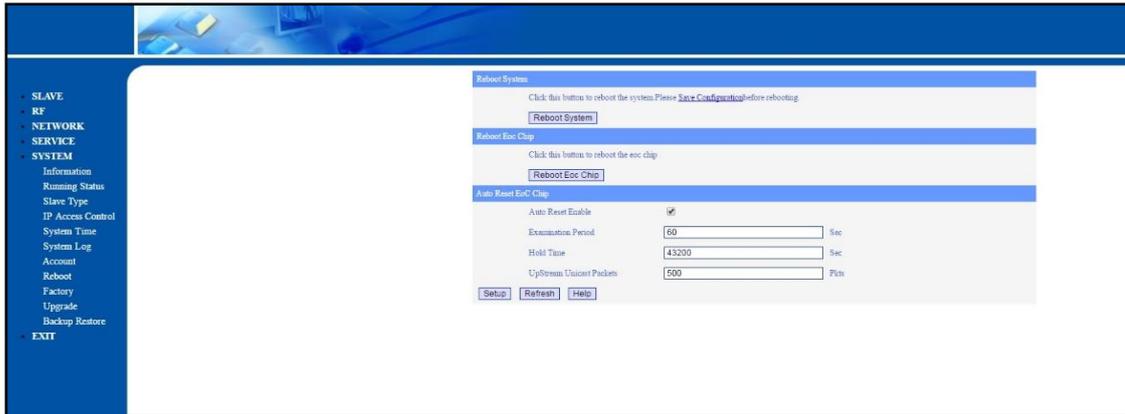


Figura 246. Pantalla para grabar configuración Ip address del Master MIZU

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Implementación del Master MIZU en la Red Distribución Coaxial.

Inicialmente después de haber configurado la ip address a los equipos se procede a implementar lo cual se inicia con la verificación de alimentación del equipo 60 va. Si observamos que el equipo master MIZU está recibiendo -20 db de potencia óptica, resulta óptimo.

Así mismo se verifica con la luz led del equipo este en verde, como se muestra en la figura 28.

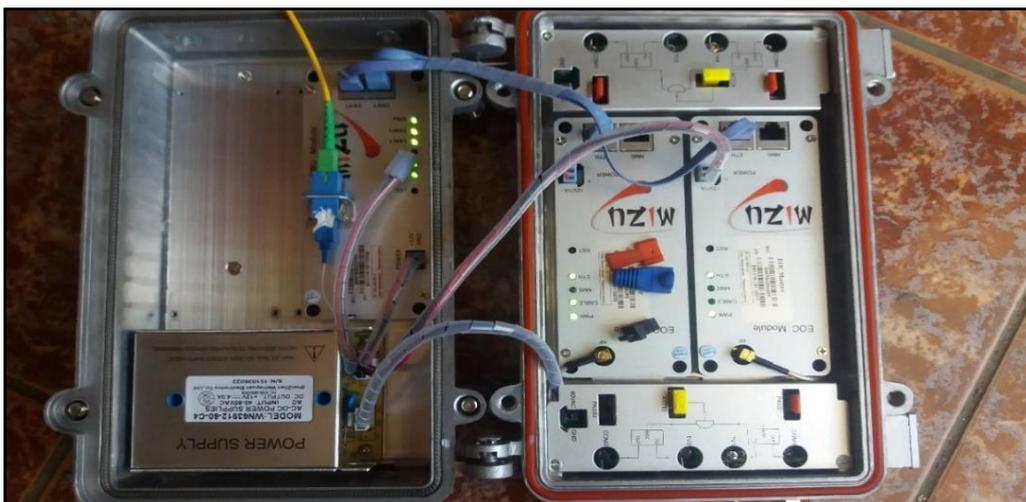


Figura 257. Conexión de fibra a Master MIZU

Fuente: Elaboración propia.

Luego se realiza una prueba antes de acondicionar a la red de distribución coaxial con un esclavo EOC, para verificar que el servicio de internet de forma independiente llega al usuario final como se visualiza en la figura 29.

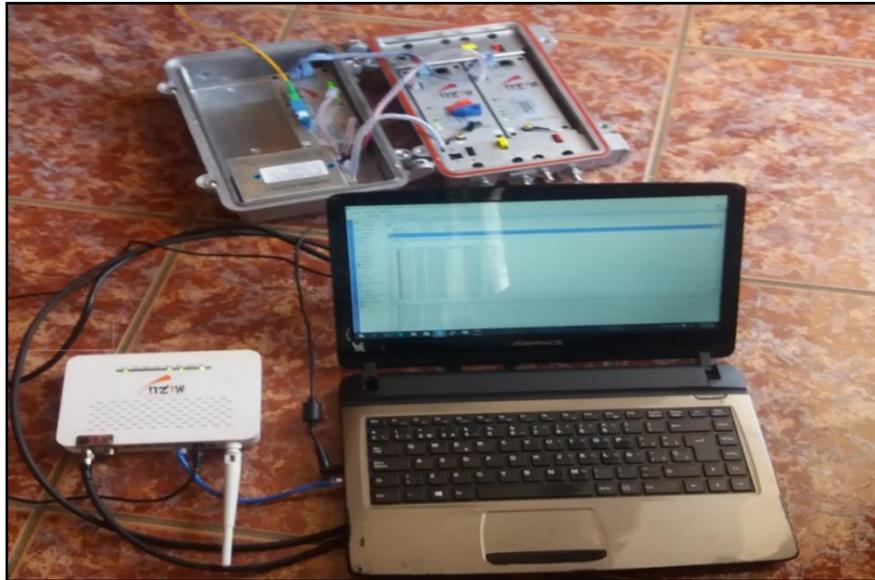


Figura 268. Conexión Master MIZU a un esclavo EOC

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, después de haber verificado que independientemente el Master MIZU brinda el servicio de Internet se procede al acondicionamiento del nodo óptico de CATV.

La salida del COM 1 del master MIZU se conecta un Jamper RG11 al Retorno del nodo Óptico de CATV como observamos a continuación en la figura 30 y 31.



Figura 27. Acondicionamiento de Master MIZU al nodo óptico de CATV

Fuente: Elaboración propia.



Figura 280. Nodos Óptico CATV

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Monitorización de Master MIZU

Inicialmente ya se tiene instalado el servidor de cactiez, tipo libre, basado en Linux CentOS 6.3.

Al inicio de toda la implementación se le configuro a los masters con una ip estática, se realiza el ingreso de la ip addrres al servidor de cactiez.

Para ello Ingresar a la pestaña de consola en la opción new graphs como se visualiza en la figura 32.

Ping Results	
TCP Ping Success (0.66 ms)	
Devices [edit: ochobitshacenunbyte.com]	
General Host Options	
Description	ochobitshacenunbyte.com
Hostname	192.168.0.150
Host Template	None
Number of Collection Threads	1 Thread (default)
Disable Host	<input type="checkbox"/> Disable Host
Availability/Reachability Options	
Downed Device Detection	Ping and SNMP Uptime
Ping Method	TCP Ping
Ping Port	23
Ping Timeout Value	400
Ping Retry Count	1

Figura 291. Plataformas de configuración cactiez

Fuente: Elaboración propia.

Luego se procede a verificar que configuración este en la pestaña monitor en la barra de herramientas de la plataforma web principal del cactiez y así comprobar que su conexión se ha establecido como se visualiza en la figura 33.

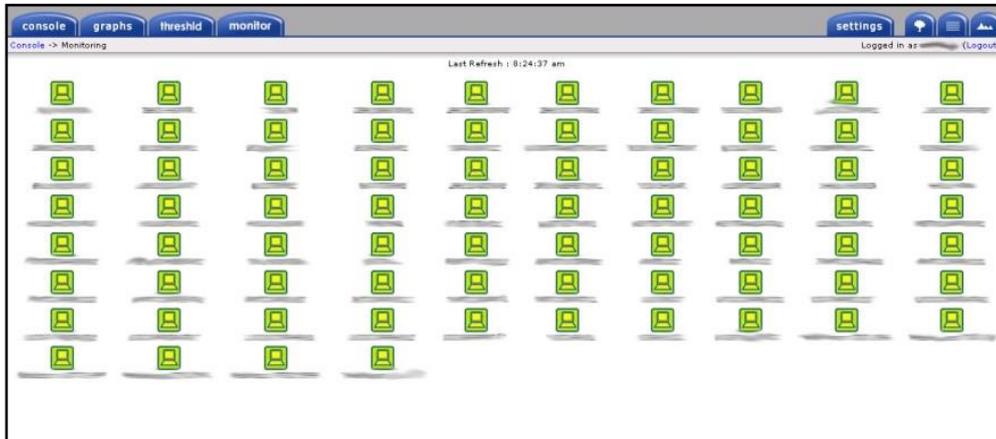


Figura 302. Plataforma monitoreo cactiez

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Revisión y consolidación de resultados

3.3.1 Verificación de integración de Internet y CATV en la distribución coaxial.

Inicialmente se tiene que validar el estado óptico que llegue a los equipos (Nodo Óptico y Master MIZU) la potencia óptica correcta, para lo cual utilizaremos un instrumento óptico Powers Meter EXFO, con el cual se debe obtener en Video (Nodo Óptico) es entre -5dB a +2dB y para el DATO (Master MIZU) es entre -17dB a -24db. (ver figura 34)



Figura 313. Mediciones Nivel Óptico

Fuente: Elaboración propia.

Luego validaremos a nivel señal RF (COAXIAL) a realizar las mediciones de parámetros de RF que sales de nuestro TAP, utilizaremos instrumento de edición de campo señal RF como se observa en la figura 35.



Figura 324. Mediciones Señal de Campo

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se realizaremos una conexión con cable Rg 6 coaxial directo desde el Tag a nuestro esclavo EOC. Validamos que la luz de link se encuentre parpadeando para garantizar la conexión. Se procede a conectar un cable UTP RJ45 a nuestra computadora, se valida si no entrega una ip privada.

Luego se realiza la prueba de conexión a internet aplicando comando ping 8.8.8.8 al servidor de Google, servidor del DNS 177.91.255.10, validando la conectividad y salida a Internet por otro lado se realiza un test de velocidad que garantice el correcto funcionamiento del servicio de internet, también si es el ancho de banda solicitado, como se muestra en la siguiente figura 36.

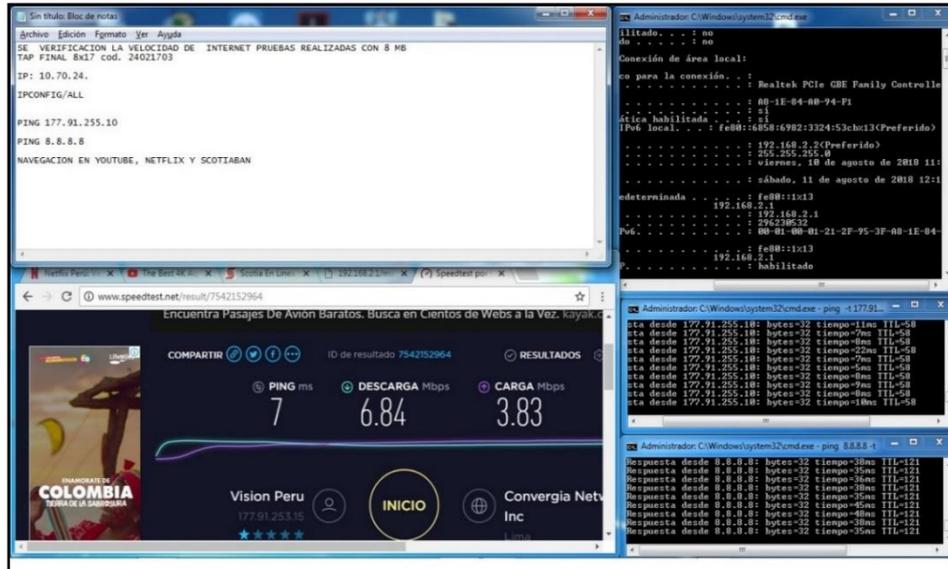


Figura 335. Pruebas de Internet ping y test de velocidad

Fuente: Elaboración propia.

Para las pruebas de video se conecta un cable rg6 del esclavo EOC al Televisor del cliente se procede a validar los canales bajos (2, 4,10 y 11) y altos (40, 45 ,70 ,75) se tiene que validar que la imagen no cuente con rayas ni porosidad en superficie del video mostrado, esto con el fin de descartar visualmente que no se presente saturación de degradación de la señal transmitida del esclavo EOC al TV del cliente. Por otro lado, se verifica que se cumpla toda la grilla de canales ofrecido al cliente, también que no tenga problemas de video y audio, después de verificar lo mencionado se da la conformidad del servicio por parte del cliente. Como se muestra en la figura 37 y 38.

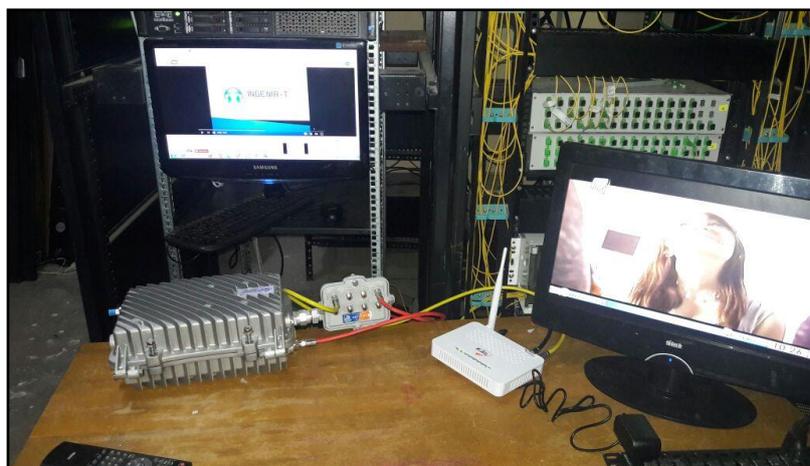


Figura 346. Instalación Final

Fuente: Elaboración propia.



Figura 357. Técnico realizando pruebas

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Se logró con el acondicionamiento del equipo híbrido Master MIZU en una red de distribución Coaxial Nodo+0 brindar el servicio de Internet y CATV de forma integrada en el distrito de Xauxa de la región de Junín.
- Con la implementación y el acondicionamiento del master MIZU se logró establecer los procedimientos que permite brindar el servicio integral de Internet y CATV a los clientes del distrito Xauxa.
- Se logró configurar las direcciones IP y VLANs en el equipo Master MIZU brindando el servicio de integral de Internet y CATV.
- Se logró implementar el sistema de gestión y monitoreo en el equipo Master MIZU obteniendo una correcta operatividad y mantenimiento en los clientes del distrito de Xauxa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda brindar de forma integral los servicios de Internet y CATV en áreas rurales o periférica de Lima Metropolitana.
- Para el acondicionamiento se recomienda inicialmente verificar los servicios independientemente antes de proceder a la implementación para así poder garantizar calidad del servicio de un antes y un después de la integración de estos.
- Para la implementación del servicio final se recomienda al técnico instalador no poner ni un equipo intermedio pasivo antes del terminar esclavo EOC.
- Se recomienda siempre implementar un sistema de gestión y monitoreo con el fin de garantizar la operatividad y mantenimiento del servicio de Internet y CATV.

BIBLIOGRAFIA

- Arizaca Cusicuna, J. L. (2017). Modelo para La Optimización de una Red Híbrida Fibra Óptica – Cable Coaxial para brindar Servicios de Banda Ancha, Caso: Distrito Del Cusco. *Tesis de Posgrado*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Barriga Martínez, E. L. (2013). Análisis e implementación de un sistema de manejo de incidentes con funcionalidad extendida notificación de correo electrónico bajo Gnu/Linux aplicado a los servidores y enlaces Lan y Wan de la empresa Edesa S.A. *Tesis de Pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.
- Cable Servicios. (2012). *EOC Ethernet Over Coax*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/cableservicios/eoc-internet-sobre-redes-hfc-y-fibra-ptica-para-catv>
- Cable Servicios S.A. (2017). *EOC*. Obtenido de Cable Servicios: <http://cableservicios.com/pg.php?pa=5&p=732&t=EOC-Ethernet-sobre-coaxial-Bestcom-Unidad>
- Cableado Fibra óptica. (27 de enero de 2016). *Introducción a la Fibra óptica*. Obtenido de Cableado Fibra óptica: <http://cableadofibraoptica.blogspot.com/>
- Camilo. (2014). *EOC*. Obtenido de Telecomunicaciones GPON: <https://camilo404.webnode.com.co/eoc/>
- D. K., S. (1997). *Fibra Óptica*. Moscu: Mir.
- España Boquera, M. (2005). *Comunicaciones Ópticas*. Madrid: Díaz de Santos.
- Fiber Optic Telecom. (2007). *GEAPON + EOC*. Obtenido de FOT: <https://www.fiberoptictel.com/application-solution/eoc-ethernet-over-coax-ftth-epongpon-solution/>

- López Polo , E. D. (2016). Diseño de una red de Fibra Óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco (Ancash). *Tesis de Pregrado*. Universidad de Ciencias y Humanidades, Lima.
- Nivelo Balladares, F. M. (2012). Diseño y Analisis para la Implementación del Servicio de Internet mediante el sistema EoC para la empresa de televisión por cable Gualaceo TV del Canton Gualaceo. *Tesis de Pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Prudencio Imaña, S. G. (5 de mayo de 2009). *Espectro electromagnético*. Obtenido de Telecomunicaciones:
<http://prudentel.blogspot.com/2009/05/espectro-electromagnetico.html>
- Remon Cotes, L. (2017). *Propagación de señales en las fibras ópticas*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/223936457/UNIDAD-2#>
- Rosales Diaz, M. (2017). *Inducción a las Redes HFC*. Obtenido de Monografias:
<https://www.monografias.com/trabajos99/inducccion-redes-hfc/inducccion-redes-hfc.shtml>
- Scribd. (2017). *Geometrias de las fibras ópticas*. Obtenido de Scribd:
<https://es.scribd.com/document/207485217/geometrias-de-las-fibras-opticas>
- SNBForums. (2012). *MoCA, HomePlug, HPNA*. Obtenido de SNBForums:
<https://www.snbforums.com/threads/moca-vs-eoc-vs-homeplug-vs-hpna-vs-g-hn.8043/>
- UnivTelecomunicaciones. (noviembre de 2016). *Tipos de Fibra Óptica Monomodo y Multimodo*. Obtenido de Ingenieria en Telecomunicacion:
<http://univtelecomunicaciones.blogspot.com/2016/10/tipos-de-fibra-optica-monomodo-y.html>
- Wikipedia. (2017). *Espectro electromagnético*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagnético

Wolff Rojas, P. A. (2009). Diseño e Implementación de un curso de Servicios sobre Redes HFC de Nueva. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Chile, Santiago de Chile.

ANEXOS

ANEXO 1. MASTER EOC - MZ2476SO - DATASHEET

TECHNICAL DATASHEET

MASTER EOC

MZ2476SO

EOC Integrated master, 2 módulo EOC, 4 salidas, sin ONU



EOC FUNCTION MODULE INTERFACE DEFINITION

ITEM	QTY	DESCRIPTION	USE
Ethernet interface	2	1*10/100/1000M auto-negotiation uplink ports	NMS port for EOC master management port
COM	1-4	1-4 TV + Data output port	Users use the coaxial cable with EOC the COM port connection

EOC FUNCTION MODULE PANEL AND LED DEFINITION

ITEM	LABEL	ACTION	DESCRIPTION
Power indicator light	PWR	On	Ok
		Off	Without electricity
CABLE indicator light	CABLE	On	Slave linking establishment
		Blinking	Slave linking has not been established
EOC master network management software	NMS	On	Master management linking establishment
		Off	Master management linking has not been established
Ethernet indicator	ETH	Blinking	Ethernet port is sending and receiving data
		On	Ethernet linking establishment

OR FUNCTION MODULE INTERFACE DEFINITION

ITEM	QTY	DESCRIPTION	USE
Optical interface	1	One CATV optical interface	Connect the uplink PON interface of optical network

OR FUNCTION MODULE PANEL AND LED DEFINITION

ITEM	LABEL	ACTION	DESCRIPTION
Operation indicator light	RUN	On	The system is in normal operation
		Blinking	Abnormal system operation
Optical power is higher	OPT_H	On	Optical power is over-high
Optical power is normal	OPT_M	On	The optical power is normal
Optical power is lower	OPT_L	On	The system power is too low
RF signal	RF-L	On	The output power of the RF module is low
Power indicator light	PWR	On	Ok
		Off	Without electricity



ANEXO 2. FUSION SPLICER - CAM-ADSS-24BI - DATASHEET

TECHNICAL DATASHEET

FUSION SPLICER

CAM-770X

Fusionadora Profesional



PHYSICAL SPECIFICATIONS

Applicable fiber	Single mode and multimode silica based optical glass fiber <ul style="list-style-type: none"> • Cladding diameter: 100 - 150um • Coating diameter: 0.1 - 1.0mm
Cleave length	Standard spec: 16mm
Mean splice loss (Note 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Single mode fiber (SM): Typ. 0.02dB • Multi mode fiber (MM): Typ. 0.01dB • Dispersion shifted fiber (DS): Typ. 0.04dB
Mean splice time (Note 2)	Typ. 9 seconds
Fiber protection sleeve shrinking (Note 3)	40mm / 60mm sleeve: Typ. 40 seconds
Dimensions	170mm (W) / 170mm (D) / 145mm (H)
Weight	4.1 kg
Battery/Charger	-01 with battery charge function <ul style="list-style-type: none"> • Input power: 176~264 V (47~63HZ) • Output power: 9~3V, 10Ah
Proof test force	<ul style="list-style-type: none"> • Standard spec.: Approx. 1.96N (200gf)
Program test	Atmospheric pressure (maximum altitude: 3500m) temperature and humidity. Automatic calibration by observing distance of the GAP during arc discharge.
Wind resistance	Maximum permissible wind velocity: 15m/s
Type of splice mode	AUTO, MANUAL
Program of splice mode	SM, MM, DS, NZDS, EDF
Storage of splice results	8000 splice results in internal memory

Note 1: Mean splice loss:

Data based on splicing same-type fibers having an average quality according to the ITU-T standard.

Note 2: Mean splicing time:

Length of time from the start of operation by pressing STAR till the end of loss estimation.

Note 3: Fiber protection sleeve shrinking:

Length of time from the start of heating by pressing <  > till the end of cooling.

Teléfonos: (511) 436 7200 / 436 7500
(511) 428 6983 / 428 3887



www.scientificsatellite.net

ANEXO 3. OPTICAL NODE – MON-1G-4R-AGDP - DATASHEET

TECHNICAL DATASHEET

OPTICAL NODE

MON-1G-4R-AGDP

Nodo LED inteligente con retorno, 4RF, AGC, 1GHz, 60V.



FEATURES

- RF output level is employed optical Automatic Gain Control (AGC), any optical node in one optical network, if only power range is within -7dBm ~ +2dBm, we don't need adjust attenuation value of the attenuator of this machine, we can ensure the output level of the whole machine remain.
- Platform design of forward path is xx ~ 1000 MHz, and return path is 5 ~ xxMHz.
- Plug-in diplex filters, with various frequency splits for choosing.
- Electric adjustable attenuator and electric adjustable equalizer, it is convenient to debugging and usage.
- Plug-in return transmission is convenient for realizing network upgrade on real time.
- The low noise amplifier circuit and imported GaAs amplifier module with excellent output to ensure the output signal CTB and CSO are conformed to international standard.
- Forward and return paths with -20dB test port for providing online test.
- Two independent and high level RF signal outputs, or four economical and practical RF signal outputs.
- This device adopts SCM to control, wich enables direct display of supply voltage, RF ouput level, operating temperature, operating voltage, return ouput optical power and return laser bias current. The value of attenuation and equalization, channel number can be set manually.
- Network management port meets international standard, it can realize network status monitor management (optional).
- Internal power method is 60VAC/90VAC, external power is 110VAC/220VAC switch power.

Teléfonos: (511) 436 7200 / 436 7500
(511) 428 6983 / 428 3887



www.scientificsatellite.net

TECHNICAL DATASHEET

OPTICAL NODE

MON-1G-4R-AGDP

Nodo LED inteligente con retorno, 4RF, AGC, 1GHz, 60V.



GENERAL SPECIFICATIONS

Level range	-7 ~ 2dBm @ 106dB μ V (46dBmV)
Wavelength	1100 ~ 1600nm
Optical return loss	>40dB
Operative level range of optical AGC	-7 ~ +2dBm
Deviation range	\pm 1dB

RF SPECIFICATION

RF range, frequency split	40dB/52, 42/54, 65/87 862(1000)MHz
Impedance	75 Ω
Test point	-20dB
Gain slope	\pm 1.0dB
Flatness	\pm 0.75dB

PERFORMANCE

Nominal output level	\geq 106B μ V (46dBmV) (with AGC)
C/N	+2dBm/53, -1dBm/51, -7dBm/46
C/CSO	>62dB
C/CTB	>66dB

RETURN PATH

Isolated FP laser	103 \pm 40nm, 0dBm (Assigned by users)
Isolated DFB laser	103 \pm 20nm, 2dBm (Assigned by users)
Isolated CWDM laser	1270 to 1610 \pm 3nm. Per 20nm at a distance, 2dBm
RF input level (OMI= 4%)	82dB μ V (22dBmV)
RF input test point	-20dB

POWER SUPPLY

AC input voltage	35 ~ 95VAC, 47 ~ 63Hz
Local power	110 ~ 264VAC, 47 ~ 63Hz
AC current (passing capacity)	>4A
Maximun power consumption	25w



ANEXO 4. TRANSMISOR OPTICO – MFT1550-EM-210 - DATASHEET

TECHNICAL DATASHEET

TRANSMISOR OPTICO

MFT1550-EM-210

Transmisor 1550nm CATV de modulación externa con 2 salidas de 10 dB



ORDERING SPECIFICATION

Model number	Number of output port	Output power of each port	Work wavelength	SBS Restrain	System index			
					CNR1	CNR2	CTB	CSO
MFT1550-EM-210U	2	≥10dBm	1528~1563nm ITU wavelength adjustable	13~18 adjustable	≥53	≥51.5	≥-65	≥-65

GENERAL SPECIFICATIONS

Network management interface	RJ45
Communication interface	RS232
Power supply	90VAC ~ 265VAC 50/60Hz -48VDC 30~72VDC
Power consume	50w Single power works
Work temperature	-5°C ~ 65°C
Storage temperature	-40°C ~ 85°C
Operating relative humidity	5% ~ 95%
Size	19" x 14.5" x 1.75" S-type 19" x 17.9" x 1.75" L-type

Teléfonos: (511) 436 7200 / 436 7500
(511) 428 6983 / 428 3887



www.scientificsatellite.net

TECHNICAL DATASHEET

TRANSMISOR OPTICO

MFT1550-EM-210

Transmisor 1550nm CATV de modulación externa con 2 salidas de 10 dB



**Scientific
Satellite**

> Marca que se distingue en tecnología digital <

OPTICAL FEATURE

Operating wavelength	1548nm ~ 1563nm
Wavelength ADJ. range	±1.6nm (±200GHz)
Wavelength ADJ. mode	±0.05nm stepping
Wavelength stability	-1 ~ 0 (pm/°C) Tc= 20 ~ 70°C
Linewidth	Typ= 0.65MHz
Side mode supression ratio	≥45dB, SMSR
Equivalent noise intensity	≤-160 RIN(20 ~1000MHz)
Number of output port	2
Output power	10dBm 2x5, 2x7, 2x9, 2x10
Return loss	≥50dB
Optical connector	SC/APC Optional: FC/APC, LC/APC

RF FEATURE

Work bandwidth	47MHz ~ 862MHz
Input level	18dBmV ~ 28dBmV AGC
Flatness	≤±0.75dB 47 ~862MHz
Return loss	>16dB
Input impedance	75Ω

LINK FEATURE

Transmit channel	PAL-D/60CH	PAL-D/99CH
CNR1	≥53.0dB	≥51.5dB
CNR2	≥51.5dB	≥49.5dB
CTB	≥-65dB	≥-65dB
CSO	≥-65dB	≥-65dB
SBS restrain	13dBm ~ 18dBm	

Teléfonos: (511) 436 7200 / 436 7500
(511) 428 6983 / 428 3887



www.scientificsatellite.net

ANEXO 5. FIBER OPTIC SPLICE – MFC-V-812-SHR - DATASHEET

TECHNICAL DATASHEET

FIBER OPTIC SPLICE CLOSURE

MFC-V-812-SHR

Mufa vertical con 8 bandejas, 12 vías, 96 hilos



CHARACTERISTICS

- Suitable for aerial
- Dome structure
- Reasonable structure design and cable fastening way
- Reliable sealing performance guaranteed even after reinstall

DIMENSIONS AND CAPACITY

Outside dimension (height x diameter)	510mm x 250mm
Weight (excluding outside box)	3900g - 5300g
Number of inlet/outlet ports	4-12 pieces
Diameter of fiber cable	ø8mm ~ ø41mm
Capacity of FOSC	Bunchy: 12-576 cores, Ribbon: up to 576 cores

MAIN COMPONENTS

Nº	Name of components	QUANTITY	USAGE	REMARKS
1	FOSC cover	1 piece	Protecting fiber cable splices in whole	Height x diameter 420mm x 220mm
2	Fiber optic splice tray (FOST)	Max. 14 trays (bunchy) or Max. 4 trays (ribbon)	Fixing heat shrinkable protective sleeve and holding fibers	Suitable for: Bunchy: 12,24 cores Ribbon: 6, 12 pieces
3	Fiber holding tray	1 piece	Holding fibers with protective coat	
4	Base	1 set	Fixing internal and external structure	
5	Plastic hoop	1 set	Fixing between FOSC cover and base	
6	Seal fitting	1 piece	Sealing between FOSC cover and base	
7	Pressure testing valve	1 set	After inject air, it is used for pressure testing and sealing testing	Configuration as per requirement
8	Earthing deriving device	1 set	Deriving metal parts of fiber cables in FOSC for earthing connection	Configuration as per requirement

Teléfonos: (511) 436 7200 / 436 7500
(511) 428 6983 / 428 3887



www.scientificsatellite.net

ANEXO 6. EDFA – MFA-1550-26/1P - DATASHEET

TECHNICAL DATASHEET

EDFA

MFA-1550-26/1P

EDFA 26dB, 1 salida con entrada redundante, 1550nm (90V-265V-48V)



ORDERING SPECIFICATION

Model number	Total output power	N° of output port	Each port output power	Connector
MFA-1550-26-1x001	26dBm	1	19.7	SC/APC

GENERAL SPECIFICATIONS

Network management interface	RJ45, SNMP	
Series interface	RS232	
Power supply	90V ~ 265V 30V ~ 72V	220VAC -48VDC
Power consume	50w	
Operating temperature	-5°C ~ 65°C	
Storage temperature	-40°C ~ 80°C	
Operating relative humidity	5% ~ 95%	

OPTICAL FEATURE

Operating wavelength range	Min: 1540nm Max: 1563nm CATV
Dual optical input	Built-in 2x1 optical switch
Input power	Min: -10dBm Max: +10dBm
Total output power	26dBm
Number of output ports	1 pcs
Each output power	Min: 0dBm Max: 26dBm
Difference of output power	Min: -0.5dB Max: +0.5dB
Output optical power monitoring	Typ. -20dB
Output power adjustable range	Min: -6dBm Max: 0dBm
Noise figure (Pin = 0dBm)	Typ. 4.5dB Max: 6.0dB
Switch time	8.0ms
Polarization dependence loss	0.3dB
Polarization dependence gain	0.4dB
Polarization mode dispersion	0.3ps
Input/output insolation	Min: 30dB
Pump power leakage	-30dBm
Echo loss	Min: 55dB

Teléfonos: (511) 436 7200 / 436 7500
(511) 428 6983 / 428 3887



www.scientificsatellite.net

ANEXO 7. FIBER OPTICAL CABLE – CAM-ADSS-24BI - DATASHEET

TECHNICAL DATASHEET

FIBER OPTICAL CABLE

CAM-ADSS-24BI

Cable de fibra óptica de 24 hilos

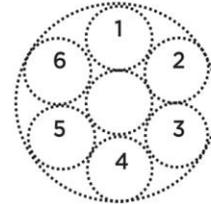


PRODUCT GUARANTEE

Award the **ISO9001, ISO14001, GB/T28001**
Management system certificated

● Cable Cross section (The N° is clickwise)

1. Blue loose tube
2. Orange loose tube
3. Green loose tube
4. Brown loose tube
5. Gray loose tube
6. White loose tube



PHYSICAL SPECIFICATIONS

Outer diameter	10.7mm
Dispersion G652D	1288-1339nm ≤ 3.5ps/nm.km 1550nm ≤ 17ps/nm.km
Mode-field diameter G652D	9.2 ± 0.4(um)
Permitted min. bending radius	Static 10D Dynamic 20D *D: Outer diameter of the cable
ADSS the allowed max tensile	2400(N)
Effective group index of refraction G652D	1.4677@1310nm 1.4682@1550nm
Span	150m

TEMPERATURE RANGE

Operating temperature range	-40°C ~ +60°C
Storage Transport temperature range	-40°C ~ +60°C
Installation temperature range	-10°C ~ +60°C

CHARACTERISTICS OF OPTICAL FIBER G652D

Mode field diameter(1310nm)	9.2mm ± 0.4mm
Mode field diameter(1550nm)	10.4mm ± 0.8mm
Cut off wavelength of cabled fiber	£1260nm
Attenuation at 1310nm	£0.36dB/km
Attenuation at 1550nm	£0.22dB/km
Bending loss at 1550nm (100turns, 30mm radius)	£0.05dB
Dispersion in the range 1288 to 1339nm	£3.5ps/nm.km
Dispersion at 1550nm	£18ps/nm.km
Dispersion slope at zero dispersion wavelength	£0.092ps/nm².km

ATTENUATION

Tube No.	Color code	Attenuation @1310nm	Attenuation @1550nm
01 Blue	Blue	0.343	0.198
	Orange	0.341	0.197
	Green	0.341	0.197
	Brown	0.326	0.196
02 Orange	Blue	0.325	0.195
	Orange	0.334	0.194
	Green	0.333	0.194
	Brown	0.332	0.192
03 Green	Blue	0.332	0.192
	Orange	0.330	0.191
	Green	0.330	0.190
	Brown	0.328	0.189
04 Brown	Blue	0.328	0.189
	Orange	0.326	0.187
	Green	0.326	0.187
	Brown	0.349	0.186
05 Gray	Blue	0.349	0.195
	Orange	0.347	0.195
	Green	0.347	0.194
	Brown	0.346	0.193
06 White	Blue	0.345	0.192
	Orange	0.344	0.192
	Green	0.343	0.190
	Brown	0.342	0.190



Teléfonos: (511) 436 7200 / 436 7500
(511) 428 6983 / 428 3887



www.scientificsatellite.net

ANEXO 8. AN5516-06 GPON/EPON OLT platform



AN5516-06 GPON/EPON OLT platform

produced by FiberHome is one of the advanced FTTx OLT equipment. It is a small capacity carrier class GPON/EPON equipment which provides maximum 3072 ONU users at the 1:64 split ratio. AN5516-06 can be configured to compatible GPON/EPONOLT platform. GPON and EPON users can be concurrently supported in the same OLT subrack by using different ONUs but of the same set of ODN facility. AN5516-06 can be also configured as 10GEPON or P2P platform.

Dimensions (W×D×H mm)	
Chassis weight (Fully Loaded)	20kg (Full Loaded)
Capacity (Per subrack)	support max 3072 ONU users
Capacity (Per service card)	4/8 PON ports per EPON service card 4/8 PON ports per GPON service card
Core Switch Capacity	1000Gbps
Environment Requirement	Operating temperature -10°C~55°C Storage temperature -40°C~65°C Ambient humidity 5%~95%
Service	Ethernet service CATV service NGN voice (MGCP/H.248/SIP) TDM service Broadcast services for IPTV VOD unicast
Uplink Interface	Up to 4×10 GE optical uplink with XFP Up to 12×GE optical uplink with SFP Up to 12×GE electrical uplink Up to 128×E1 uplink Up to 8×STM-1 uplink
PON Port Interface	GPON port complying with Class B+/C for ODN EPON 1000BASE-PX10/PX20 port for ODN Up to 60km Max Reach SC/PC Connector Support G.652/G.657 Single Core Fiber
Wavelength	Wavelength: TX 1490nm(1550nm)/RX 1310nm
Optical Line Rate	Upstream/Downstream data rate: 1.244G/2.488G for GPON Upstream/Downstream data rate: 1.25G/1.25G for EPON
Reliability Features	Two power supply inputs per subrack for redundancy Two controller cards per subrack for redundancy Two uplink cards per subrack for redundancy Inner or inter PON port protection mechanism for redundancy
Power Consumption (full configured)	555W (Full Loaded)
Power Supply	-48V DC (-40V~-57V)