



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

MEJORAMIENTO DE LA SEÑAL DE SERVICIO DE
TELEVISIÓN E INTERNET EN LA ZONA CENTRO DE
MORELIA

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA

PRESENTA

CÉSAR OLVERA GRANADOS

ASESOR

M.C. Félix Jiménez Pérez

Morelia, Mich. Noviembre 2019

DEDICATORIA

A mi familia, mis padres Francisco y Rosa y mis hermanos Omar, Ángel, Lucero, que lo dieron todo por mí y sé que están orgullosos de verme cumpliendo esta meta de vida.

A mi novia Martha, que siempre ha creído en mí y me ha apoyado en todo momento, sin pedir nada a cambio.

A mis Tíos Sergio y Lupe, que siempre me han apoyado durante mi carrera y que confiaron en mi capacidad desde siempre.

A mi abuelita Rosita y mis primos, que siempre han visto por mí y mi familia apoyándonos en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al M.C. Félix Jiménez Pérez, quien además de transmitirme su vocación investigadora, me orientó y ayudó constante y directamente en todos los aspectos de la tesis durante este tiempo.

Agradecerle la plena confianza que siempre me ha demostrado, así como la dedicación y la atención que en todo momento me ha ofrecido.

Agradecer también a mis compañeros de trabajo, los Ingenieros Efraín Martínez García y Sr Lenin Chávez, ya que fueron parte fundamental en mi proceso aprendizaje para poder realizar este trabajo.

*Escribir es fácil. Lo único que tienes que hacer es cruzar
las palabras erróneas*

Mark twain (1835-1910)

ÍNDICE

| | |
|--|-------------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimientos..... | iii |
| Índice..... | v |
| Resumen..... | viii |
| Palabras clave..... | viii |
| Abstract..... | ix |
| Keywords | ix |
| Lista de Figuras..... | x |
| Lista de Tablas | xii |
| Glosario de Términos | xiii |
| Capítulo 1 Introducción | 15 |
| 1.1.- Las Comunicaciones A Través Del Tiempo..... | 15 |
| 1.2.- Objetivo General | 18 |
| 1.3.- Objetivo Específico | 18 |
| 1.4.- Propuesta De Solución | 18 |
| Capítulo 2 Antecedentes históricos de las COMUNICACIONES..... | 20 |
| 2.1.- Sistemas de Telecomunicación..... | 20 |
| 2.1.1.- Descripción general..... | 21 |
| 2.2.- Canales clásicos de transmisión | 22 |
| 2.3.- ¿Que Es Ruido? | 22 |
| 2.4.- Fuentes De Ruido | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.- ¿Qué Es El Ruido En Términos De Señales Eléctricas? | 23 |
| 2.6.- ¿Qué Produce El Ruido? | 23 |
| 2.7.- Clasificación De Ruido..... | 24 |
| 2.8.- Ancho De Banda..... | 24 |
| 2.9.- ¿Cuál es la Diferencia entre la Relación Señal-a-Ruido y la Relación Portadora-a-Ruido?..... | 25 |
| 2.10.- Centro de Transmisión y Control | 27 |
| 2.11.- Ruido de Retorno Convergente o Embudo..... | 28 |
| 2.12.- Fuentes de Ruido en la Ruta de Retorno | 31 |
| 2.13.- Equipos Pasivos y Activos | 31 |
| 2.13.1.- Equipos Activos..... | 31 |
| 2.13.2.- Equipos Pasivos..... | 34 |
| 2.13.3.- Longitud Óptima de Cable Coaxial para la Mejor Transmisión | 37 |
| 2.13.4.- Radio mínimo de curvatura | 38 |
| 2.13.5.- Máxima fuerza de tracción | 39 |
| 2.14.- ¿Que es la fibra óptica? | 39 |
| 2.15.- Dispersión en una fibra óptica..... | 40 |
| 2.16.- Sistemas de comunicación con fibras ópticas | 42 |
| 2.17.- Ventajas potenciales de un sistema de comunicación por fibra óptica | 44 |
| 2.18.- Campos de aplicación..... | 45 |
| Capitulo 3 Medición de las características en el cable coaxial y EN LA fibra óptica. | 46 |
| 3.1.- Balanceo de la red de distribución..... | 46 |
| 3.2.- Balanceo y niveles de referencia en amplificadores..... | 48 |
| 3.3.- Manejo actual de niveles en amplificadores..... | 49 |
| 3.7.- Medidores de potencia óptica (power meter) | 50 |
| 3.8.- Pérdida por inserción..... | 51 |
| 3.9.- Empalmadoras de fibras ópticas..... | 53 |
| CAPÍTULO 4 Implementación del nodo gs7000 de 4 puertos y amplificadores | 55 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.- Implementación | 55 |
| 4.1.1.- Transmisión de datos de internet vía fibra óptica..... | 55 |
| 4.2.- Cables de rf para el receptor | 57 |
| 4.3.- Cables de RF para el transmisor | 58 |
| 4.4.- Cables bdr de retorno..... | 58 |
| 4.5.- Conectores y cables de referencia | 59 |
| 4.6.- instalación del nodo activo | 60 |
| 4.7.- Instalación y montaje del equipo | 62 |
| 4.7.1.- Medición de Señal óptica | 62 |
| 4.7.2.- Generación de señal QAM de retorno | 63 |
| 4.8.- Niveles de transmisión antes y después..... | 65 |
| Capítulo 5 Conclusiones | 69 |
| 5.1 Conclusiones | 69 |
| Bibliografía..... | 71 |
| Apéndices..... | 72 |
| Apéndice c “Especificaciones Técnicas del POWER METER” | 72 |
| Apéndice d “Especificaciones Técnicas de la fusionadora” | 73 |
| Apéndice E “Especificaciones Técnicas del convertidor de Medios” | 74 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, muestra el funcionamiento de equipos activos y pasivos a través de cable coaxial y el proceso de transmisión de datos vía fibra óptica en un sistema de telecomunicaciones, la realización de empalmes mecánicos y por fusión, además de las mediciones de potencia a la salida del mismo.

Se proporciona una reseña histórica de los primeros sistemas de telecomunicaciones en sus inicios hasta lo que hoy en día opera en la industria y que es parte fundamental en nuestra vida cotidiana.

Se muestran los procedimientos que se utilizan en campo para la medición de los canales analógicos , digitales y transmisión optima. Que los equipos deben tener, además de la potencia óptica que debe llevar el nodo y sus diferentes distribuciones y se Documentan las mediciones en la realización de un enlace de datos vía fibra óptica a servidores remotos. Una vez teniendo las mediciones correspondientes se muestra el empalme realizado por fusión.

PALABRAS CLAVE

Acoplamiento, Inserción, Atenuación, Fibra óptica, Nodo, Potencia, Fusión, Ganancia

ABSTRACT

This research shows the operation of active and passive equipment and the process of data transmission via optical fiber in a telecommunications system, the realization of mechanical and fusion joints, in addition to power measurements at the output of the same .

It provides a historical overview of the first telecommunication systems in its beginnings to what today operates in the industry and that is fundamental part in our daily life.

It shows the actual procedures that are used in the field for the measurement of the analog and digital channels and optimal transmission that the equipment must have besides the optical power that the node must carry and its different distributions and the experimentation of the realization of a data link via optical fiber to remote servers, corroborating the existence of this. Once the corresponding measurements are taken, the splice made by fusion is shown.

KEYWORDS

Coupling, Insertion, Attenuation, Signal out, Node, Potency, Fusion, Gain

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Fig. 1. 1 Instrumentos históricos de comunicación. [1, p. 123]..... | 16 |
| Fig. 1. 2 Teléfono clásico [2]..... | 17 |
| Fig. 1. 3 Ttelevisor de bulbos [1]..... | 17 |
| Fig. 1. 4 Redes e Internet [1] | 18 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Figura 2. 1.- Elementos principales del sistema de transmisión [3] | 21 |
| Figura 2. 2.- Ingreso de ruido en domicilio [4]..... | 23 |
| Figura 2. 3 .- frecuencias en la señal de cable y ancho de banda [4]..... | 25 |

FALTAN NUMERAR LAS DEMAS FIGURAS DEL CAPITULO 2 y QUITAR ESTE TEXTO

CAPITULO 3

| | |
|---|----|
| Figura 3. 1.- Lapida de especificaciones [5]..... | 47 |
|---|----|

FALTAN NUMERAR LAS DEMAS FIGURAS DEL CAPITULO 3 y QUITAR ESTE TEXTO

CAPITULO 4

| | |
|---|----|
| Figura 4. 1.- Posición de los mini coaxiales [7]..... | 56 |
| Figura 4. 2.- Posición cables bdr [7]..... | 57 |

Figura 4. 3.- Cables RF receptor [7]57

**FALTAN NUMERAR LAS DEMAS FIGURAS DEL CAPITULO 4 y QUITAR ESTE
TEXTO**

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 3. 1.- Valores de referencia de instalación [7] | 49 |
| Tabla 3. 2.- Niveles óptimos para amplificador y nodo [7]..... | 50 |

GLOSARIO DE TÉRMINOS

| | |
|------------------------------|---|
| Acoplador | Elemento que sirve para conectar o desconectar rápidamente una fibra de otra. |
| Amplificador | Es un equipo activo que se encarga de amplificar la señal compensando las atenuaciones de cable coaxial |
| BER (Bit Error Rate) | Relación de bits con errores, referido con una cantidad específica. |
| Difusión | Variación del índice de refracción de un mismo medio de propagación para ondas con diferentes longitudes de onda. |
| Divisor | Es un equipo pasivo se forma de una entrada y varias salidas |
| Emisor | Aparato u objeto que codifica un mensaje y lo transmite a través de un cierto canal hacia el receptor. |
| Empalmadora/Fusionadora | Equipo capaz de realizar el acoplamiento físico prácticamente total del núcleo de una fibra óptica. |
| Enlace | Es un conjunto de módems u otro equipo de interfaces y circuitos de comunicaciones que conectan dos o más terminales que desean comunicarse. |
| Fibra | Filamento de material dieléctrico, como el vidrio o los polímeros acrílicos, capaz de conducir y transmitir impulsos luminosos de uno a otro de sus extremos. |
| Medidor JDSU | Equipo de medición de señal analógica y digital |
| MER (Modulation Error Ratio) | Relación de error de modulación |
| Pérdida | Es la disminución de potencia de la señal óptica, en proporción inversa a la longitud de fibra. |
| Receptor | Extrae la información contenida en una portadora óptica que incide en el fotodetector. |

Tap

Equipo pasivo que tiene la función de entregar en cada salida la señal que se le otorga al cliente

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1.- LAS COMUNICACIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO

Comenzamos con nuestros antepasados los cuales les bastaba con una mueca, una sonrisa o un sonido de un animal como actualmente lo hacemos para expresar sentimientos o emociones. [1]

Los Egipcios fueron los primeros que plasmaban sobre piedra o pared mediante unas figuras llamadas jeroglíficos que realizaban para evitar que se les olvidara. Ellos fueron los primeros en introducir la escritura. (Los **jeroglíficos** fueron un sistema de escritura inventado por los antiguos egipcios. Fue utilizado desde la época prehispanica hasta el siglo

IV. Los antiguos egipcios usaron tres tipos básicos de escritura: jeroglífica, hierática y demótica; esta última corresponde al Periodo tardío de Egipto.) [1]

Los romanos en su caso utilizaban a personas para que llevaran una noticia de un lugar a otro mientras que los indios americanos observaban fogatas para identificar donde se encontraban o para comunicarse con otra aldea. El tambor también era utilizado para este fin e incluso para comunicarse con sus compatriotas en caso de guerra. Los espejos también se usaban para comunicarse entre personas utilizando este medio para reflejar la luz y conocer ubicación del individuo.[1]



Fig. 1. 1.- Instrumentos históricos de comunicación. [1]

En la evolución de la comunicación también encontramos el telégrafo que fue un medio de comunicación a distancia el cual se transmiten los mensajes con un código llamado clave Morse. El primer mensaje, dio inicio a una nueva forma de redes de comunicación. El telégrafo fue uno de los mejores acontecimientos en aquella época a pesar de que fue sometido a muchos cambios que a diferencia del original brindaba un mejor servicio. El caso de la paloma mensajera se utilizó para enviar mensajes de una ciudad a otra donde la paloma llevaba una carta sujeta en una de sus patas.[2]

Tal fue la evolución del telégrafo que se le dio paso al teléfono siendo hasta ahora una de las mejores herramientas de la comunicación ya que convierte el habla en impulso que viaja por la línea telefónica hasta llegar a su destino donde es nuevamente transformado.[2]



Fig. 1. 2.- Teléfono clásico [2]

La Radio es uno de los sistemas de comunicación que se ha desarrollado de tal manera que han creado un medio bastante agradable y creativo dentro de la comunidad, ya que por este medio se pueden expresar muchas cosas como arte, noticias, entre otros.[2]



Fig. 1. 3.- Televisor de bulbos [1]

No conformes con la aparición de la radio se vieron con la necesidad de crear algo llamado TELEVISIÓN que además de permitir escuchar un sonido permitiera proyectar una imagen de un suceso que esté ocurriendo en el momento de forma instantánea.

La televisión comenzó siendo de blanco y negro evolucionando años más tarde a televisión en color. Pero no sólo se ha mejorado de la televisión el color sino que se ha dejado atrás esas televisiones de tubo de imagen dando paso a las televisiones ‘planas’ como las LCD o Plasma[1]

En cuanto a los ordenadores podemos decir que se empezó con grandes ordenadores que ocupaban habitaciones inmensas dando paso a ordenadores que sólo ocupan un espacio mínimo en nuestras mesas de estudio. Los ordenadores han hecho que la mayoría de las

personas puedan acceder mediante internet a la información que ellos precisen es decir, que puedan recibir, almacenar e incluso enviar información.[1]



Fig. 1. 4.- Redes e Internet [1]

1.2.- OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo de la tesis es Mejorar el servicio de cable, ya que la alta demanda de los servicios en los últimos años ha propiciado una saturación en los equipos que provoca pérdida de información en las telecomunicaciones y a su vez evitar mayor esfuerzo de trabajo por parte de los empleados.

1.3.- OBJETIVO ESPECÍFICO

Mejorar la señal digital en la zona centro de Morelia reemplazando el equipo en malas condiciones que se encuentra en la zona centro, para brindarles a los clientes un servicio de mayor calidad y con buena velocidad de Internet para que disfruten los servicios proporcionados por el distribuidor y a su vez evitar fallas en la red ya que estas hacen que se requiera de mayor esfuerzo y tiempo proporcionando a los empleados de la empresa de cable atender otras revisiones para brindar mejor servicio

1.4.- PROPUESTA DE SOLUCIÓN

El nodo Cisco GS7000 permite a los operadores de red escalar fácilmente el ancho de banda y los servicios. El GS7000 está diseñado para no requerir configuración personalizada (automático). Dentro del GS7000, las fibras se mantienen organizadas y

protegidas, pudiendo ser encaminadas hacia y desde cualquier dirección. El GS7000 también tiene un sistema de ganancia unitaria, evitando que afecte a la ganancia global de la red, además este equipo puede protegerse de las inclemencias climáticas como lo son las altas temperaturas y la humedad gracias a su estructura.

Permitiéndole a la sociedad tener un mejor servicio con menores pérdidas de la señal digital y ruido.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LAS COMUNICACIONES

2.1.- SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

La comunicación se define como la transmisión de información de un lugar a otro. Esta transmisión se hace entre un emisor y un receptor. La información se presenta bajo la forma de diversas señales que tienen un significado preciso para el emisor y el receptor. Si la comunicación se hace directamente entre dos personas dichas señales pueden ser sonidos o imágenes, o bien, pueden ser señales eléctricas si la comunicación se hace entre dos equipos electrónicos.[2]

2.1.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

Un sistema de telecomunicaciones se compone de tres elementos principales como se muestra en la figura 2.1 Emisor

- La vía o canal de comunicación
- El receptor

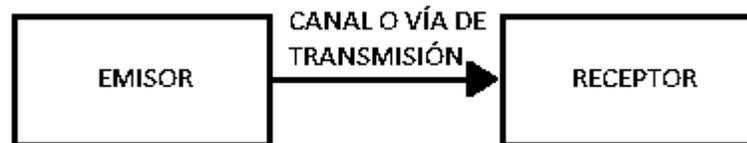


Figura 2. 1.- Elementos principales del sistema de transmisión [3]

El emisor tiene las siguientes funciones:

- Transformar en información eléctrica (en dominio del tiempo $e(t)$) la información que se transmitirá,
- Modificar esta información eléctrica para que pueda transmitirse a distancia,
- Transmitir esta información por la vía o canal de comunicación.[3]

La vía o canal de comunicación tiene la función de transportar la información entre el emisor y el receptor. Esta vía de comunicación puede consistir en:

- Hilos coaxiales,
- Cables coaxiales,
- Guías de ondas,
- Ondas electromagnéticas libres emitidas por una antena,
- Fibras ópticas.

El receptor cumple con las funciones inversas del emisor:

- Detectar la información transmitida por el canal de comunicación,

-
- Transformar esta información en información eléctrica (en dominio del tiempo $e(t)$),
 - Transformar la información eléctrica en información sonora o visual, en caso de ser necesario.[3]

2.2.- CANALES CLÁSICOS DE TRANSMISIÓN

Un sistema de telecomunicaciones es más efectivo en la medida en que su canal de transmisión permita la propagación a grandes distancias de señales de elevada frecuencia. Estos dos parámetros, frecuencia y distancia, no son siempre independientes. Es importante tener en cuenta las principales características de los canales clásicos de transmisión, a fin de poder compararlos con las fibras ópticas y analizar las ventajas que estas muestran respecto a otros medios.

2.3.- ¿QUE ES RUIDO?

Ruido es un fenómeno universal que tiene una multiplicidad de orígenes, desde fuentes acústicas hasta eléctricas también puede ser de origen óptico, térmico, magnético, etc.

Alteraciones indeseadas, superpuestas a una señal útil, que tienden a ocultar su contenido de información.

Todos aquellos elementos que interfieren en la correcta transmisión del mensaje entre emisor y receptor. De hecho, el ruido puede ser, por si misma, otra señal, como las distintas formas de interferencia que se producen en los circuitos electrónicos. [4]

2.4.- FUENTES DE RUIDO

Los ingresos es la parte más detestable de las fuentes de ruido. En la figura 2.1 se aprecia las posibles fuentes de ruido en un domicilio

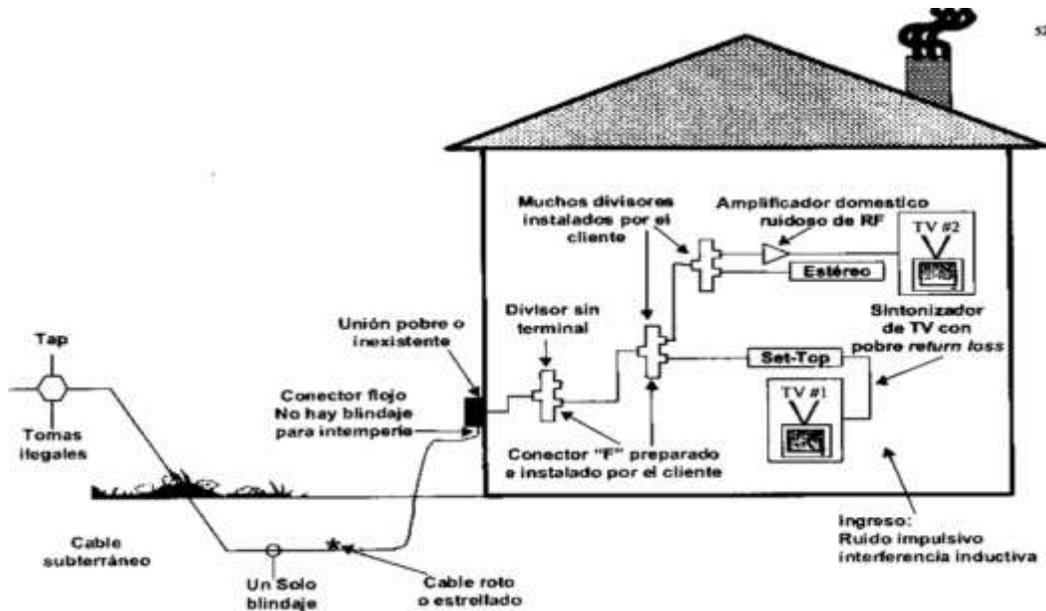


Figura 2. 2.- Ingreso de ruido en domicilio [4]

2.5.- ¿QUÉ ES EL RUIDO EN TÉRMINOS DE SEÑALES ELÉCTRICAS?

El flujo organizado de electrones en una señal de RF es rota por la energía desorganizada del ruido térmico.

El ruido es una señal con características de potencia y frecuencia, como cualquier otra señal, tiene nivel y respuesta en frecuencia.

Por lo tanto, el ruido puede ser amplificado, transmitido y medido. Fundamentalmente la resistencia eléctrica de algunos componentes generan potencia de ruido.

Todos los componentes eléctricos generan ruido.[4]

2.6.- ¿QUÉ PRODUCE EL RUIDO?

Elementos pasivos: Ruido térmico, electromagnético, galvánico, electrostático, etc.

En el caso del ruido térmico los factores predominantes son la temperatura, ancho de banda y la impedancia. En cuanto al ruido galvánico, este se produce entre la juntura de distintos metales (soldadura en mal estado).

El ruido en los activos se produce en la unión de los semiconductores.[4]

2.7.- CLASIFICACIÓN DE RUIDO

En televisión el ruido se clasifica en 3 grupos generales:

1. **Ruido Errático o Aleatorio** (aplica para sistemas análogos): Se origina en resistencias y elementos conductores de señal, se debe al movimiento térmico errático de los electrones. El efecto visual es comúnmente llamado nieve.

Como la señal modulada de la portadora de video de T.V., se hunde dentro del ruido, se simula nieve dentro de la imagen de video.

2. **Ruido Impulsivo**: Se origina de voltajes inducidos, rápidos e intermitentes, cuyo origen puede ser de conexiones falsas en el propio equipo, motores eléctricos o estática atmosférica.

El efecto visual es de puntos grandes (claros u oscuros) o rayas horizontales erráticos

3. **Ruido Periódico**: Tiene un formato definido. Proviene (en forma de hum o zumbido) de fuentes de poder, en forma de interferencia de RF. [4]

2.8.- ANCHO DE BANDA

El ancho de banda es la longitud, medida en Hz para señales analógicas, Bits en señales digitales, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

La señal que manejamos será en un ancho de banda de 1 Ghz, este es segmentado debido a que se transmiten diferentes tipos de señales, cada una de ellas requiere un ancho de banda por separado.

Ancho de banda es la capacidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período dado.

Para señales analógicas, el **ancho de banda** es una señal continua que recoge valores para todo el tiempo y se mide en hercios (Hz) En la Figura 2.3 se aprecia de manera gráfica el concepto de ancho de banda

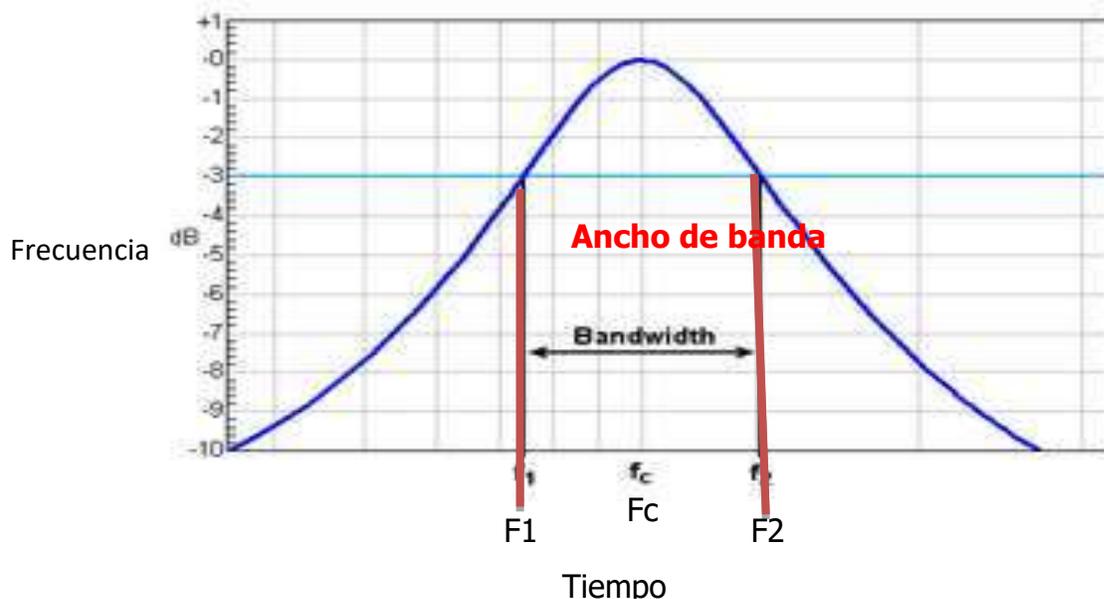


Fig 2.3 Grafica del ancho de banda[4]

Fc.- Frecuencia central

F1.- Frecuencia 1

F2.- Frecuencia 2

2.9.- ¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE LA RELACIÓN SEÑAL-A-RUIDO Y LA RELACIÓN PORTADORA-A-RUIDO?

- Las relaciones S/R y P/R son similares. Ambos envuelven una señal y se les asocia ruido, La diferencia principal es en donde se aplican.

-
- La relación S/R usualmente se refiere a valores de voltaje y comúnmente se utiliza para describir la calidad de la señal de banda base de video.
 - La relación P/R compara la magnitud de la portadora en un canal de CATV al ruido que está presente a lo largo de la portadora.
 - La portadora, y su modulación, es la información de interés
 - Es aquí donde se encuentra la información del programa
 - La relación P/R se refiere a los valores de potencia y principalmente se aplica a señales de R.F.

La señal digital es una señal discreta que recoge tan solo determinados valores para todo el tiempo. se codifica de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo la posibilidad de crear aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, Tiene la capacidad de manejar los bits (unos y ceros) de manera eficiente para administrar la información de una manera organizada y segura. [3]

Ejemplos de servicios que utilizan señales digitales:

- Internet.
- Transmisión de datos.
- Telefonía Digital.
- Televisión Digital.

En la siguiente gráfica podemos apreciar la frecuencia en la que operan los distintos canales y servicios que la compañía proporciona, y saber donde se ubica cada uno para hacer las mediciones correspondientes con nuestro medidor, en la figura 2.4 se muestra el espectro de frecuencias en la señal de cable.

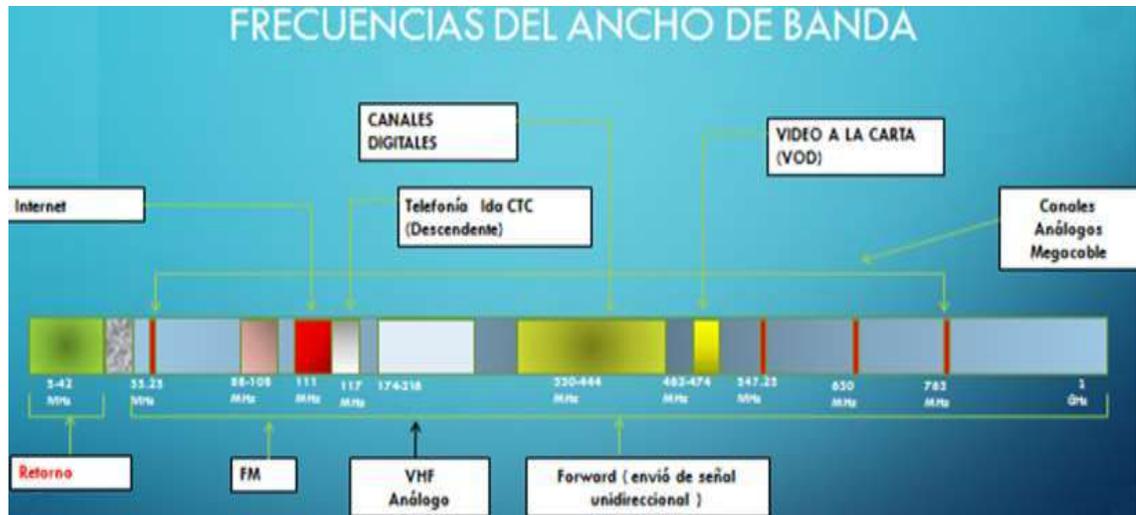


Fig 2.4 frecuencias en la señal de cable y ancho de banda[5]

2.10.- CENTRO DE TRANSMISIÓN Y CONTROL

Es el inmueble donde se recolectan las señales de vídeo y datos se le nombra **cabecera de red** (Headend) o **Centro de Transmisión y Control** (CTC). En la figura 2.5 se muestra el aspecto del CTC

Actividades que realiza el CTC

- ✓ Recibir señales.
- ✓ Amplificar.
- ✓ Estabilizar niveles.
- ✓ Eliminar interferencias.
- ✓ Convertir frecuencias o canales.
- ✓ Modular señales.
- ✓ Combinar señales.
- ✓ Procesar las señales de retorno.



Fig.2.5 centro de transmisión y control CTC

2.11.- RUIDO DE RETORNO CONVERGENTE O EMBUDO

Del CTC al suscriptor la señal se despliega hacia una formación de multipuntos lo opuesto para la ruta de retorno

El **“retorno”** es el término usado para referenciar la señal transmitida por el Cable Módem (CM), Caja Digital y EMTA (*Embedded Multimedia Terminal Adapter*) Como su nombre lo dice, será el encargado de llevar las señales digitales **desde el domicilio del cliente hasta el CTC**, y permitirá la comunicación en dos direcciones (bidireccional) para entregar los servicios digitales a cada suscriptor.

Este nombre se da porque algunos se refieren a esta trayectoria como embudo de ruido o convergente.

Afortunadamente los sistemas HFC están diseñados por los operadores para que se transporte toda la información o mensaje (Señal de video, voz y datos) desde la fuente (CTC), hasta el destino (Cliente), también la posibilidad de convertirla en bidireccional.

Permitiendo al sistema estar segmentados en nodos de fibra individualmente[4] en la figura 2.6 se muestra la distribución en la red de una comunidad.

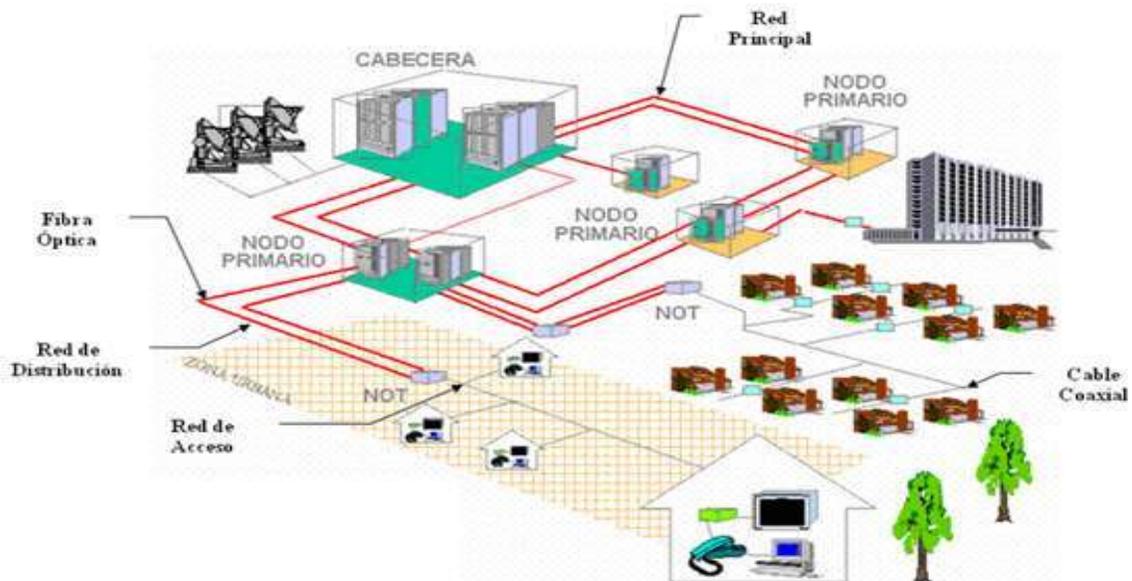


Fig. 2.6 distribución de la red[5]

Después de que **CTC** detectó ruido en la red , genera una orden de trabajo para que la cuadrilla de mantenimiento correctivo inicie el barrido y limpieza de la red.

CTC cuenta con equipo de detección de ruido como el **sun rise telecom AVANTRON**

- Analiza espectro.
- Mide niveles.
- Ayuda a la detección de caídas en los nodos
- Detecta ruido en portadoras digitales, portadoras análogas.
- Confiable por su sensibilidad ya que detecta la función de ruido que el equipo de medición convencional no alcanza a detectar.



Fig. 2.7 sun rise teleccom AVANTRON[6]

Con ayuda de la punta de prueba se comienza a revisar la red de distribución instalando en los puntos de prueba (opresores) de los equipos (TAPs, divisores, acopladores), con el equipo de medición para buscar ingresos de ruido.

Al ir revisando en la red buscaremos que los equipos no se encuentren mojados, que los accesorios de los amplificadores no estén dañados o que tengan sarro , que los conectores se encuentren en buen estado, que las líneas de CFE no tengan contacto físico, en la figura 2.8 se muestra una punta de prueba insertada en el tap para determinar si presenta ruido el aparato.

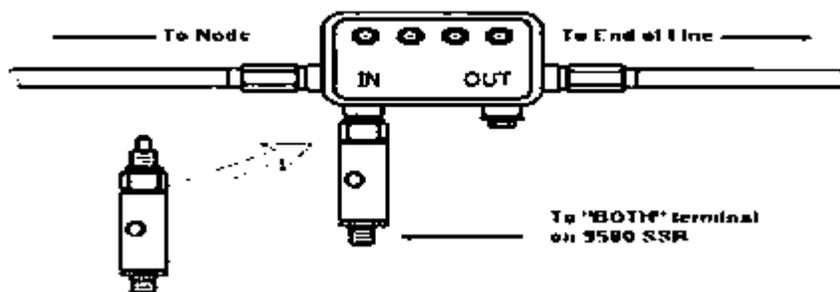


Fig. 2.8 ruido generado en tap[4]

2.12.- FUENTES DE RUIDO EN LA RUTA DE RETORNO

Hay tres fuentes primarias de ruido en la ruta de retorno:

1. **Ruido Térmico:** es generado en cada uno de los componentes activos (amplificadores y receptores). Los amplificadores generan ruido debido a las fluctuaciones térmicas de la densidad de los electrones. El nivel de ruido puede ser calculado para cualquier ruido de ancho de banda. Donde -125.2dBmV es el ruido térmico en 1 Hz de ancho de banda para una impedancia del sistema de 75 ohms.
2. **Ruido por enlace de F.O.:** es generado por el laser de retorno, fibra óptica y el receptor ubicado en el CTC.
3. **Ruido por Ingresos:** es generado por el medio ambiente, pero generalmente entran al sistema por el cableado interno en casa y por el cableado de la acometida.

Para la ruta de forward se usa el nivel de ruido de -59.2dBmV en sistemas NTSC ó -58.2dBmV , esto es porque la señal de video esta a 4 MHz

Por lo que vemos que no es fácil para la ruta de retorno, donde las señales de upstream pueden tener diferentes anchos de banda desde 100 kHz hasta 6 MHz.[4]

2.13.- EQUIPOS PASIVOS Y ACTIVOS

2.13.1.- Equipos Activos

Equipos activos: Es eléctrico y requiere de una fuente de voltaje para funcionar.

La forma de enviarles voltaje es por medio del mismo coaxial. Los equipos activos tiene un puente o “**jumper**” que permite que el voltaje sea consumido por el equipo, o incluso pasar para alimentar otro amplificador. **A esta función se le llama POTENCIALIZACION.** (ponerle los fusibles de entrada y salida para aplicar voltaje al amplificador)

En la figura 2.9 se muestran las conexiones de alimentación de un amplificador.

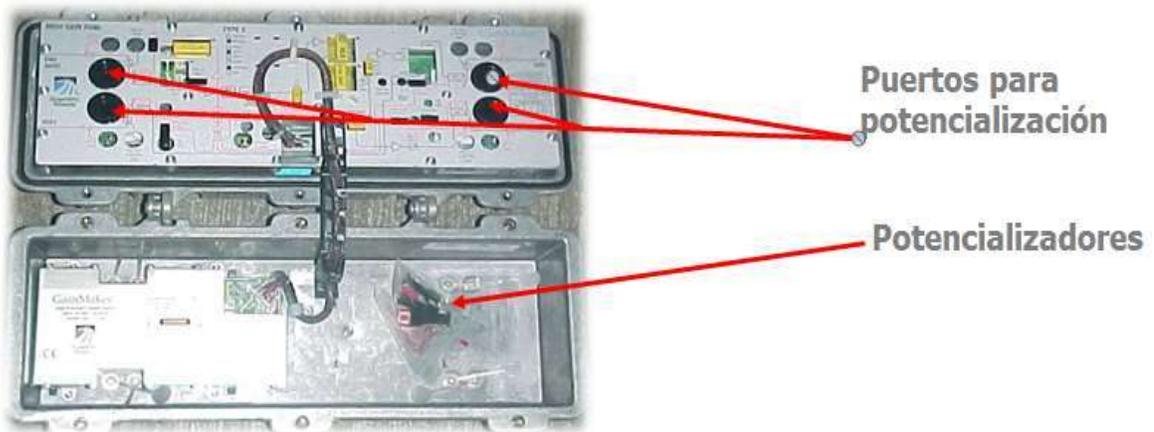


Fig. 2.9 potencialización[7]

Potencializar salidas de los amplificadores sin necesidad puede ocasionar Ruido eléctrico en la red, también estaríamos expuestos a que si hubiera un accidente eléctrico en el cable coaxial algunos equipos activos también se dañaran por la falla eléctrica. Para evitar un daño a los equipos conectados, se tienen fusibles, los cuales se aprecian en la Figura 2.10



Fig. 2.10 fusibles

NODO

Equipo electrónico encargado de convertir los pulsos de luz de la fibra óptica en radio frecuencia que viajará a través del cable coaxial. En la Figura 2.11 se muestra un nodo



Fig. 2.11 nodo GS700[6]

AMPLIFICADOR

Es un equipo activo que se encarga de amplificar la señal de RF compensando las pérdidas del cable coaxial, existen Triples (3 salidas), Duales (2 salidas con opción a 3) y Line Extender (1 salida). En la Figura 2.11 a) se muestra el aspecto de un amplificador de 3 salidas

LINE EXTENDER

Se caracteriza porque tiene una entrada y una salida de distribución y es alimentado a través del mismo amplificador troncal.

En la Figura 2.11 b) se muestra el aspecto de un line extender



Fig.2.11-a amplificador [6] Fig. 2.11-b line extender[6]

ACTIVOS PASIVOS

- 1.- Nodo 1.- Acoplador 8 y 12
- 2.- Amplificador 2.- Divisor 2 y 3 salidas
- 3.- Line Extender 3.- Tap de 8 y 4 salidas
- 4.- Fuentes de Poder 4.- Inserter de potencia

2.13.2.- Equipos Pasivos

Equipos pasivos: No requieren de voltaje para funcionar y tienen la capacidad de manejar el paso de voltaje En la Figura 2.12 se muestra el aspecto de diversos equipos pasivos



Fig. 2.12 equipos pasivos[6]

ACOPLADOR

El acoplador es un equipo pasivo y **tiene la función de derivar la señal**. Los números 8 y 12 se refiere al valor de atenuación o pérdida de señal en decibeles de una salida (TAP), y se conecta como el plano lo indique. La otra salida tiene la mínima atenuación llamada **perdida de inserción**. Están identificados con etiquetas de color GRIS el acoplador del 8 y NARANJA acoplador del 12.

En la Figura 2.13 se muestra el aspecto de un acoplador de 8dB y de 12dB



Fig. 2.13 acoplador de 8 y de 12[6]

DIVISORES

El divisor de 2 salidas es un equipo pasivo, se conforma de una entrada y 2 salidas. Tiene la misma atenuación en las 2 salidas. Se utiliza para dividir una línea en 2 bajo una misma pérdida, identificado con una etiqueta de color rosa.

El divisor de 3 es un equipo pasivo. Se forma de una entrada y 3 salidas. **Dos de sus salidas están igualmente atenuadas (Low-Baja), y una tiene menor perdida (High-Alta).**

Identificada con una etiqueta color café. En la Figura 2.14 se muestra el aspecto de divisores de 2 y 3 salidas



Fig. 2.14 divisores de 2 y 3 salidas[6]

INSERTOR DE POTENCIA

El **insertor de potencia** se utiliza para introducir el voltaje de la fuente de alimentación a la línea de cable coaxial, para alimentar a los equipos activos, tiene 2 salidas, las cuales pueden estar abiertas (sin fusible) ó cerradas (con fusible) para permitir el paso de corriente hacia uno ó ambos lados según lo marque el plano. Esta identificada con una etiqueta color negro. En la Figura 2.15 se muestra el aspecto de un insertor de potencia



Figura 2.15 insertor de potencia[6]

TAP's

El TAP es un equipo pasivo y tiene la función de entregar en cada salida la señal que se le otorga al cliente. Existen TAP de 4 u 8 salidas con diferente valore de derivación, y están

conformados básicamente por un acoplador direccional y un divisor de 4 u 8 salidas. Todos los equipos pasivos tienen la capacidad de manejar el paso de voltaje. En la Figura 2.16 se muestra taps de 4 y 8 salidas

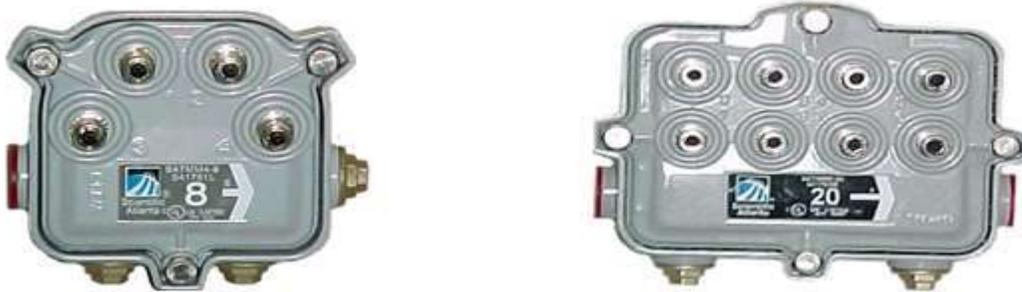


Fig. 2.16 taps de 4 y 8 salidas[6]

2.13.3.- Longitud Óptima de Cable Coaxial para la Mejor Transmisión

Un cable coaxial necesita tener una determinada longitud desde el tap hasta el modem para que no exista interferencia y se pueda apreciar mejor la transmisión de los canales y esta distancia es de aproximadamente 80 metros ya que sobrepasando este rango se experimentan los efectos de pérdida de imagen en la señal de televisión y baja velocidad de internet. En la figura 2.17 se muestra el revestimiento de un cable coaxial

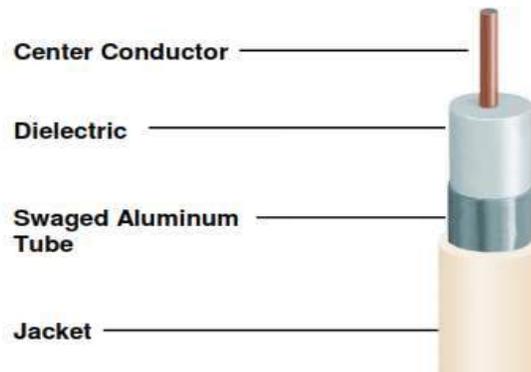


Fig. 2.17 revestimiento cable coaxial[5]

A mayor distancia, mayor pérdida en frecuencias altas (según la velocidad de propagación)

A mayor velocidad menor atenuación

A menor velocidad mayor atenuación

Frecuencia baja (ch 02) 55 MHz

Frecuencia alta (ch135) 870 MHz

En la figura 2.18 se muestran los tipos de cable coaxial y sus revestimientos



Fig. 2.18 cable coaxial[5]

2.13.4.- Radio mínimo de curvatura

No solo la distancia puede causar atenuación o pérdida también los dobleces que pudiéramos hacer al cable durante el tendido, por ello para cuidar las propiedades eléctricas del cable coaxial, los reemplazaremos por curvaturas como se muestra en la figura 2.19

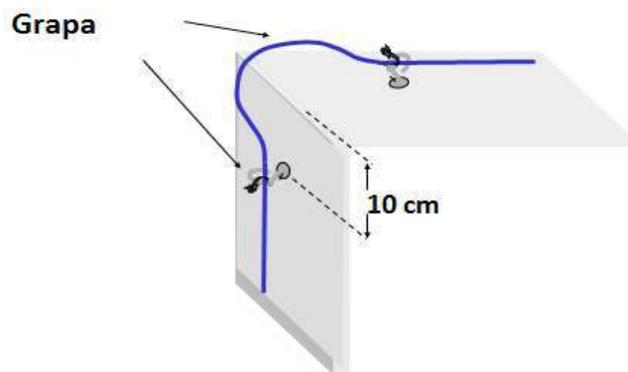


Fig. 2.19 curvatura máxima para evitar dañar el cable coaxial[5]

2.13.5.- Máxima fuerza de tracción

Se refiere a la máxima fuerza de tracción a la que puede ser sometido el cable coaxial. Es importante que durante el tendido se respeten sus propiedades. Esta es equivalente a 80 kg

Revisa que el tendido tenga una catenaria (Curva de caída) ya que la tensión excesiva puede causar daños al Pin central al igual en su transporte de señal y sus propiedades mecánicas (Una mala catenaria reduce la vida útil del cable coaxial). [5]



Fig. 2.20 Fuerza de tracción de cable coaxial[5]

2.14.- ¿QUE ES LA FIBRA ÓPTICA?

Una fibra óptica es un cilindro de material dieléctrico transparente en el que el índice de refracción n_1 es superior al del medio circundante. Como el fenómeno de reflexión interna total se produce en la interfaz entre la fibra y del medio exterior, esta superficie debe definirse bien, no debe tener defectos.

La luz que se propaga en la fibra óptica cumple las condiciones de la reflexión total, es decir: llega a la interfaz con un ángulo mayor que el ángulo crítico θ_{1c} . Si existe algún defecto en la interfaz tal vez esta condición no se cumpla, por lo que puede refractarse fuera de la fibra y, en consecuencia, perderse. Para evitar este inconveniente, se envuelve la fibra con otro dieléctrico, así que ésta presenta ahora en forma de dos cilindros concéntricos.

El cilindro interno, con índice n_1 , se llama núcleo de la fibra.[8]

CURVATURAS EN LA FIBRA ÓPTICA

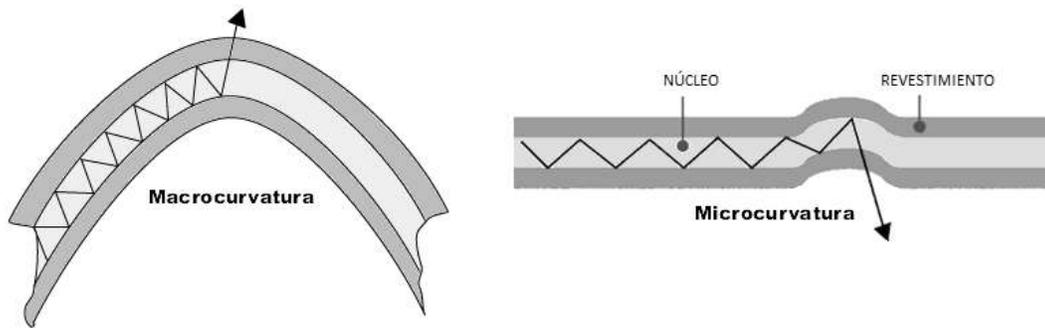


Figura 2.21 Efecto de una imperfección en la interfaz. no hay reflexión interna total[8]

El cilindro externo, con índice n_2 , se conoce como la *cubierta* o revestimiento. En la interfaz núcleo-cubierta se producirá la reflexión total interna. Por tanto, siempre es necesario que $n_1 > n_2$.

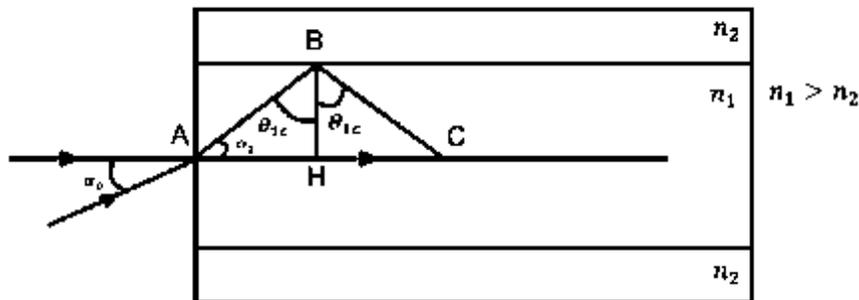


Figura 2.22 Corte longitudinal de una fibra óptica[8]

2.15.- DISPERSIÓN EN UNA FIBRA ÓPTICA

En un sistema de telecomunicaciones, la fibra óptica constituye el canal de transmisión. Este canal debe estar en condiciones de transportar el máximo de información por unidad de tiempo. La frecuencia de la luz posibilita una extraordinaria capacidad de transporte de información. Es importante saber si el hecho de canalizar la luz en una fibra no reduce la

banda pasante del canal óptico, y comprender la forma en que se puede remediar este efecto.

La fibra óptica se utiliza como canal de transmisión de información; es necesario que la luz introducida a la fibra pueda modularse a muy alta frecuencia, e igualmente el detector debe tener un tiempo de respuesta sumamente rápido para poder seguir la señal óptica procedente de la fibra. Se puede realizar la transmisión digital en la fibra óptica, en cuyo caso, la información que circula por la fibra tiene la forma de pulsos de luz al “cero” numérico –o señal baja– le corresponde una ausencia de luz, mientras que al “uno” numérico –o señal alta– le corresponde una presencia de luz. Entre más pulsos luminosos por unidad de tiempo sea posible inyectar, mayor será la capacidad de transmisión de la fibra. [8]

Para que la información luminosa pueda utilizarse en un extremo de la fibra, es necesario, primero, que la atenuación de la luz no sea demasiado grande, y además que la información pueda reconocerse; es decir, que pueda distinguirse si la señal que llega es alta o baja. Es necesario que la información no haya sido modificada, de manera que puedan diferenciarse los pulsos. Si en la fibra se llega a producir un alargamiento en la duración de los pulsos luminosos, pueden mezclarse dos puntos sucesivos diferentes en la entrada de la fibra y con esto hacer que la información se pierda. En la figura 2.23 se aprecia el efecto de la posible pérdida de información en una fibra óptica[8]

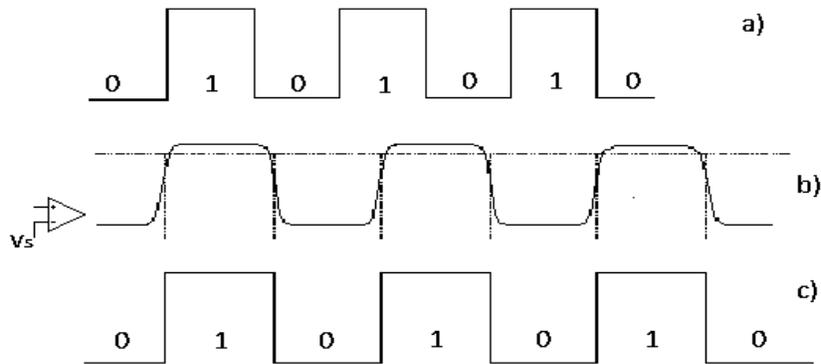


Fig. 2.23 Pérdida de información debida al alargamiento de pulso Caso en el que el ciclo de pulso es bajo[8]

2.16.- SISTEMAS DE COMUNICACIÓN CON FIBRAS ÓPTICAS

Los recientes progresos de la tecnología en rayos láser semiconductores y en fibras ópticas de baja atenuación hacen posible la realización de sistemas de telecomunicación mediante fibras ópticas como canal de transmisión. Estos sistemas ya son operativos. En su forma más simple, un sistema de comunicación por fibra óptica está constituido por tres elementos:



Fig. 2.24 Sistema de comunicación por fibra óptica[8]

- a) Un módulo de emisión, que tiene por función transformar la información en forma de señal eléctrica a información en forma de luz. A este módulo se le llama emisor óptico.
- b) Un canal de transmisión de la luz, que es la fibra óptica.

-
- c) Un módulo de recepción, que tiene por función transformar la información óptica recibida en información con la forma de señal eléctrica; se le llamará receptor óptico.

Las transmisiones a distancias demasiado grandes pueden necesitar la utilización de uno o varios repetidores, cuya función es amplificar la señal óptica. Un repetidor óptico está constituido por un emisor óptico seguido de un receptor óptico.[8] En la figura 2.25 de muestra el diagrama de bloques de un repetidor óptico.

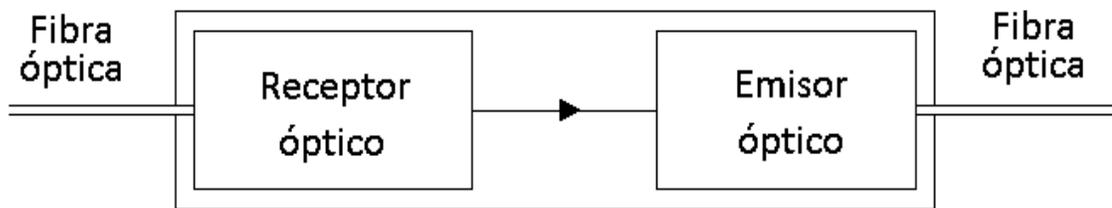


Fig. 2.25 Repetidor óptico[8]

- El emisor óptico contiene la fuente de luz, que puede ser un diodo electroluminiscente o un diodo láser.
- El receptor óptico contiene al detector óptico, el cual puede ser un fotodiodo o un fototransistor.
- El emisor y el receptor ópticos están dotados de conectores que permiten acoplar la fuente y el receptor de la luz a la fibra.
- El canal de transmisión puede contener conectores que le permitan acoplar dos fibras entre sí.



2.17.- VENTAJAS POTENCIALES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR FIBRA ÓPTICA

Con respecto a los sistemas tradicionales de comunicación, los sistemas por fibra óptica poseen cierto número de ventajas potenciales, las cuales se deben a algunas características de la fibra. Éstas son:[8]

- **Baja atenuación:** Gracias a la baja atenuación de las fibras ópticas actuales se puede acrecentar la distancia entre las repetidoras en un sistema de comunicación por fibra. De esta forma, si se disminuye el número de repetidoras (eliminándolos en la práctica), se aumenta la confiabilidad del sistema.
- **Aislamiento eléctrico:** Las fibras se hacen de materiales aislantes eléctricos (vidrios, plásticos), esto hace que las interferencias electromagnéticas externas no perturben la transmisión en la fibra. La transmisión será de muy alta calidad sin que se necesite protección costosa contra el ruido electromagnético externo. Esto es una gran ventaja en lugares donde se producen variaciones bruscas de tensión y de corriente. Las fibras ópticas no sufren cortocircuitos, lo que las hace seguras en las fábricas de explosivos o de productos químicos y petroquímicos.
- **Peso y dimensiones:** Un cable de fibra óptica es, por lo menos, diez veces más ligero y más compacto que un cable coaxial clásico. Esta reducción de peso y dimensiones permite economizar el transporte y la instalación de cables; constituye también una ventaja para la instalación en aviones, barcos y en cualquier lugar donde el espacio sea limitado.
- **Gran banda de paso:** Una fibra óptica, gracias a su gran capacidad de banda pasante, permite reemplazar varios canales de transmisión clásicos, lo que es un importante logro económico.
- **Diafonía:** Como una fibra óptica no radia ni capta radiación externa, está exenta de diafonía, lo que propicia una transmisión con muy buena calidad.

2.18.- CAMPOS DE APLICACIÓN

Los campos de aplicación de la fibra óptica son numerosos. A continuación se listan los principales:

a) **Telefonía:**

- Enlaces sin repetidoras entre centrales telefónicas;
- Enlaces interurbanos con repetidoras;
- Enlaces transoceánicos por cable óptico submarino;
- Distribución de gran capacidad entre los abonados de servicios telefónicos, videofónicos y de transmisión de datos.

b) **Televisión:**

- Distribución por cable;
- Enlaces cámara-estudio;
- Teleconferencias;
- Sistemas de seguridad.

c) **Internet:**

- Enlaces de redes
- Distribución de datos y paquetes a alta velocidad
- Mayor velocidad de descarga
- Video llamadas
- Correo electrónico [8]

Capítulo 3

MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EN EL CABLE COAXIAL Y EN LA FIBRA ÓPTICA

3.1.- BALANCEO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Los procesos de balanceo en forward como en retorno de la red consiste en entregar a la salida de los amplificadores la potencia especificada en el diseño de la red de distribución , la entrada mínima de potencia de un amplificador debe ser la especificada en las características técnicas del equipo, esto puede variar de acuerdo al equipo y frecuencia a la

Balanceo en retorno

Para el balanceo del retorno se debe garantizar una entrada de 17 dBmv a cada uno de los dispositivos conectados a la red, se debe generar una señal de 17 dBmv a la entrada de retorno del primer dispositivo de la cascada y garantizar una entrada en la cabecera de no menos de 17 dBmv, el valor de llegada del retorno es atenuada en cabecera para garantizar 0 dBmv a la entrada del CMTS.

3.2.- BALANCEO Y NIVELES DE REFERENCIA EN AMPLIFICADORES

CH 03: 37.5 dBmv

CH 78: 46.4 dBmv

CH 135: 52.2 dBmv

CH 116: 10.0 dBmv

TILT: (pendiente)14.7dB

Es importante tomar en cuenta la tasa de error de modulación (MER) y la tasa de error de bits (BER) con los siguientes parámetros de referencia

MER: Recomendable no bajar de 38 dB

BER: Siempre en 1.0E-09

En la figura 3.3 se muestran las mediciones del canal 3 y 78

La transmisión fuera del módulo es de 17 dBmv. Para determinar la potencia que transmiten los tap's tiene que ser la suma del cable y las pérdidas de inserción de todos los pasivos en la frecuencia baja. **Fuente especificada no válida.**

Tabla 3. 2.- Niveles óptimos para amplificador y nodo [7]



3.7.- Medidores de potencia óptica (power meter)

La medición de la potencia requiere un medidor de potencia con un adaptador que se ajuste al conector de fibra óptica en el cable que está siendo probado, y si se está probando un transmisor. Se requiere un buen cable de fibra óptica (que tenga un tamaño de fibra adecuado, ya que la potencia acoplada depende del tamaño del núcleo de la fibra) y algo de ayuda de la electrónica de red para encender el transmisor.

Es importante recordar que al medir la potencia, el medidor debe fijarse en la longitud de onda y rango adecuados (generalmente dBm, a veces microvatios, pero nunca "dB", ya que esta unidad de medida es un rango de potencia relativo que se utiliza solamente para probar la pérdida.



Medidor de potencia óptica (Power meter)[8]

3.8.- PÉRDIDA POR INSERCIÓN

Las pérdidas por inserción en telecomunicaciones son las pérdidas de potencia de señal debido a la inserción de un dispositivo en una línea de transmisión o fibra óptica y se expresa normalmente en decibelios (dB). Las pérdidas por inserción son una medida de atenuación debida a la inserción de un dispositivo en el "camino" de la señal. La atenuación es un concepto más general que puede tener como causas malas adaptaciones entre fuente de señal, línea de transmisión y carga.

Si la potencia transmitida a la carga antes de la inserción es P_T y la potencia recibida por la carga después de la inserción es P_R , entonces las pérdidas de inserción en dB se calculan con (1)

$$10\text{Log}_{10} \frac{P_T}{P_R} \quad (1)$$

La potencia es atenuada en sistemas con conductores metálicos en forma de pérdidas por radiación y pérdidas resistivas en el conductor, así como pérdidas en los dieléctricos. Las terminaciones de las líneas tienen un papel muy importante en las pérdidas de inserción, ya

que de lo bien adaptada que esté la carga, se producirán mayor o menor número de reflexiones de la señal. Todos estos efectos pueden ser modelados conceptualmente.

La mayoría de las pruebas se realiza en cables pre-conectados ya sea cables de conexión o redes de cable instaladas. Pero los fabricantes de fibra prueban cada fibra para verificar si hay pérdida, a fin de calcular su coeficiente de atenuación. Los fabricantes de conectores prueban muchos conectores para obtener un valor promedio de la pérdida que el conector tendrá cuando sea terminado en las fibras. Los fabricantes de otros componentes también prueban la pérdida de sus componentes para verificar su rendimiento.

La medición de la pérdida por inserción se realiza conectando el cable bajo prueba a buenos cables de referencia con una potencia de lanzamiento calibrada que se convierte en la referencia de pérdida "0 dB". La prueba con cables de referencia en cada extremo estimula la red de cables con cables de conexión que se conectan a un equipo de transmisión. Necesita un cable para medir la potencia de salida de la fuente para la calibración de la referencia de pérdida "0 dB".



Prueba de medición de pérdida por conexión[9]

Además, a fin de medir la pérdida de los conectores en el extremo de un cable, debe unirlos a un conector similar y tener la certeza que este en buenas condiciones. Cuando hablamos de pérdida del conector, en realidad queremos decir pérdida de "conexión", es decir, la pérdida de un par de conectores unidos.

Por lo tanto, para medir las pérdidas en los conectores, éstos deben ser unidos a conectores de referencia, que deben ser conectores de alta calidad para no afectar negativamente la pérdida medida cuando se une a un conector no conocido.

3.9.- EMPALMADORAS DE FIBRAS ÓPTICAS

Existen diversos métodos de empalme de fibras ópticas por fusión directa, todos ellos clasificados en base al tipo de fuente de calor utilizada: una descarga eléctrica, un láser gaseoso o una llama.

El primero de ellos es el más ampliamente utilizado en el caso de fibras de sílice. En especial, se han desarrollado varias técnicas para realizar empalmes por medio de descarga eléctrica, tales como el método de pre-fusión y el método de calentamiento uniforme para realizar empalmes de múltiples fibras.

Los métodos de empalme por fusión directa utilizan una fuente de calor para fundir y unir las fibras ópticas. A diferencia de otros métodos que utilizan materiales de adaptación o adhesivos, en este caso no existe ningún otro material más que la propia fibra en la región del empalme. Por lo tanto, este método posee inherentemente bajas pérdidas por reflexión y alta fiabilidad. El procedimiento de empalme de fibras por fusión utilizando descarga eléctrica se describe a continuación:

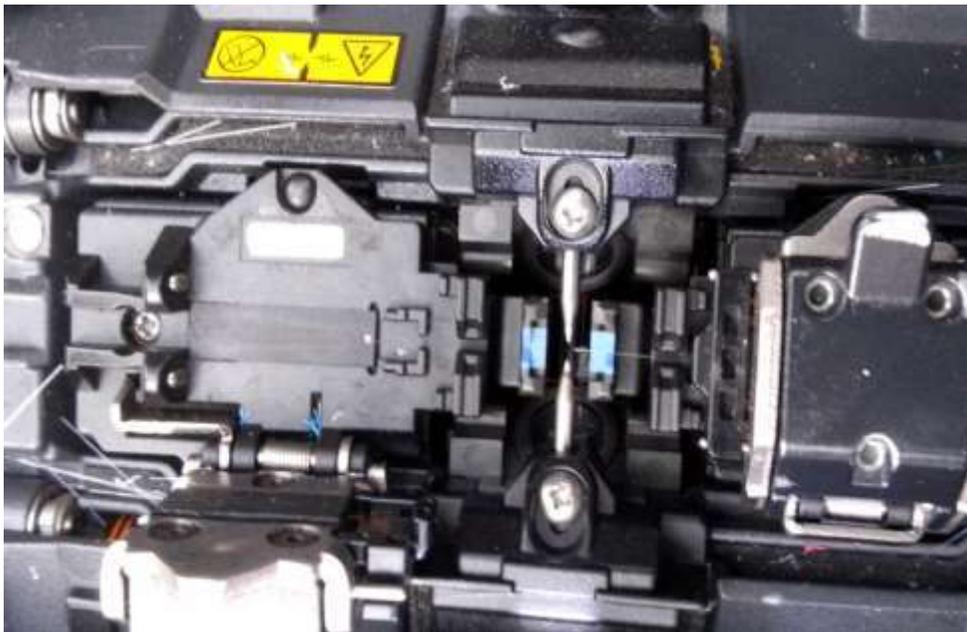
En primer lugar, se quitan las cubiertas de las fibras y se cortan. Ambas fibras se sitúan con una cierta separación entre ellas en una máquina empalmadora de fibras y se pulsa un botón para comenzar el proceso. Hasta este punto el trabajo se realiza manualmente por parte de un operario.

En el momento de pulsar el botón de la máquina, ésta comienza a mover las fibras para reducir la separación entre las mismas. Durante el movimiento de las fibras, se genera una descarga eléctrica que se mantiene durante un período de tiempo predeterminado. Este proceso tiene lugar de forma automática en la máquina empalmadora.

Por último, la región donde se ha producido el empalme se protege para facilitar el manejo de la fibra. Actualmente existen máquinas completamente automáticas que realizan todas las acciones: desde quitar las cubiertas hasta proteger el empalme.[9]



Empalmadora de Fibra Óptica marca FITEL[9]



fusionadora de fibra óptica

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN DEL NODO GS7000 DE 4 PUERTOS Y AMPLIFICADORES

4.1.- IMPLEMENTACIÓN

4.1.1.- TRANSMISIÓN DE DATOS DE INTERNET VÍA FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es usada por muchas empresas de telecomunicaciones para transmitir señales telefónicas, comunicación vía Internet y señales de televisión por cable. Actualmente, la mayoría de las compañías están migrando su red de cable coaxial a una red por fibra óptica por las ventajas que representa, las velocidades de transmisión y la

estabilidad del sistema mismo son algunos de los principales argumentos para que se genere este cambio.

Los cables de RF están ubicados entre el Módulo amplificador de RF y la Tarjeta de interfaz óptica (OIB). Los conectores del cable de RF tienen extremos moldeados de plástico codificados por colores. Los conectores del cable RF delantero son azules y los conectores del cable RF inverso son rojos.

La figura 4.1 muestra la ubicación de los cables en un nodo analógico inverso.

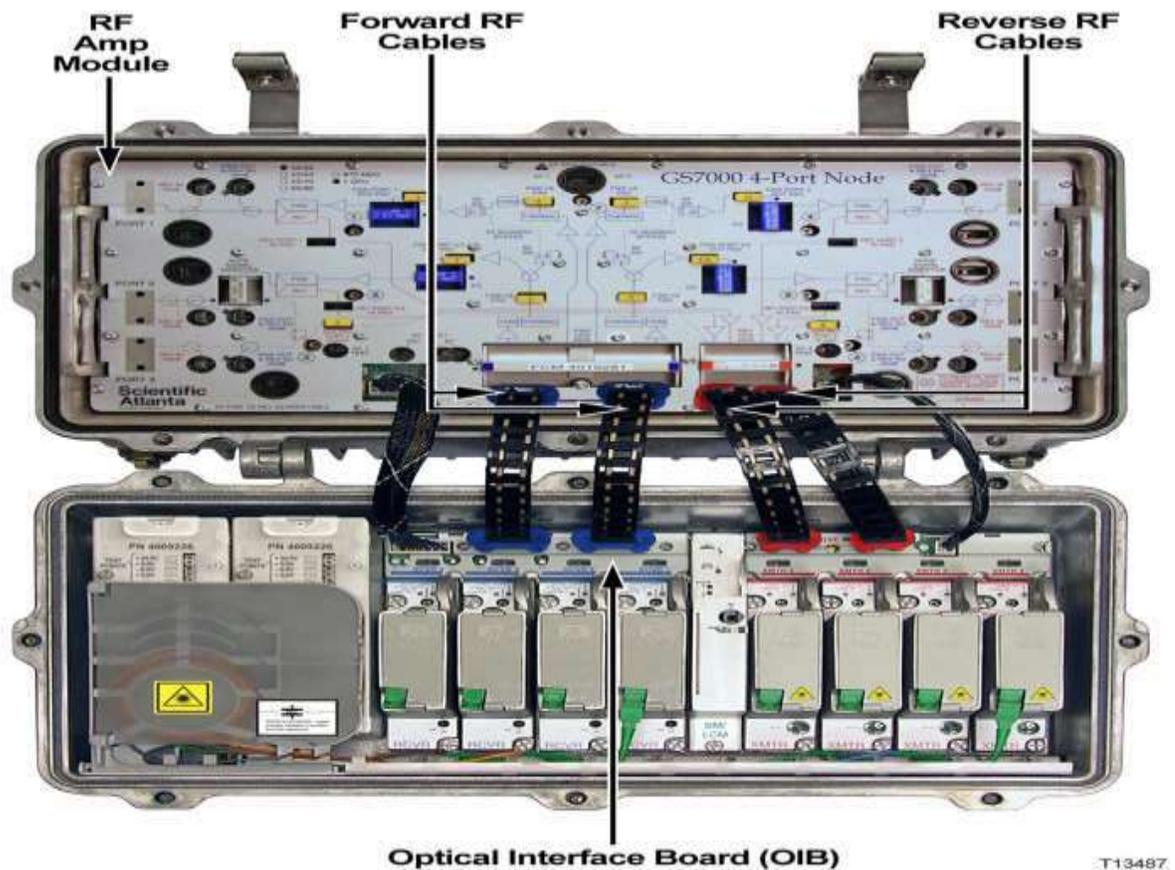


Figura 4. 1.- Posición de los mini coaxiales [7]

Los conectores de cable de RF inversos bdr también son rojos. La figura 4.2 muestra la ubicación de los cables en un nodo inverso digital bdr.

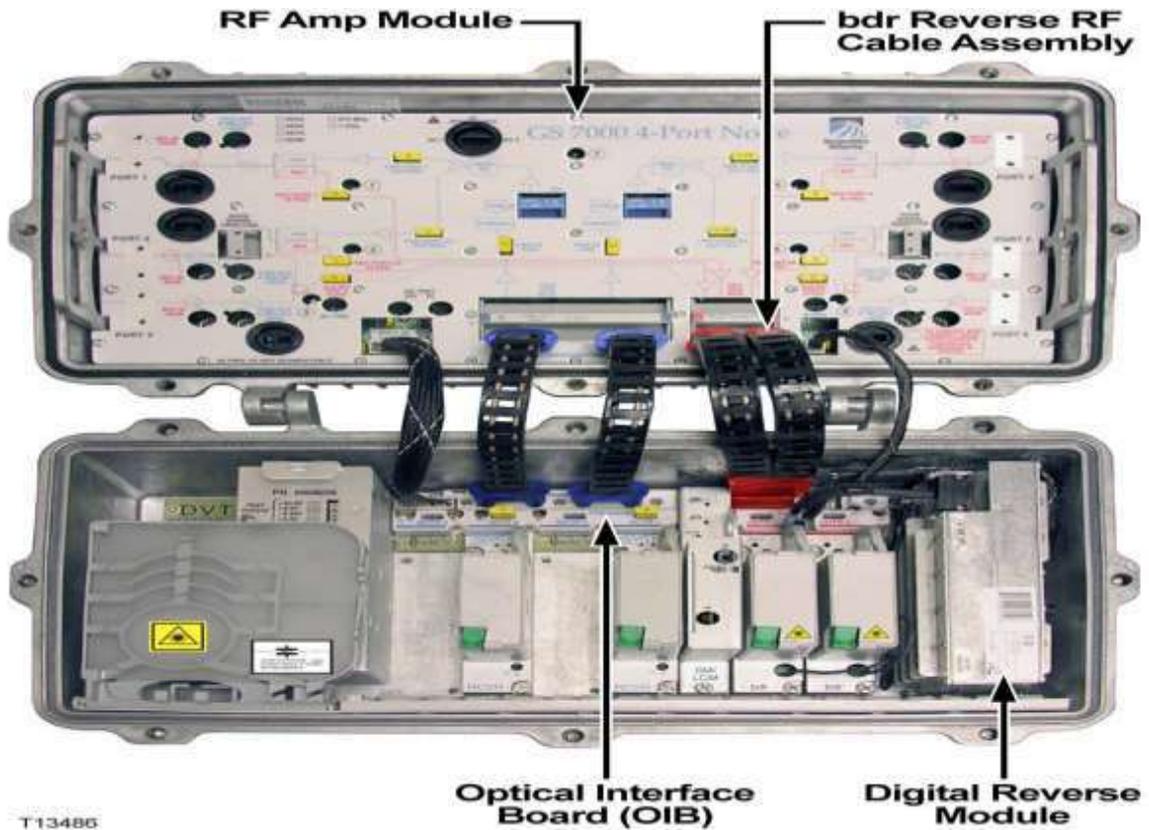


Figura 4. 2.- Posición cables bdr [7]

4.2.- CABLES DE RF PARA EL RECEPTOR

Los cables que alimentan al receptor de la señal que recibe la información desde el CTC donde se puede monitorear y ajustar los niveles del nodo desde su centro de operaciones. Sus extremos de conector moldeado de plástico son azules.

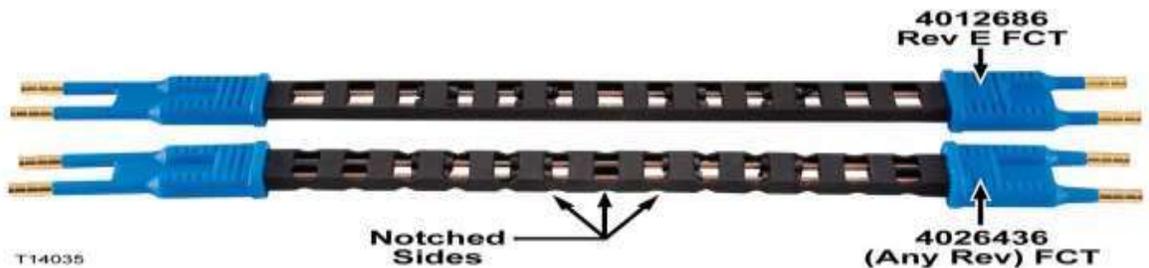


Figura 4. 3.- Cables RF receptor [7]

4.3.- CABLES DE RF PARA EL TRANSMISOR

La figura 4.4 muestra los cables de RF que alimentan al transmisor el cual envía paquetes de datos a los amplificadores para que la red de la zona tenga cobertura a niveles óptimos. Sus extremos de conector moldeado de plástico son de color rojo.

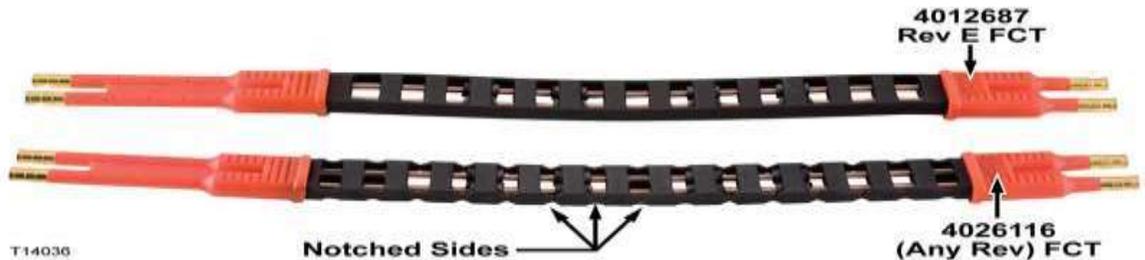


Fig 4.4 Cables RF transmisor[7]

4.4.- CABLES BDR DE RETORNO

Del mismo modo los cables bdr tienen la misma función que los cables para el transmisor, la única diferencia es el tipo de entrada doble que es para un modelo de nodo diferente, los cuales se muestran en la figura 4.5

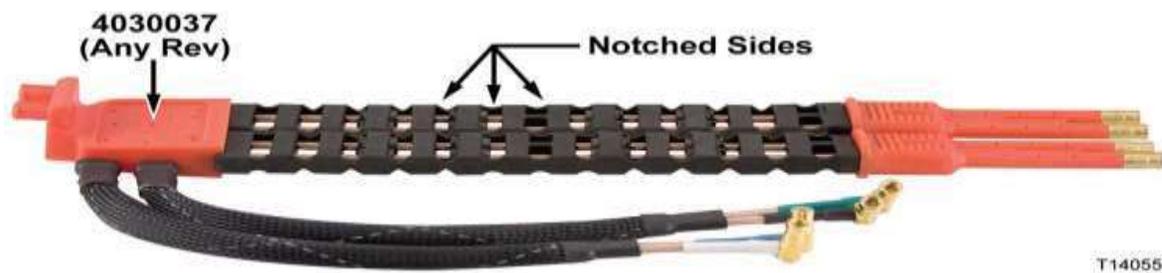


Fig 4.5 Cables bdr[7]

4.5.- CONECTORES Y CABLES DE REFERENCIA

Al realizar las pruebas de medición de potencia de salida de un enlace, se requieren de cables con conectores específicos y adecuados a los equipos utilizados en el mismo, en los cuales destacan:

- a) **Conector SC** (Subscriber Connector or “Square Connector” ó Conector de Suscriptor) mostrado en la Figura 4.6:
 - Conector de bajas pérdidas, muy usado en instalaciones de SM y aplicaciones de Redes y CATV, este conector se muestra en la Figura 4.6

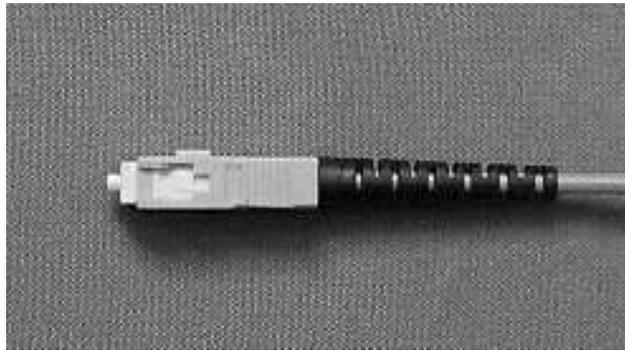


Figura 4.6 Conector SC[9]

- b) **Conector LC** (Lucent Connector or “Little Connector” ó Conector pequeño):
 - Conector más pequeño y sofisticado, usado en Tranceivers y equipos de comunicación de alta densidad de datos, el cual se ilustra en la figura 4.7

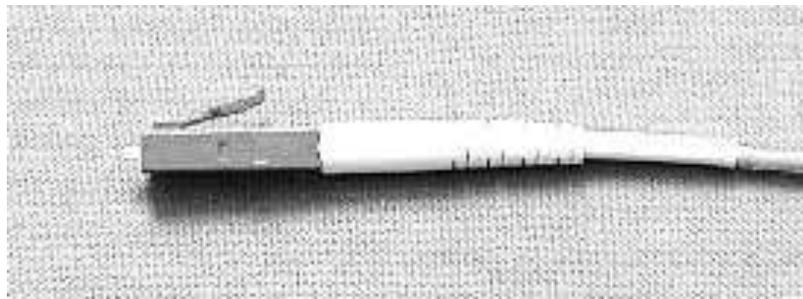


Figura 4.7 Conector LC[9]

- c) **Conector FC** (Ferule Connector ó Conector Férula):

Conector usado para equipos de medición como OTDR. **Fuente especificada no válida.**

4.6.- INSTALACIÓN DEL NODO ACTIVO

Actualmente en la ciudad de Morelia hay muchos equipos “activos” mencionados anteriormente que se encuentran en mal estado y su vida útil de estos se está finalizando. Una solución es reemplazarlos por equipo nuevo y de mejor tecnología, en este capítulo se muestran los pasos necesarios para obtener una óptima respuesta en la señal de telecomunicaciones.



Fig 4.8 Nodo dañado en la zona centro de Morelia

Como se puede observar es necesario un cambio de equipo y se instala el nodo de 4 salidas en las cuales hay dos entradas y dos salidas para líneas de calibre 500 Y 750 respectivamente.

El nodo GS7000 tiene una gran capacidad para el envío y recepción de datos ya que puede alimentar varios amplificadores a su vez permitiendo una cobertura más amplia a las colonias y evitando un gasto excesivo para la empresa en cuestiones de material.

EL nodo GS7000 opera con atenuadores en los puertos de forward y retorno (pastillas amarillas) y con ecualizadores 15L(pastillas azules) los cuales son fáciles de manejar para el ajuste mecánico del mismo, como puede observarse en la figura 4.9



Fig 4.9 GS7000 a instalar

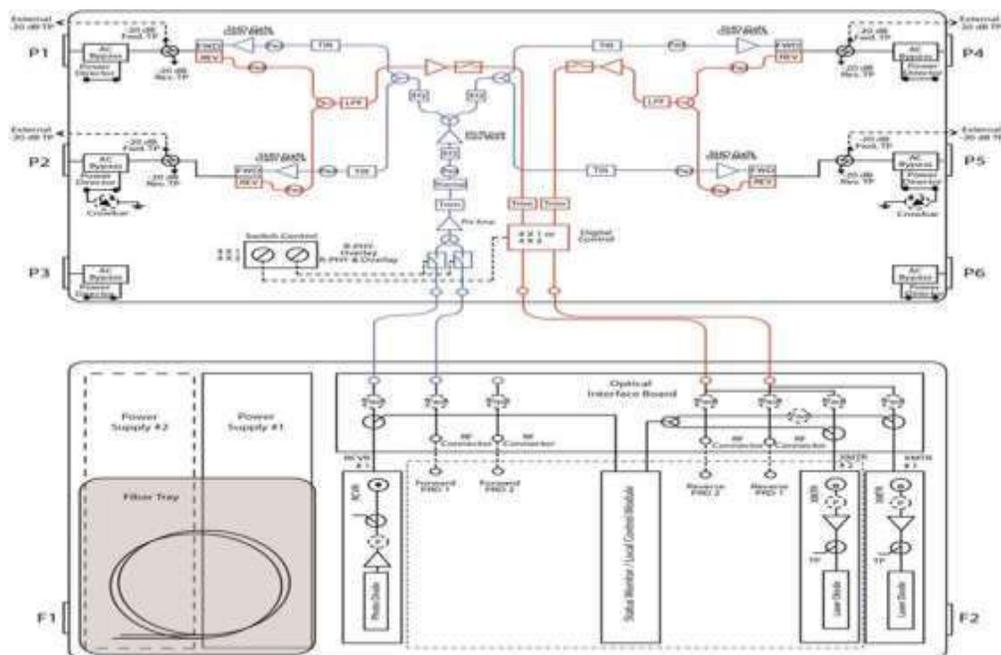


Fig 4.10 esquema nodo[7]

4.7.- INSTALACIÓN Y MONTAJE DEL EQUIPO

Procedemos a realizar las conexiones de los aluminios de calibre 500 el cual es el tendido de las líneas para las entradas y salidas del nodo óptico usando el equipo de seguridad necesario para las primeras pruebas. En la figura 4.11 se aprecia la instalación en campo



Fig 4.11 tendido de línea sobre el acero

Después de colocar el nodo en su nueva posición y de ajustarlo a las líneas de acero Se prosigue a enviar la portadora al CTC para hacer las pruebas correspondientes y verificar los niveles del receptor y del transmisor para esto se usa la opción del medidor de generador QAM de retorno esta se vincula para las pruebas necesarias en CTC y obtener el nivel óptimo el cual es de 35Mhz para el canal de 40Mhz para que pueda llegar directamente al nodo y poder hacer el balanceo del mismo.

4.7.1.- MEDICIÓN DE SEÑAL ÓPTICA

En la figura 4.12 se muestran las pruebas con el medidor de potencia del haz de luz a la entrada de los puertos del nodo

Claramente se muestra una caída de potencia a la salida sumamente alta, como lo marcan los -29.76dBm de la lectura del Power Meter. Esto demuestra que una perturbación de este tipo a lo largo de la trayectoria de un enlace de fibra óptica genera un problema mayúsculo en la trasmisión de información, máxime si se trata de un sistema de control vía remota.



Figura 4.12 Perturbación dentro del sistema mediante una curvatura en la Fibra Óptica

4.7.2.- GENERACIÓN DE SEÑAL QAM DE RETORNO

En la Figura 4.13 se muestra la generación de una señal de retorno tipo QAM a través de un medidor de tipo DSAM



fig 4.13 generador QAM retorno

Podemos observar que el nivel enviado al centro de control es de 37 MhZ el cual los ingenieros de la base se encargan de sincronizar y monitorear con el nuevo nodo para que sus parámetros no tengan fallas en la señal. En la figura 4.13.1 se muestra la barra en 37 dB de retorno.



Fig 4.13.1 barra de generador QAM en retorno

El nodo que se implementó requiere tener entrada de luz para la fibra óptica en forward y retorno para esto se colocan los mini coaxiales RF de receptor y bdr en el transmisor en la nueva estructura del nodo. Como se aprecia en la Figura 4.14



Fig 4.14 Instalación de las conexiones con los mini coaxiales

Se conectan los módulos de recepción de luz del transmisor y receptor los cuales tienen entradas para la fibra óptica ya que son de importancia fundamental para que funcione bien nuestro dispositivo y poder verificar que el nodo no esté alarmado y no presente perturbaciones cuando se encuentre en funcionamiento observando su nivel óptico, en la figura 4.15 observamos un transmisor y un receptor de fibra óptica.



Fig 4.15 Receptores de la señal de fibra óptica

4.8.- NIVELES DE TRANSMISIÓN ANTES Y DESPUÉS

Los niveles que teníamos antes de la instalación del nodo eran altos y no estaban en el rango establecido por la tabla [3.2] mostrando 6 db arriba lo cual afecta la calidad del Internet que llega a nuestros hogares como se muestra en la Figura 4.16 se procedió a atenuar la señal ya que tenía un atenuador 20 y se le colocó un 14 para disminuir su atenuación en 6 y quedara 37.5 B



Fig. 4.16 transmisión alta

La transmisión para el equipo activo es satisfactoria ya que se fijó en 37.5 dB arriba y 35 dB para el nivel bajo que es el nivel óptimo para transmitir los paquetes de datos a los amplificadores y que esta dentro del rango de nuestras especificaciones, y dar servicio de Internet para la red sin Los resultados de la medición se aprecian en la Figura 4.17



Fig 4.17 Transmisión correcta

4.10 RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados de transmisión de forward y retorno son satisfactorios así como las mediciones de la potencia de la señal del medidor para la fibra óptica para el buen desempeño de nuestro nodo GS7000 con lo que el ruido disminuyó considerablemente mostrando las mediciones del antes y después de la colocación de nuestro equipo.

Utilizando el programa Xcor se ve claramente el ruido que está afectando a nuestro equipo ya que muestra varios impulsos a través del tiempo este resultado se tomó antes de instalar el nuevo nodo y los usuarios reportaba el inconveniente. En la figura 4.18 se muestra la grafica de ruido presente en uno de los nodos dentro de la red.



Fig 4.18 Grafica de ruido en sistema

En la grafica 4.18 se hace un acercamiento en la zona afectada donde podemos ver los picos máximos de nuestra señal perturbada por el ruido

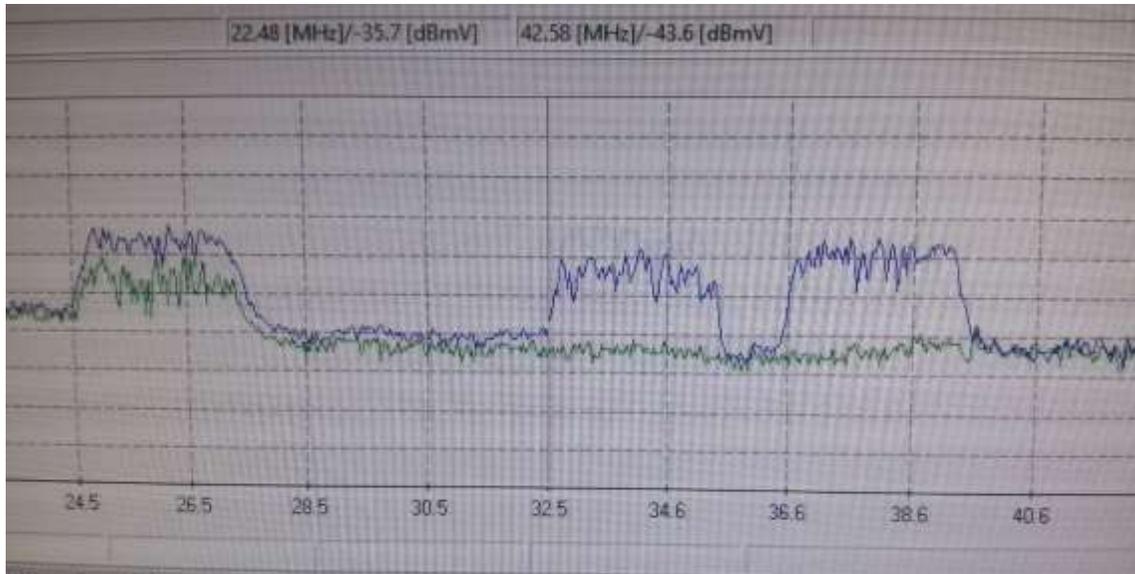


Fig. 4.18.1 Gráfica de ruido antes de las pruebas

Una vez instalado el nuevo equipo y ajustándolo a los valores correctos y confirmando que los módems se empezarán a enlazar al sistema se regresó a base para confirmar si el ruido había disminuido y efectivamente este ya no se presentó. Se concluye que el nodo anterior no se encontraba en condiciones de operación, además del Periodo de que su periodo de vida útil había concluido.

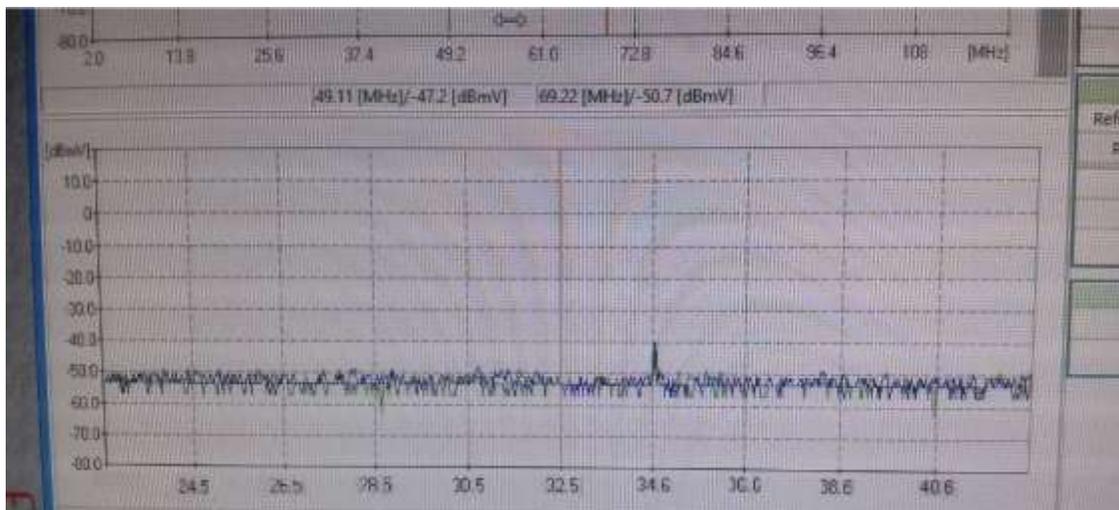


Fig. 4.19 gráfica de ruido después de las pruebas

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo de tesis para la instalación, ajuste y balanceo del nodo y eliminación del ruido y la transmisión de datos usando la fibra óptica como medio y la realización de empalmes mecánicos y por fusión se enuncian a continuación:

- Se pueden transmitir múltiples señales de manera simultánea.
- Las pérdidas de la señal original a la salida son realmente mínimas.
- El trabajo está orientado a transmitir señales de alta y baja frecuencia que son rangos de operación en Mhz
- Los procesos de fusión son utilizados de manera común para el correcto funcionamiento de un enlace de fibras ópticas, ya que presentan mayor eficacia, menores pérdidas, mayor estabilidad en el sistema y son prácticamente inmunes a campos magnéticos existentes generados por cables coaxiales alrededor de las mismas.

-
- Se tiene un aislamiento eléctrico, debido a la naturaleza de la fibra óptica de transportar la información en forma de luz.
 - La transmisión de datos vía fibra óptica es mucho más eficiente debido a las velocidades de transmisión que se manejan.

Este trabajo tiene como objetivo final proponer una mejor señal de telecomunicaciones y que al usuario como trabajador tengan un mejor beneficio ya que por parte del usuario puede usar su servicio de cable con buena calidad y sin interrupciones y por parte del trabajador que con la renovación de los equipos pueden evitar pasar a los domicilios por motivos de quejas y podrán atender hacer más eficientemente trabajos pendientes

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wikilink, *Comunicaciones en el tiempo*. Mexico : wikia, 2010.
- [2] Gallardo Oswald, *wikilink.*, 2007.
- [3] Jose Rivas, *Fundamentos electrónicos en comunicación*. Morelia: Megacable, 2010.
- [4] Abelardo Pérez Robles Guillermo, *Ruido en la red*. Morelia: Megacable, 2016.
- [5] Miguel Angel Cepeda, *curso de mantenimiento y construccion*. morelia: Megacable, 2009.
- [6] César Ochoa, *Equipos Pasivos y activos en la red*. Mexico D.F.: Megacable, 2016.
- [7] CISCO, *carrier to noise and distortion*. texas: CISCO SYSTEMS, 2001.
- [8] Avelardo Pérez, *Tendido y operacion de fibra Optica*. Guadalajara : Megacable, 2015.
- [9] Techniques IEEE Photodetectors, *Techniques, IEEE transactions of microwave theory and theoretical study of p-i-n photodetectors*. California: S.I. IEEE, 1997.
- [10] (2002, junio) wikilink.

APÉNDICES

APÉNDICE A “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL POWER METER”

| Modelo | FPM-602 | FPM-602X |
|---|-----------------------------|------------------------|
| Detector | Ge | GeX |
| Intervalo de potencia (dBm) ² | 10 a -70 | 26 a -55 |
| Rango de longitud de onda (nm) | 800 a 1650 | 800 a 1650 |
| Número de longitudes de onda calibradas (nm) | 40 | 40 |
| Incertidumbre de potencia ³ | ± 5 % ± 0,1 nW | ± 5 % ± 3 nW |
| Resolución (dB) | ± 0,01 (10 a -60) | ± 0,01 (26 a -45) |
| Anulación automática de desviaciones ⁴ | Si | Si |
| Unidades para visualización | dB, dBm, W | dB, dBm, W |
| Detección de señales | 270 Hz, 1 kHz y 2 kHz | 270 Hz, 1 kHz y 2 kHz |
| Reconocimiento automático de longitud de onda ⁵ | Si | Si |
| Periodo de calentamiento (min) ⁶ | 0 | 0 |
| Almacenamiento de datos (elementos) | más de 1000 | más de 1000 |
| Autonomía de la batería (horas) (ordinaria) | 72 | 72 |
| Garantía y recomendación de intervalo de recalibración (años) | 3 | 3 |
| VFL⁷ | | |
| Tipo de emisor | Láser | |
| Longitud de onda (nm) | 650 | |
| Potencia de salida (dBm) | 3 | |
| Especificaciones generales | | |
| Tamaño (A x A x L) | 19,0 cm x 10,0 cm x 6,2 cm | (7 1/2" x 4" x 2 1/2") |
| Peso | 0,48 kg | (1,1 lb) |
| Temperatura | | |
| operativa | -10 °C a 50 °C | (14 °F a 122 °F) |
| almacenamiento | -40 °C a 70 °C | (-40 °F a 158 °F) |
| Humedad relativa | 0 % a 95 % sin condensación | |

APÉNDICE B “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA FUSIONADORA”

FUJIKURA FSM-60S – ESPECIFICACIONES

| | |
|--|---|
| Fibras aplicables | modo singular (ITU-T G.652), modo múltiple (ITU-T G.651), DS (ITU -T G.653), NZDS (ITU-T G.655) |
| Diámetro de revestimiento | 80µm a150µm |
| Diámetro de recubrimiento | 100µm a 1,000µm |
| Longitud de fibras | de 8 a 16 mm con diámetro de recubrimiento 250µm, 16mm con diámetro de recubrimiento 900µm |
| Perdidas típicas de fusión | 0.02dB con Sm, 0.01dB con mm, 0.04dB con DS, 0.04dB con NZDS |
| Tiempo de fusión | 9 segundos para fibras singulares |
| Memoria de programas | 60 pre-definidos y 100 a definir |
| Evaluación de pérdidas de fusión | Hay (evaluación de centrado, decalaje angular, deformación de fibra). |
| Almacenamiento de resultados de fusión | Últimos 2000 resultado en la memoria interna |
| Visualización de fibras | X o Y, o los dos X y Y simultáneamente. 2 posiciones de pantalla con orientación automática de imagen |
| Aumento | 300X para vista singular X o Y, o 187 X para X y Y |
| Método de visualización | Dos cámaras con pantalla LCD a color de 4.1 pulgadas |
| Condiciones de operación | 0 a 5,000m altura sobre el mar, 0 a 95%RH y -10 a 50°C |
| Calentamiento de manguera | calentador de manguera incorporado con 30 modos de calentamiento; función de arranque automático |
| Tiempo de calentamiento de manguera | Típico 30 segundos con mangueras FP-03, 35 segundos con mangueras FP3 (40), 35-55 con mangueras micro de Fujikura |
| Mangueras de protección compatibles | 60mm, 40mm, micro |
| Batería: fusión / contracción térmica | hasta 160 ciclos con activadas funciones de modo económico |
| Fuente de alimentación | Selección automática de voltaje de 100 a 240V AC o 10 a 15V DC con ADC-11, 13.2V DC con batería BTR-08 |
| Terminales | USB 1.1 (USB-B) para comunicación con PC. mini-DIN (6-pin) para HJS-02/03 y SH-8 calentadores externos |
| Protección del viento | velocidad máxima de viento15m/s. (34 mph) |
| Dimensiones | 136W x 161D x 143H (mm) / 5.3W x 6.3D x 5.6H (pulgadas) |
| Peso | 2.3 kg (5.1 lbs) con adaptador AC ADC-11; 2.7kg (5.9 lbs) con batería BTR-08 |

APÉNDICE C “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONVERTIDOR DE MEDIOS”

| Hardware | |
|---------------------------------------|---|
| Estándares Industriales | IEEE 802.3z 1000BASE-LX/LH |
| PoE | No |
| WDM | No |
| Rendimiento | |
| Distancia Máxima de Transferencia | 15 km (9.3 mi) |
| Longitud de Onda | 1310nm |
| Modo de Operación de Fibra | Half/Full-Duplex |
| Tasa de Transferencia de Datos Máxima | 1000 Mbps (1 Gbps) |
| Tipo de Fibra | Single Mode |
| Conector(es) | |
| Conectores de la Unidad Local | 1 - RJ-45 Hembra |
| Conectores de Unidad Remota | 1 - Fiber Optic SC Duplex Hembra |
| Indicadores | |
| Indicadores LED | 1 - FX Link: On - Valid Fiber Link 1 - Power Indicator 1 - TP Link: On - Valid Ethernet Link 1 - TP RX: On - Receiving Data on the Ethernet Link |
| Requisitos de Energía | |
| Adaptador de Corriente Incluido | AC Adapter Included |
| Alimentación de Salida | 0.6A |
| Corriente de Entrada | 0.3 A |
| Polaridad Central | Positive |
| Tensión de Entrada | 110 – 240 AC |
| Tensión de Salida | 9 DC |
| Tipo de Enchufe | M |