



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**“MIGRACIÓN DE LA RED DE COBRE A FIBRA ÓPTICA PARA LA
INCLUSIÓN DE NUEVOS SERVICIOS EN LA CENTRAL DE IZAMBA
PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
CNT S.A.”**

Trabajo de graduación modalidad TEMI (Trabajo estructurado de manera independiente) presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

ESTUDIANTE: Fernando Mauricio Iza Ponce

TUTOR: Ing. Geovanni Brito

AMBATO – ECUADOR

2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, nombrado por el H. Consejo Superior de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato:

CERTIFICO:

Que el trabajo de investigación: **“MIGRACIÓN DE LA RED DE COBRE A FIBRA ÓPTICA PARA LA INCLUSIÓN DE NUEVOS SERVICIOS EN LA CENTRAL DE IZAMBA PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT S.A.”**, presentado por la Sr. Fernando Mauricio Iza Ponce, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril 2011

EL TUTOR

Ing. Geovanni Brito

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **“MIGRACIÓN DE LA RED DE COBRE A FIBRA ÓPTICA PARA LA INCLUSIÓN DE NUEVOS SERVICIOS EN LA CENTRAL DE IZAMBA PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT S.A.”**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Abril del 2011

Fernando Mauricio Iza Ponce

C.I. 180396141 - 4

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Marco Jurado e Ing. Santiago Villacís, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado: **“MIGRACIÓN DE LA RED DE COBRE A FIBRA ÓPTICA PARA LA INCLUSIÓN DE NUEVOS SERVICIOS EN LA CENTRAL DE IZAMBA PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT S.A. ”**, presentado por el señor Fernando Mauricio Iza Ponce de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Oswaldo Paredes

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Marco Jurado

DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Santiago Villacís

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios porque me dio la oportunidad de vivir y darme las fuerzas para seguirme superando en la vida, a mis padres Miguel y Carlota por todo el apoyo incondicional que recibo de ustedes, por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, a mi tutor Ing. Geovanni Brito por haberme brindado toda su apoyo y aportado con sus conocimientos y a mi hermano Paúl por estar siempre apoyándome en todo momento.

Fernando Mauricio Iza Ponce

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado esta capacidad y así haber culminado una meta de mi vida.

A mis padres por todo el esfuerzo, perseverancia y dedicación que han invertido sobre mí y a mi hermano por ser un apoyo en mi vida.

Al tutor de mi proyecto Ing. Giovanni Brito por su colaboración en el transcurso de este proceso.

Fernando Mauricio Iza Ponce

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TUTOR	II
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	III
AUTORÍA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
INTRODUCCIÓN	XV

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1	Tema de Investigación	1
1.2	Planteamiento del problema	1
1.2.1	Contextualización	1
1.2.2	Análisis crítico	2
1.2.3	Prognosis	3
1.2.4	Formulación del problema	3
1.2.4.1	Preguntas directrices	4
1.2.5	Delimitación del problema	4
1.3	Justificación	4
1.4	Objetivos	5
1.4.1	General	5
1.4.2	Específico	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes investigativos	6
2.2	Fundamentación legal	6
2.2.1	Sistemas de Telecomunicaciones	8

2.2.1.1	Elementos del Sistema de Telecomunicaciones	8
2.2.2	Telefonía	9
2.2.2.1	Planta Externa	9
2.2.2.2	Planta Interna	17
2.2.3	Fibra Óptica	19
2.2.3.1	Introducción a la Fibra Óptica	19
2.2.3.2	Concepto de Fibra Óptica	20
2.2.3.3	Funcionamiento de la Fibra Óptica	21
2.2.3.4	Reflexión, Refracción y Reflexión Total	21
2.2.3.5	Componentes de la Fibra Óptica	22
2.2.3.6	Elementos de un sistema de Fibra Óptica	22
2.2.3.7	Configuraciones de la Fibra Óptica	24
2.2.3.8	Propagación de la Fibra Óptica	26
2.2.3.9	Tipos de Fibra Óptica	28
2.2.3.10	Características de la Fibra Óptica	29
2.2.3.11	Ventajas y Desventajas de la tecnología con Fibra Óptica.	32
2.2.3.12	Características de Transmisión	34
2.2.3.13	Aplicaciones de la Fibra Óptica	36
2.2.4	Organizaciones Gubernamentales de Telecomunicaciones	37
2.2.5	Normas y leyes de las Telecomunicaciones	38
2.2.6	Servicios de Telecomunicaciones.	38
2.3	Hipótesis	39
2.4	Variables	39
2.4.1	Variable independiente	39
2.4.2	Variable dependiente	39

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1	Enfoque	40
3.2	Modalidad básica de la investigación	40
3.2.1	Investigación de campo	40
3.2.2	Investigación bibliográfica	40
3.3	Niveles de Investigación	41
3.4	Recolección de información	41
3.4.1	Plan para la recolección de la información	41

3.5	Procesamiento y análisis de la información	41
3.5.1	Procesamiento de la información	41

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis de los Resultados	42
4.1.1	Situación actual de la Planta Externa en la Central de Izamba	42
4.2	Descripción de la red	43
4.2.1	Ruta 7	43
4.2.2	Ruta 8	46
4.2.3	Ruta 9	48
4.2.4	Simbología	50

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	51
5.2	Recomendaciones	52

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1	Datos Informativos	53
6.2	Antecedentes de la Propuesta	53
6.3	Justificación	54
6.4	Objetivos	54
6.4.1	Objetivo General	54
6.4.2	Objetivos Específicos	54
6.5	Análisis de Factibilidad	55
6.6	Factibilidad Operativa	55
6.6.1	Factibilidad Técnica	55
6.7	Fundamentación	56
6.7.1	Fibra Óptica	56
6.7.2	Comunicación entre Centrales con Fibra Óptica	56
6.7.3	Parámetros característicos de la Fibra Óptica	57
6.7.4	Multiplexación por Fibra Óptica	58
6.7.5	Componentes para la emisión de Luz	59

6.7.5.1	Fuentes de Luz	59
6.7.5.2	Convertidores Luz-Corriente eléctrica	60
6.7.5.3	Amplificadores ópticos	61
6.7.5.4	Acopladores Ópticos	62
6.7.5.5	Filtros Ópticos	63
6.7.6	Pérdidas en la transmisión de datos por fibra óptica	63
6.7.7	Acceso a redes de Fibra Óptica	66
6.7.8	Ventajas de la Fibra Óptica con respecto al cobre.	68
6.7.9	Tendido de la Fibra Óptica	69
6.8	Metodología	71
6.8.1	Pasos para la migración de cobre a fibra óptica	71
6.8.2	Análisis del lugar	72
6.8.3	Diseño de los planos de la red de cobre a fibra óptica	72
6.8.4	Equipos	74
6.8.5	Costos	87
CAPITULO VII		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
CONCLUSIONES		90
RECOMENDACIONES		91
BIBLIOGRAFÍA		92
LIBROS.-		92
INTERNET.-		92
ANEXOS		94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Ubicación de los distritos y sus capacidades ruta 7	44
Tabla 4.2 Regletas de los distritos ruta 7	44
Tabla 4.3 Número de pares en los distritos ruta 7	45
Tabla 4.4 Ubicación de los distritos y sus capacidades ruta 8	46
Tabla 4.5 Regletas de los distritos ruta 8	47
Tabla 4.6 Número de pares en los distritos ruta 8	47
Tabla 4.7 Ubicación de los distritos y sus capacidades ruta 9	48
Tabla 4.8 Regletas de los distritos ruta 9	49
Tabla 4.9 Número de pares en los distritos ruta 9	49
Tabla 4.10 Simbología usada para la red	50
Tabla 6.1 Órdenes de la Fibra Óptica	56
Tabla 6.2 Parámetros de la Fibra Óptica	57
Tabla 6.3 Características de la Fibra Óptica G652	85
Tabla 6.4 Costos de la Fibra Óptica	87
Tabla 6.5 Costos de los Equipos	88
Tabla 6.6 Valor total de los Materiales	88
Tabla 6.7 Valor del proyecto incluido el Estudio de Ingeniería	88
Tabla 6.8 Costo Total del Proyecto	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Sistema de Telecomunicaciones	8
Figura 2.2 Ejemplo de Red Primaria	10
Figura 2.3 Ejemplo de red Secundaria	11
Figura 2.4 Ejemplo de red de Dispersión	13
Figura 2.5 Galería de cables	14
Figura 2.6 Desplazamiento de la luz en la Fibra Óptica	20
Figura 2.7 Partes de la Fibra Óptica	22
Figura 2.8 Elementos de un sistema de Fibra Óptica	23
Figura 2.9 Configuraciones de la Fibra Óptica	24
Figura 2.10 Modos de propagación de la Fibra Óptica	27
Figura 2.11 Cable de fibra Expuesta al agua	30
Figura 2.12 Cable de fibra expuesta al fuego	30
Figura 2.13 Composición interna del cable fibra óptica	31
Figura 6.1 Pérdida por distorsión en la Fibra Óptica	64
Figura 6.2 Pulso viajando por una Fibra Óptica con dispersión cromática	65
Figura 6.3 Red FTTH	66
Figura 6.4 Red FTTC	67
Figura 6.5 Red FTTB	67
Figura 6.6 Red FTTN	68
Figura 6.7 Fibra Óptica canalizada	71
Figura 6.8 UA5000	74
Figura 6.9 Refugio para UA5000	74
Figura 6.10 Tarjeta de control	77
Figura 6.11 Optix ASN 1500	78
Figura 6.12 ACU M500D	79
Figura 6.13 Ventilador HABD	80
Figura 6.14 Ventilador HABF	80
Figura 6.15 PDU	81
Figura 6.16 Baterías	82
Figura 6.17 Rectificador	82
Figura 6.18 Marco digital de distribución	83

Figura 6.19 Distribuidor Óptica de Fibra	84
Figura 6.20 Fibra Óptica G652	84
Figura 6.21 Distribuidor Principal	86

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad la evolución de la tecnología en el área de las comunicaciones está muy avanzada globalmente y cada día que pasa siguen mejorando las aplicaciones y prestando nuevas ventajas como son: mayor velocidad en las transmisiones de datos, comunicación a grandes distancias, mayor inmunidad al ruido, crecimiento constante en este campo, etc. dando lugar a las diversas exigencias que requiere el consumidor final o cliente. Lo que obliga a que las empresas estén a la vanguardia en cuanto a tecnología y técnica.

Las redes actuales están especializadas de acuerdo al servicio que brindan, de esta forma existen redes de voz (servicio telefónico), redes de datos, redes de TV por cable (CATV), etc.

Cada una de estas redes tiene su propio cableado dentro del centro urbano y este cableado está adaptado a las necesidades del servicio que se ofrece, además cada red tiene sus propios nodos de conmutación (centrales telefónicas, nodos de conmutación de paquetes para las redes de datos, etc.).

En el Ecuador La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A. es una entidad estatal de telecomunicaciones que brinda servicios de telefonía e internet, ya que es una de las principales empresas proveedoras del servicio a nivel del territorio nacional.

Por tales razones se ve comprometido a actualizarse constantemente, lo que da como resultado grandes inversiones, tanto en su infraestructura física como en sus instalaciones de red telefónica a nivel nacional.

El estudio de la migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A.

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación tiene como tema: **“MIGRACIÓN DE LA RED DE COBRE A FIBRA ÓPTICA PARA LA INCLUSIÓN DE NUEVOS SERVICIOS EN LA CENTRAL DE IZAMBA PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT S.A.”.**

Las telecomunicaciones en los últimos años han tenido un gran impacto en las sociedades ya que han mejorado y facilitado la superación de muchas fronteras en todos los órdenes de vida, permitiendo el nacimiento de nuevos intereses mutuos entre individuos y entre sociedades, debido al gran desarrollo en este campo la sociedad se ve obligada a seguir mejorando y es por eso que hoy en día se dispone con tecnologías que hacen que las comunicaciones sean casi instantáneas.

El Capitulo I está estructurado por el problema que se va a investigar, es decir se analiza las causas y motivos que están presentes en el sector y que afecta directamente a la empresa y a los usuarios.

El Capitulo II contiene el Marco Teórico, aquí se tiene un criterio más amplio sobre el funcionamiento del sistema de telecomunicaciones, el mismo que se halla subdividido en categorías específicas, se describe la serie de pasos que se encuentran presente dentro de un sistema de telefonía.

Capítulo III es un referente hacia la metodología que se utiliza en la presente investigación. También se encuentra enfocado a solucionar los problemas actuales que presentan las telecomunicaciones en la central de Izamba.

Capítulo IV hace referencia sobre el análisis y la interpretación de los resultados. Exposición de los resultados de la investigación identificando los problemas que permite plantear la propuesta.

Las conclusiones y recomendaciones están presentes en el capítulo quinto, en dicho capítulo se detalla las principales conclusiones que se ha obtenido del proyecto de investigación, dando también cortas recomendaciones que ayudarán al desarrollo de investigaciones futuras.

Finalmente en el sexto capítulo se plantea la propuesta junto a los datos informativos, la factibilidad y la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación referente a los sistemas de telecomunicaciones utilizando nuevas tecnologías como la fibra óptica.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de Investigación

Migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

En el mundo actual la infraestructura de telecomunicaciones es muy importante ya que ha permitido al hombre desarrollarse y desempeñarse de una manera más eficiente en el medio social, además de permitir el desarrollo económico (Negocios) entre ciudades de diferentes continentes.

De esta forma, se ha llegado a varias alternativas de gran impacto a través del tiempo como son: Internet (correo electrónico), cables de comunicación (fibra óptica), telefonía celular, televisión por cable, etc.

En el Ecuador existen varios agentes de índole social, económico, tecnológico, etc. Los mismos que influyen de forma directa en la empresa para que siga mejorando la calidad de sus servicios y continúe extendiéndose a lo largo del país.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A. es una de varias empresas que se hallan en el país, brindando servicios de telefonía fija, internet y datos a través de una red de cobre, abarcando gran parte del territorio ecuatoriano.

La provincia de Tungurahua se encuentra ubicada en la zona centro del país, por lo que tiene la necesidad de estar en permanente desarrollo competitivo con los demás sectores del territorio, motivo por el cual la CNT S.A. ha implementado varias centrales telefónicas las mismas que se encargan del intercambio de comunicación ya sea dentro y fuera de la provincia.

La Central Ambato Sur, se halla localizada en Ambato y es una de las centrales más importantes del centro de país ya que se la usa como una central de tránsito, esta central permite la comunicación de toda la zona centro del país abarcando las provincias Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Pastaza.

El sector de Izamba, perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, ha tenido un gran crecimiento de abonados en los últimos años, debido al incremento poblacional en el sector ya que es uno de los lugares estratégicos de comercio, por lo que las redes telefónicas existentes en el sector no cumplen con las necesidades actuales.

1.2.2 Análisis crítico

No existe una debida planificación a futuro, adecuadas para el desarrollo de la red telefónica, ya que se amplia de acuerdo a las necesidades de la comunidad. Esto acarrea un desarrollo deficiente y atraso en las comunicaciones del sector.

El crecimiento poblacional y comercial ha superado a lo estimado en el sector, por lo cual las necesidades de comunicación también se incrementan considerablemente provocando una saturación de la red que trae como

consecuencia una insuficiencia de líneas telefónicas disponibles para satisfacer la demanda telefónica del sector.

La empresa no cuenta con los recursos económicos necesarios para el cambio de red de cobre a fibra óptica, debido a las grandes distancias que tiene que recorrer hasta llegar a los distritos por lo que genera malestar en los usuarios, lo que hace que la red de cobre no brinde una buena calidad de servicio.

1.2.3 Prognosis

Al no realizar un estudio de actualización de planta externa la empresa no sabría con exactitud cuáles son los sectores más afectados, ni cual podría ser la inversión necesaria para poder brindar nuevos servicios y seguir ampliando sus redes para así poder llegar a más sectores que se hallen alejados, acarreando así el desprestigio de la entidad y la disconformidad de todos usuarios por la distribución inequitativa de los recursos.

Esto afectaría en forma directa al desarrollo y la competitividad de la empresa frente al resto de entidades que brindan el mismo servicio, dejando de ser una de las empresas más importantes del país, por lo que es indispensable realizar un estudio para la migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo influye la migración de la red de cobre a fibra óptica en la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba, para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A. para el mejoramiento del servicio de telefonía a los usuarios?

1.2.4.1 Preguntas directrices

1. ¿Cuáles son las condiciones actuales en las que se encuentra la red de cobre en la central Izamba?
2. ¿Cuáles son los servicios que se pueden implementar con la red de fibra óptica por parte de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en la central Izamba?
3. ¿Cuál es el proceso para la migración de la red de cobre a fibra óptica?

1.2.5 Delimitación del problema

El estudio de factibilidad de la migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A. ubicada en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, se realizó en el sector de Izamba.

1.3 Justificación

El presente trabajo permite conocer los aspectos técnicos de la infraestructura de las redes telefónicas en lo que concierne a planta externa, mediante el uso de nuevas tecnologías como la fibra óptica y los beneficios que se obtienen.

Al realizar esta investigación me permitió obtener experiencia laboral, aplicando los conocimientos adquiridos y de esta manera poder tener un mayor valor profesional.

La investigación es factible de realizar debido a que se dispone de los recursos necesarios, los mismos que se originan tanto en la empresa como en la Universidad. Estos recursos son de planimetría existente en la empresa y bibliográficos de la universidad.

Los beneficiarios del proyecto investigativo son; la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A., los usuarios porque tendrán nuevos servicios y

por último la Universidad ya que dispone de un proyecto muy útil para sus estudiantes.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- ✓ Determinar la influencia de la migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A.

1.4.2 Específico

- ✓ Determinar las condiciones actuales en las que se encuentra la red de cobre.
- ✓ Describir los servicios que se pueden implementar con la red de fibra óptica
- ✓ Establecer el proceso para la migración de la red de cobre a fibra óptica.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

En la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial (F.I.S.E.I) de la Universidad Técnica de Ambato, no existen trabajos similares al presente proyecto investigativo a realizarse.

2.2 Fundamentación legal

El presente trabajo toma como base el ARTÍCULO 1 de las políticas de telecomunicaciones. Ya que garantiza el derecho para que las personas accedan a los servicios que ofrecen las comunicaciones y a la realización de las actividades económicas de telecomunicaciones necesarias para lograrlo, sin más limitaciones que las derivadas de la Constitución y las leyes.

Anteriormente las empresas ENTEL, ETQ, ETG, Cables y Radio del Estado se unificaron para crear dos empresas que tomaron el nombre de: Ministerios de Obras Públicas y Comunicaciones: la Empresa de Telecomunicaciones Norte y la Empresa de Telecomunicaciones Sur; adicionalmente, Ecuador es aceptado como miembro de INTELSAT. En 1972 se instala la Estación Terrena y se crea el Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones – IETEL a partir de la fusión de las empresas de Telecomunicaciones Norte y Sur; dentro del IETEL se incorpora la Dirección Nacional de Frecuencias para el control del espectro radioeléctrico.

En Agosto de 1992 se promulga la Ley Especial de Telecomunicaciones, que fundamentalmente separa las funciones de administración, regulación y control de

las operaciones de los diferentes servicios, creándose la Superintendencia de Telecomunicaciones con la finalidad de regular y controlar el espectro radioeléctrico y los servicios de telecomunicaciones; también se crea EMETEL como sucesor del IETEL que asume la operación y administración del sector.

La Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones, Ley 94, publicada en el Registro Oficial No.700 de 30 de agosto de 1995, concedió en régimen de exclusividad regulada la prestación de los servicios finales y portadores de telecomunicaciones incluido el alquiler de circuitos, a la empresa EMETEL S.A., originada en la transformación de la Empresa Estatal de Telecomunicaciones en sociedad anónima, que tuvo como accionista únicamente al Estado ecuatoriano, representado por el Fondo de Solidaridad; y, posteriormente, a las compañías anónimas ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A., que resultaron de su separación.

Por otra parte, se creó el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), como ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país; a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) y redefinió las funciones de la Superintendencia de Telecomunicaciones, como ente de control de los operadores que explotan servicios de telecomunicaciones, y para el control y monitoreo del espectro radioeléctrico. En septiembre del 2008 las compañías anónimas ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A., se fusionaron creando la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT).

La Ley para la Transformación Económica del Ecuador, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 34 de 13 de marzo del 2000, reformó la Ley Especial de Telecomunicaciones, introduciendo un capítulo relacionado con el régimen de libre competencia, en consecuencia el 4 de septiembre del 2001, en el Registro Oficial 404, se promulgó el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

2.2.1 Sistemas de Telecomunicaciones

Un sistema de telecomunicaciones es el conjunto de elementos que hacen posible la transmisión de información desde un punto a otro, separados geográficamente.

En la siguiente figura 2.1 se indica un esquema general del sistema de telecomunicaciones.

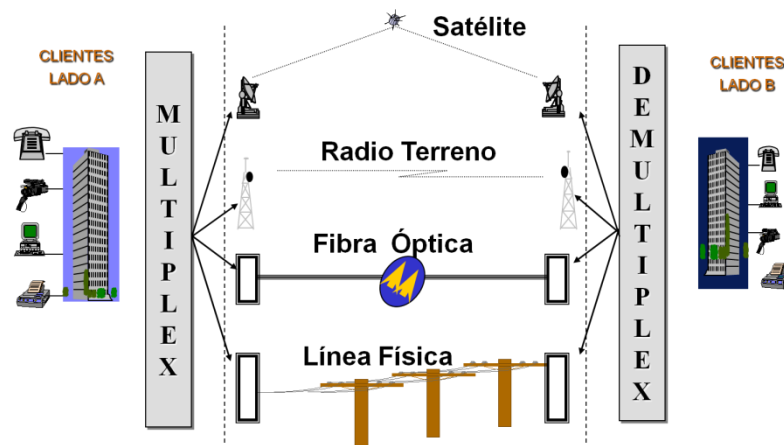


Figura 2.1 Sistema de Telecomunicaciones [1]

2.2.1.1 Elementos del Sistema de Telecomunicaciones

Los elementos que forman parte de un sistema de telecomunicaciones se describen a continuación:

- **Transmisor:** un transmisor toma la información, y la convierte en una señal para ser transmitida.
- **Canal de Transmisión:** es el medio entre el transmisor y el receptor, siendo el puente de unión entre la fuente y el destino. Este medio puede ser un par de alambres, un cable coaxial, el aire, etc.
- **Receptor:** un receptor recibe y convierte la señal en la información que se transmitió inicialmente.

Las telecomunicaciones pueden ser punto a punto, punto a multipunto o teledifusión, que es una forma particular de punto a multipunto que funciona solamente desde el transmisor a los receptores, siendo su versión más popular la radiodifusión.

2.2.2 Telefonía

Una red de telefónica es el conjunto de cables multipares y equipos de conexión que son instalados para facilitar el enlace entre terminales de abonado y los equipos en la Central Telefónica.

La Central Telefónica es el lugar donde se encuentran todos los equipos de comunicación, los mismos que son capaces de gestionar, registrar y contabilizar las llamadas correspondientes de cada línea telefónica.

Una red telefónica está compuesta de:

- Planta Externa
- Planta Interna

2.2.2.1 Planta Externa

Se conoce como planta externa todos aquellos elementos que nos sirven para establecer contacto físico entre el distribuidor principal en una central telefónica y el equipo del abonado. La planta externa incluye facilidades telefónicas para cada usuario ya sea para negocios u oficinas.

La planta externa se divide en:

- Red Primaria
- Red Secundaria
- Red de Abonados o Red de Dispersión
- Infraestructura Civil

2.2.2.1.1 Red Primaria

La red primaria es el segmento de la red (cables multipar) que va desde la central telefónica (distribuidor principal) hasta los armarios o puntos de distribución. En general puede decirse que la red primaria es canalizada.

Del distribuidor principal salen cables de alta capacidad (100 a 2400 pares) que van hacia los armarios de distribución.

A continuación la figura 2.2 muestra un ejemplo de la estructura de red primaria:

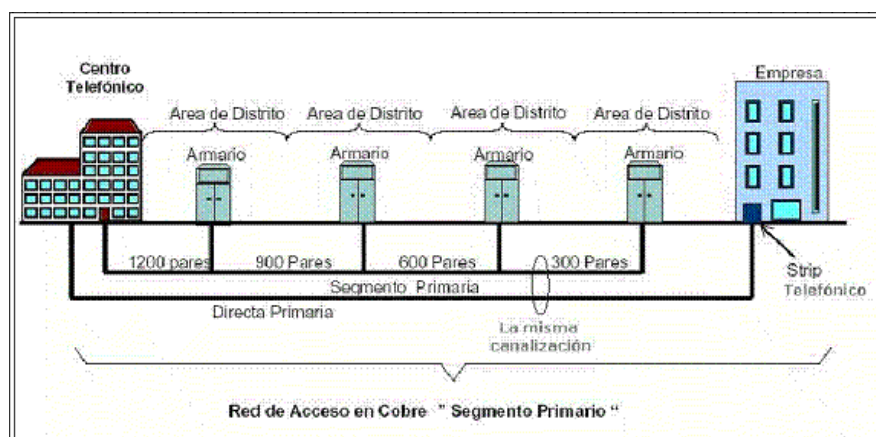


Figura 2.2 Ejemplo de Red Primaria [2]

2.2.2.1.2 Identificación de la Red Primaria

La identificación de las rutas de cable primario debe seguir un orden secuencial, por tanto se deberá verificar el número de la última ruta en el sótano de cables para hacer constar en el proyecto.

La numeración de las regletas correspondiente al cable proyectado será ascendente, partiendo de los extremos hacia la central, por lo que, las primeras regletas se habilitarán en los armarios más alejados de la central y son las que se encuentran en el centro de la conformación del cable, acercándonos así hacia la central con las regletas que se encuentran en el borde del cable.

Se debe mantener una numeración consecutiva de las regletas en el armario, y en la medida de lo posible deberá ser alimentado por un mismo cable. La codificación para la numeración de armarios será en base a cinco dígitos, los dos primeros corresponderán al central, concentrador o nodo al cual pertenecen y los tres restantes corresponderán al número mismo del armario, tratando de conservar siempre un orden ascendente.

2.2.2.1.3 Red Secundaria

La red secundaria es aquella que se encarga de enlazar los armarios de distribución y las cajas de dispersión instaladas en los postes.

La red secundaria siempre es de mayor capacidad que la red primaria por motivos de flexibilidad y mantenimiento, cuando se tiene una red secundaria que sirve a un sector de la ciudad, no es posible determinar anticipadamente cual de los futuros abonados van a solicitar el servicio, por esta razón es preferible construir una red secundaria de mayor capacidad que la red primaria.

En la figura 2.3 se puede observar un ejemplo de red secundaria:

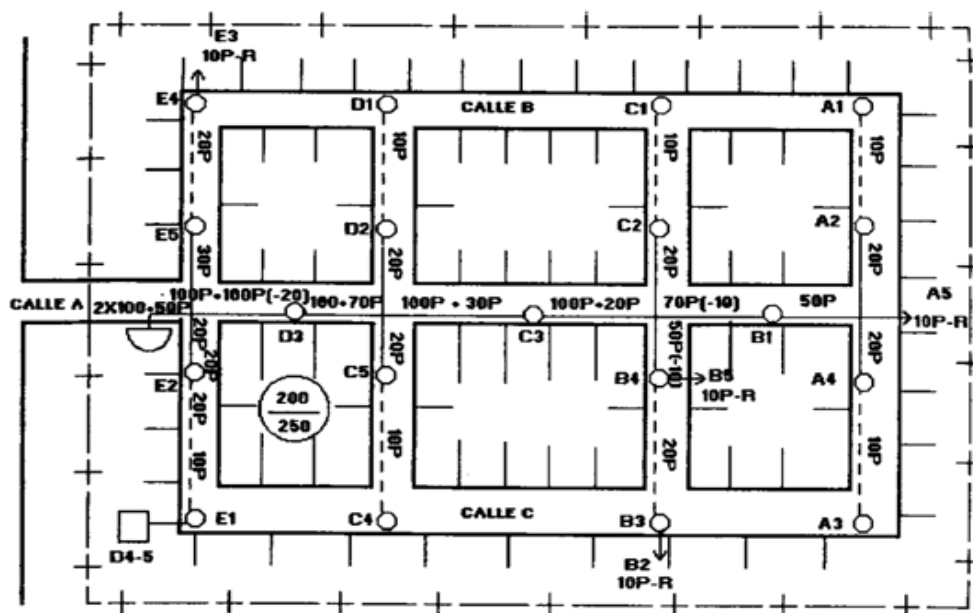


Figura 2.3 Ejemplo Red Secundaria [3]

Por otro lado, la red secundaria está construido con cables de menor capacidad que la red primaria, es por eso que para efectos de mantenimiento, es preferible si un par secundario está dañado, cambiarlo por otro que este libre y de esa manera solucionar el problema.

La relación entre la red primaria y la red secundaria es del orden del 70 %, es decir que de cien pares secundarios, únicamente setenta tendrán conexión con la red primaria.

Para red secundaria se debe considerar el sistema de empalmes:

1. Empalme directo (una entrada y una salida)
2. Empalme derivado (una entrada y varias salidas)
 - a) Empalmes mecánicos de 150 y 200 pares, hasta 2 entradas x 3 salidas.
 - b) Empalmes mecánicos hasta 100 pares, 1 entrada 3 salidas
3. Empalme Ventana (derivación o “sangrado” desde un punto del cable que pasa directamente sin cambio de capacidad).

Las capacidades de los cables para la red secundaria serán:

1. Para cables canalizados no podrá exceder de 200 pares.
2. Para cables aéreos no podrá exceder de 150 pares en 0.4 mm y 100 pares en 0.5 ó 0.6 mm.

Para cables adosados no podrá exceder de 100 pares en 0.4 mm.

2.2.2.1.4 Identificación de la Red Secundaria

Para la identificación de la Red Secundaria, se realizarán grupos de 50 pares asignados con una letra del alfabeto, este grupo a su vez se subdivide en 5 grupos de 10 pares. Cada grupo de 10 pares adopta un código alfanumérico, en el cual la letra dependerá del grupo principal de 50 pares, así; A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2 etc.

La identificación de las cajas será desde el exterior del distrito hacia el armario en forma ascendente, o sea, la primera caja de 10 pares del grupo será la más lejana del armario y corresponderá a la número 1.

2.2.2.1.5 Red de Dispersión o Red de Abonados

La red de dispersión son los cables telefónicos que salen en forma radial desde la caja de dispersión hacia los abonados.

Caja de dispersión: Es la interfaz entre la red de dispersión y la red secundaria.

Las cajas de dispersión pueden ser de dos tipos:

- Caja de Dispersión Mural cuando están ubicados en las paredes de las casas o edificios.
- Caja de Dispersión Postes cuando se ubican en los postes, que no tengan transformador.

En la figura 2.4 se indica una red de dispersión:



Figura 2.4 Red de Dispersión [4]

La utilización de la caja es del 70%, es decir, 7 pares por caja de 10 pares, para proveer el servicio de redes telefónicas proyectadas en 10 años

2.2.2.1.6 Infraestructura Civil

La infraestructura civil son las obras necesarias para el tendido de planta externa dependen de las características, ubicación y tamaño del mismo.

En la infraestructura civil tenemos:

2.2.2.1.7 Tendido Subterráneo

El tendido subterráneo son la clase de cable que va en forma subterránea comprende; enlaces troncales, matrices y en menor medida distribución.

a) Galería de cables

La galería de cables es el acceso subterráneo previsto para el ingreso de los cables desde la canalización hacia el Repartidor Principal de la central, donde acaban dichos cables y por medio de puentes se unen a los servicios contratados por el cliente. En la figura 2.5 se observa la galería de cables.



Figura 2.5 Galería de Cables [5]

b) Canalización telefónica.

La canalización telefónica es construida con ductos de hormigón de un metro de longitud, en su interior tienen 2 o 4 alvéolos por donde se pasarán los cables, estos

ductos son enterrados a una profundidad aproximada de 80 cm. en la aceras y de 120 cm. en las calzadas.

También se construye con tuberías PVC, rígida, resistente a los golpes y a la presión, con esto se consigue disminuir la fricción al pasar los cables y lógicamente se puede construir tramos más largos. La canalización es edificada en diferentes dimensiones y capacidades dependiendo del número de cables que van a pasar por cada una de ellas, así se tiene canalización de dos, cuatro, ocho, dieciséis y hasta veinticuatro vías o alvéolos.

c) Cámaras o pozos de revisión

Los pozos se utilizan para ejecutar las operaciones de instalación y empalme, a la vez para los cambios de dirección en sistema de ductos telefónicos. Los pozos normalmente son rectangulares

Los pozos de revisión se clasifican de dos maneras, la primera por el número de convergencias o canalizaciones que llegan a ese pozo, se tiene pozos de una, dos, tres y cuatro convergencias y por otra parte por el número de bloques que se utiliza para la construcción del pozo, existen pozos de 24, 32, 48, 80, 100 y 120 bloques.

Los pozos son construidos con una losa en el piso de 10 cm. de ancho, en su parte central existe un sumidero por donde se escurrirá el agua en caso de ingresar. Las paredes del pozo son construidas con los bloques curvos y con hierros colocados verticalmente en las uniones de los bloques y por último tiene una losa superior construida con hormigón armado, con varillas, lo suficientemente fuertes para soportar el peso de los vehículos, en su parte central tiene una tapa de hierro redonda por donde se ingresa al mismo.

2.2.2.1.8 Tendido aéreo

El tendido aéreo de planta externa son todos los materiales y equipos que se encuentran después de los armarios de distribución, hasta llegar a los abonados.

El tendido aéreo se utiliza en:

- Enlaces metropolitanos en aéreas rurales y también urbanas.
- Rutas rurales en las cuales se dispongan de portería existente.

Para el tendido aéreo se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- **Vano:** Es la distancia horizontal medida entre dos postes consecutivos. (50 mts).
- **Flecha:** Es la distancia vertical medida entre el punto más bajo de la curva que describe el alambre o cable y la recta imaginaria que une los apoyos del mismo.
- **Altura de línea o cable de telecomunicaciones:** es la distancia vertical medida entre el punto más bajo de la curva que describe el alambre o cable y la superficie del terreno.
- **Tiro:** Se define como tiro a la distancia desde el poste de ángulo en cuestión al punto medio de la recta que se obtiene de unir dos puntos ubicados sobre ambas direcciones de la ruta aérea y a 30 mts. desde dicho poste.
- **Postes:** los postes son estructuras de hormigón que son usados para soportar los tendidos de cables eléctricos y cable multipar de telefonía; sin embargo, es el elemento más crítico por ser el soporte de la red de cables, líneas y equipos de telecomunicaciones.
- **Alambre de bajada (alambre de acometida):** es la línea de abonado comprendida entre el terminal de distribución y el domicilio del usuario.
- **Cable Multipar:** El cable multipar es aquel que está formado por un elevado número de pares de cobre. Los cables tienen capacidades tales como: 300, 600, 1200, 2400 etc. pares metálicos. Los cables de pares son

usados para la conexión física de equipos de telefonía, en redes de datos etc.

- **Cable coaxial:** El cable coaxial es un elemento utilizado como vinculo de enlaces de alto tráfico entre centros interurbanos o internacionales.
- **Tornapunta (pie de amigo):** Todo aquel que sirve para afirmar, fortalecer y contrarresta así la flexión en los postes de ramales aéreos.
- **Cable de suspensión (mensajero):** Cable de acero que soporta a los cables multipar, alambres de bajada, coaxiales o fibras ópticas en rutas aéreas.
- **Armario:** el armario es una caja metálica, de concreto o de fibra de vidrio, la cual contiene en su interior un armazón destinado a alojar los terminales para los abonados, bases aisladas que hacen accesibles los pares de los cables que vienen de la central.

2.2.2.2 Planta Interna

Planta interna es el conjunto de equipos e instalaciones que se ubican dentro de la edificación que acoge la central, cabecera o nodo del servicio de telecomunicaciones.

La planta interna consta de:

- Sala de conmutación
- Sala de transmisiones
- Sala de energía o cuadro de fuerza
- Sala de MDF o Distribuidor Principal
- Centro de Prueba
- Sala de Telmet

2.2.2.2.1 Sala de Conmutación

La sala de conmutación contiene los equipos que permiten establecer los caminos de conversación entre abonados.

2.2.2.2.2 Sala de Transmisión

La sala de transmisión contienen los equipos que generan las señales y que permiten el intercambio de información necesaria.

2.2.2.2.3 Sala de Energía o cuadro de fuerza

La sala de energía contienen los equipos que proveen de la energía eléctrica suficiente para el funcionamiento de los equipos de conmutación, de transmisiones y alimentan toda la planta telefónica. La carga se efectúa con corriente de 220 voltios y alimentan la planta con 48 voltios de C.C.

2.2.2.2.4 Sala de MDF o Distribuidor Principal

El MDF es un punto final dentro de la central telefónica donde el equipo y las terminaciones de cable de cobre son conectados por un jumper. Son todos los pares de cable de cobre que proveen de servicios a través de líneas telefónicas que llegan al MDF y son distribuidos hacia los equipos dentro de la central, tales como repetidores y DSLAM. DSLAM es un multiplexor que separa voz y datos de las líneas del abonado.

2.2.2.2.5 Centro de Prueba

El centro de prueba es el lugar donde se ubican los equipos que sirven para comprobar todos los circuitos telefónicos, y determinar la naturaleza y la ubicación de la avería de la línea telefónica cuando ella se presente.

2.2.2.2.6 Sala de Telmet

Esta sala es el lugar donde se ubican los equipos de tarifación de llamadas, así como equipos complementarios para el control en caso de reclamo de abonado.

En el caso de centrales de tecnología digital, la tarifación se hace en el mismo equipo.

2.2.3 Fibra Óptica

2.2.3.1 Introducción a la Fibra Óptica

La luz en el vacío se propaga a una gran velocidad, sin embargo, cuando se propaga por cualquier otro medio, la velocidad es menor. Y sufre efectos de reflexión (la luz rebota en el cambio de medio, como la luz reflejada en los cristales) y de refracción (la luz, además de cambiar el módulo de su velocidad, cambia de dirección de propagación, por eso vemos una cuchara como doblada cuando está en un vaso de agua, la dirección de donde nos viene la luz en la parte que está al aire no es la misma que la que está metida en el agua).

Dependiendo de la velocidad con que se propague la luz en un medio o material, se asigna un índice de Refracción “n”, un número deducido de dividir la velocidad de la luz en el vacío entre la velocidad de la luz en dicho medio

La ley de Snell se usa para la refracción y se indica a continuación:

$$n \cdot \text{sen}(\alpha) = n' \cdot \text{sen}(\alpha') \quad [6]$$

Esta fórmula indica que el índice de refracción del primer medio, por el seno del ángulo con el que incide la luz en el segundo medio, es igual al índice del segundo medio por el seno del ángulo con el que sale propagada la luz en el segundo medio, lo único que interesa aquí es que los dos medios con índices n y n', si el haz de luz incide con un ángulo mayor que un cierto ángulo límite (que se

determina con la anterior ecuación), el haz siempre se refleja en la superficie de separación entre ambos medios.

De esta forma se guía la luz en forma controlada tal como se indica en la figura 2.6.

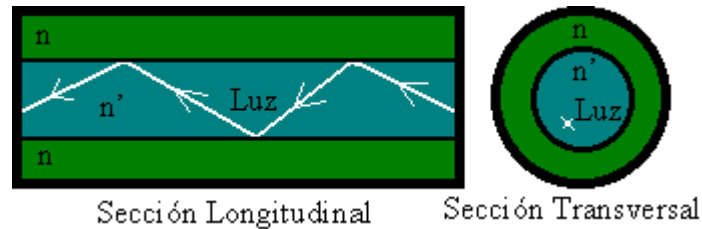


Figura 2.6 Desplazamiento de la luz en la Fibra Óptica [7]

Como se ve en la figura, hay un material envolvente con índice n y un material interior con índice n' . De forma se consigue guiar la luz por el hilo de fibra. La Fibra Óptica es un material óptico mucho más ligeros y muy fino, de modo que pueden ir muchos más cables de fibra en el espacio donde va un cable de cobre.

2.2.3.2 Concepto de Fibra Óptica

La fibra óptica son filamentos de vidrio o plástico, del espesor de un pelo (entre 10 y 300 micrones). Llevan mensajes en forma de haces de luz que pasan a través de los filamentos, de un extremo a otro sin interrupción.

La luz viaja por el centro o núcleo de la fibra e incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra. De este modo, la luz se transmite a larga distancia reflejándose miles de veces.

La Fibra Óptica es una guía de luz con materiales mejorados, para que la señal no se atenúe como en el cobre, para lograr buenos rendimientos en el sistema de comunicaciones, además se puede enviar a la vez varios pulsos de luz pero con

distintas frecuencias para distinguirlas, lo que se llama multiplexar diferentes señales.

2.2.3.3 Funcionamiento de la Fibra Óptica

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las señales eléctricas en haces de luz, por ello se le considera el componente activo de este proceso.

Una vez que los haces de luz son transmitidos, llegan a un dispositivo llamado detector óptico, el mismo que transforma la señal luminosa en una señal eléctrica.

Los diodos emisores de luz y los diodos láser son fuentes adecuadas para la transmisión mediante fibra óptica, debido a que su salida se puede controlar rápidamente por medio de una corriente de polarización. Además su pequeño tamaño, su luminosidad, longitud de onda y el bajo voltaje necesario para manejarlos son características muy necesarias para un sistema de fibra óptica.

2.2.3.4 Reflexión, Refracción y Reflexión Total

Reflexión: Cuando una onda incide sobre la superficie de separación entre dos sustancias, una fracción de la misma se refleja.

Refracción: Cuando el rayo luminoso incide con un ángulo a de modo oblicuo desde una sustancia ópticamente menos densa y su trayectoria continua en la segunda sustancia con un ángulo de refracción

Reflexión Total: Cuando el rayo luminoso incide con ángulo a , cada vez mayor desde una sustancia ópticamente más densa sobre una sustancia ópticamente menos densa con un ángulo de refracción. A determinado ángulo a de incidencia el ángulo de refracción b puede llegar a ser igual a 90°

2.2.3.5 Componentes de la Fibra Óptica

La fibra óptica está compuesta de;

Núcleo: el núcleo esta hecho de silicio, cuarzo fundido o plástico medio por donde se propaga la luz. El diámetro del núcleo esta en el rango de: 50 o 62,5 μm . para la fibra multimodo y 9 μm , para la fibra monomodo.

Funda Óptica: es una envoltura recubierta con aditivos que confinan las ondas ópticas en el núcleo. El revestimiento de protección por lo general está fabricado en plástico y asegura la protección mecánica de la fibra.

La figura 2.7 indica las partes de la Fibra Óptica:

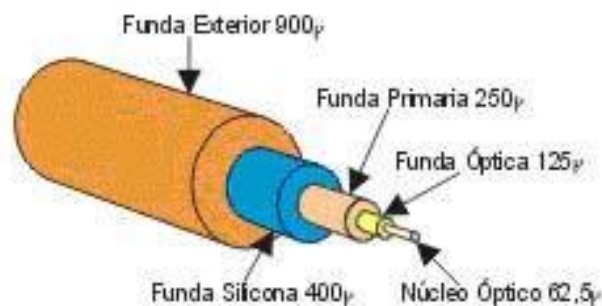


Figura 2.7 Partes de la Fibra Óptica [8]

2.2.3.6 Elementos de un sistema de Fibra Óptica

Los sistemas de fibra óptica están diseñados con fibras separadas para la transmisión (TX) y la recepción (RX), cuyos extremos se encuentran terminados en un transmisor y un receptor de luz.

El transmisor puede emplear o un diodo emisor de luz (LED=Ligth Emisor Diode) o un láser como elemento de salida. A estos elementos se les denomina convertidores electro-ópticos (E/O), encargados de convertir la señal eléctrica en óptica.

Los laser presentan una mayor ganancia del sistema que los diodos LED debido a su mayor potencia de salida y a su mejor acoplamiento de la señal luminosa dentro de la fibra. La principal ventaja del diodo LED es su bajo costo.

El cable de fibra óptica se acopla al transmisor a través de un conector. La mayor parte de los sistemas por fibra óptica utilizan modulación digital para asegurar la información. La modulación analógica se logra variando la intensidad de la señal luminosa, o modulando el ancho del impulso.

Los receptores ópticos son: PIN o un APD, que se acopla a la fibra óptica. Estos se encargan de convertir los pulsos de luz en pulsos eléctricos, o también llamados opto-eléctrico. A la señal transmitida también se la regenera debido a la atenuación que existe en cable de fibra.

Los sistemas por fibra óptica aceptan a su entrada señales digitales, pero cada fabricante desarrolla su propia velocidad de la señal de salida. Los bits de protección contra errores y de los códigos de línea se insertan para mantener la sincronización y supervisar la probabilidad de errores VER (Bit Error Rate).

La figura 2.8 muestra un sistema de Fibra Óptica

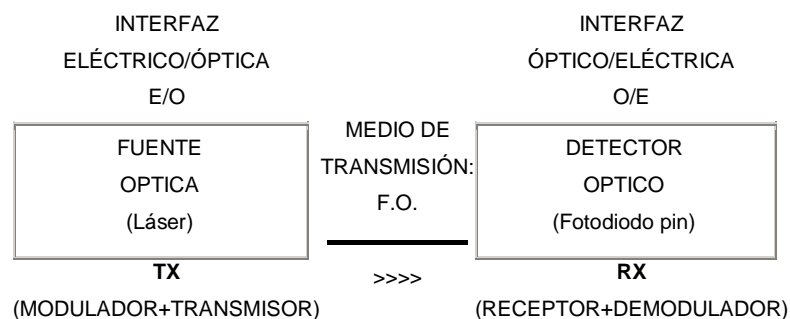


Figura 2.8 Elementos de un sistema de Fibra Óptica [9]

2.2.3.7 Configuraciones de la Fibra Óptica

La fibra óptica se configura según su perfil de índice de refracción y por sus modos de propagación.

- Fibra Óptica de índice de Escalón (Tipo Multimodo)
- Fibra Óptica de índice Gradual (Tipo Multimodo)
- Fibra Óptica de índice de Escalón (Tipo Monomodo)

Como se puede observar en la figura 2.9 están las configuraciones de la Fibra Óptica.

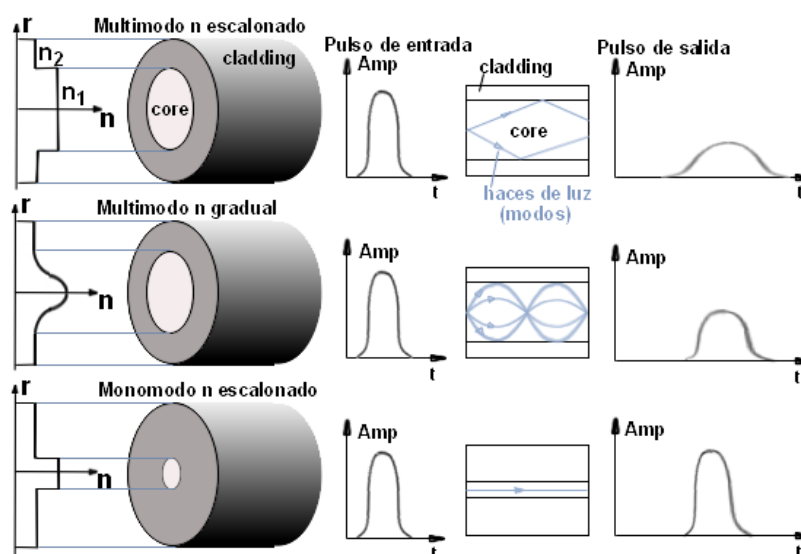


Figura 2.9 Configuraciones de la Fibra Óptica [10]

a. Fibra de índice de escalón multimodo

Es semejante a la configuración de modo sencillo, excepto que el núcleo central, es mucho más grande. Este tipo de fibra tiene una mayor apertura de luz, permite que más luz entre al cable. Los rayos de luz que pegan a la interfase de núcleo/cubierta en un ángulo mayor que el ángulo crítico (haz A) son propagados por el núcleo en una manera zigzagueante, reflejándose continuamente en el límite de la interfase.

Los rayos de luz que le pegan a la interfase de núcleo/cubierta, en un ángulo menor que el ángulo crítico (rayo B), entran a la cubierta y se pierden. Hay muchas trayectorias que un rayo de luz puede seguir conforme se propaga por la fibra. Como resultado, no todos los rayos siguen la misma trayectoria y no requieren del mismo tiempo para viajar a través de la fibra.

b. Fibra de índice graduado multimodo

Una fibra de índice graduado multimodo se caracteriza por un núcleo central que tiene un índice refractivo que no es uniforme; está al máximo en el centro y disminuye gradualmente hasta la orilla exterior. Conforme un rayo de luz se propaga diagonalmente a través del centro está interceptando a una interfase de menos denso a más denso. Esto provoca un doblamiento continuo de los pulsos de luz.

Los pulsos de luz que viajan en el área más externa de la fibra viajan a una distancia más grande que los rayos que viajan en el centro. Debido a que el índice refractivo disminuye con la distancia. La velocidad es inversamente proporcional al índice refractivo, los pulsos de luz que viajan lo más lejos del centro se propagan a una velocidad mayor. En consecuencia, requieren de casi la misma cantidad de tiempo para viajar por el largo de la fibra.

c. Fibra de índice de escalón de modo sencillo

Una fibra de índice de escalón de modo sencillo tiene un núcleo central, que es lo suficientemente pequeño, para que exista esencialmente sólo una trayectoria que la luz pueda tomar, conforme se propaga por el cable.

El índice refractivo del núcleo del vidrio (n_1), es aproximadamente 1.5, y el índice refractivo de la cubierta de aire (n_0) es 1. La gran diferencia, en los índices refractivos, resulta en un ángulo crítico pequeño (aproximadamente 42°), en la interfase de vidrio/aire.

Esto hace que sea relativamente sencillo acoplar luz desde una fuente hacia el cable. Sin embargo, este tipo de fibra normalmente es muy débil y de uso práctico limitado.

Actualmente hay una fibra de índice de escalón de modo sencillo que tiene una cubierta que no es aire. El índice refractivo de la cubierta (n_2) es un poco menos que el del núcleo central (n_1). Este cable es más fuerte pero es más complicado acoplar luz a la fibra desde una fuente de luz externa.

Con los dos tipos de fibra de modo sencillo, la luz se propaga por medio de la reflexión. Los rayos de luz se propagan directamente por el núcleo. Todos los rayos siguen aproximadamente la misma trayectoria por el cable y requieren casi la misma cantidad de tiempo para viajar la distancia del cable.

2.2.3.8 Propagación de la Fibra Óptica

La luz se propaga por un cable de fibra óptica, por reflexión o refracción. Para que la luz viaje a través de la fibra depende básicamente del modo de propagación y del perfil del índice de la fibra.

Modo de propagación

La palabra modo significa trayectoria. Si hay sólo una trayectoria que la luz toma en el cable, se llama modo sencillo y si hay más de una trayectoria, se llama multimodo.

La figura 2.10 muestra la propagación sencilla y múltiple de la luz por una fibra óptica.

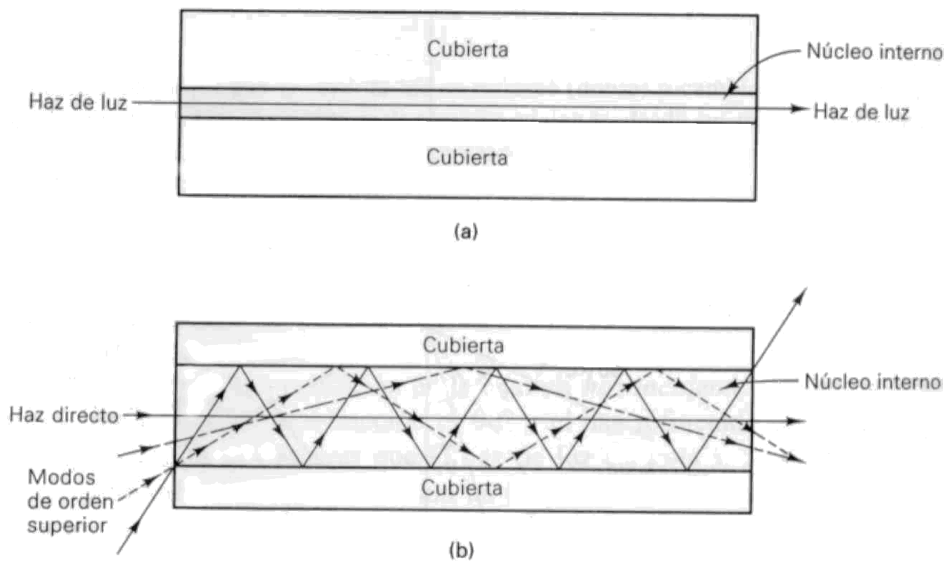


Figura 2.10 Modos de propagación: (a) Modo Sencillo; (b) Multimodo [11]

a). Monomodo

- La luz recorre una única trayectoria en el interior del núcleo.
- Núcleo muy estrecho para que las reflexiones sean mínimas.
- Gran ancho de banda.

b). Multimodo

- Mayor número de trayectorias o caminos que recorre la luz en su núcleo, resultado de las distintas reflexiones.
- Cada pulso de luz recorre una trayectoria distinta y alcanza su destino en tiempos diferentes, después de haber sufrido un número de reflexiones diferentes.
- Dispersión de los pulsos
 - El pulso se ensancha cuando se propaga por F.O
 - Ensanchamiento debido a que los pulsos de luz llegan al extremo final en instantes distintos
- Menor velocidad de transmisión

2.2.3.9 Tipos de Fibra Óptica

Básicamente hay 3 variedades de fibras ópticas disponibles actualmente. Las tres variedades están construidas de vidrio, plástico o una combinación de vidrio y plástico. Las tres variedades por su composición son:

- **El núcleo y cubierta de plástico (PCP):** Tiene la atenuación más alta de todos los tipos de fibra, por lo que se usa para redes de corta distancia. El núcleo está hecho de plometilmetacrilato (PMMA) recubierto de un fluoropolímero, además de que su proceso de fabricación es más barato.

- **El núcleo de vidrio con cubierta de plástico (fibra PCS, silicio y cubierta de plástico):** Su atenuación se ubica entre la fibra óptica de vidrio y la de plástico. El núcleo es de vidrio y el recubrimiento de un polímero plástico con menor refracción. Por su estructura, es más difícil la instalación de conectores en este tipo de fibra, lo que la hace la menos popular de las tres.

- **El núcleo de vidrio y cubierta de vidrio (fibra SCS, silicio cubierto de silicio).** Tiene el menor nivel de atenuación y tanto el núcleo como el recubrimiento implican una alta pureza óptica. Para incrementar los índices de refracción, se mezcla con algunas impurezas de germanio, titanio o fósforo pero son de costo más elevado.

Las fibras de plástico tienen ventajas sobre las fibras de vidrio por ser más flexibles y más fuertes, fáciles de instalar, pueden resistir mejor la presión, son menos costosas y pesan aproximadamente 60% menos que el vidrio. La desventaja es su característica de atenuación alta: no propagan la luz tan eficientemente como el vidrio.

Las fibras con núcleos de vidrio tienen baja atenuación, las fibras PCS son menos afectadas por la radiación, por lo que se usan para aplicaciones militares.

Las fibras SCS son menos fuertes, y más sensibles al aumento en atenuación cuando se exponen a la radiación.

2.2.3.10 Características de la Fibra Óptica

a) Características generales

- **Cobiertas más resistentes:** La cubierta especial es extruida a alta presión directamente sobre el mismo núcleo del cable, resultando en que la superficie interna de la cubierta del cable tenga aristas helicoidales que se aseguran con los subcables. La cubierta contiene 25% más material que las cubiertas convencionales.
- **Uso dual (interior y exterior):** La resistencia al agua, hongos y emisiones ultra violeta; la cubierta resistente; buffer de 900 μm ; fibras ópticas probadas bajo 100 kps; y funcionamiento ambiental extendida; contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida.
- **Mayor protección en lugares húmedos:** En cables de tubo holgado rellenos de gel, el gel dentro de la cubierta se asienta dejando canales que permitan que el agua migre hacia los puntos de terminación. El agua puede acumularse en pequeñas piscinas en los vacíos, y cuando la delicada fibra óptica es expuesta, la vida útil es recortada por los efectos dañinos del agua en contacto. Combaten la inclusión de humedad con múltiples capas de protección alrededor de la fibra óptica.

El resultado es una mayor vida útil, mayor confiabilidad especialmente ambientes húmedos. La figura 2.11 muestra la Fibra Óptica expuesta al agua:

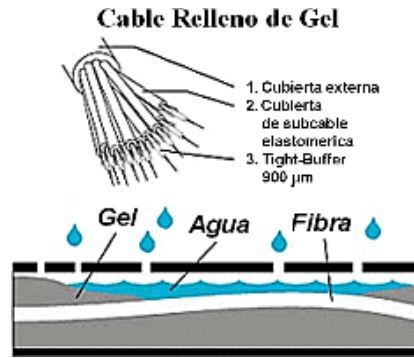


Figura 2.11 Fibra Óptica expuesta al agua [12]

- **Protección anti-inflamable:** disminuye el riesgo de que se incendien en las instalaciones con fibra óptica, porque están hechas con cubiertas no inflamables.

La figura 2.12 indica una fibra óptica expuesta al fuego:

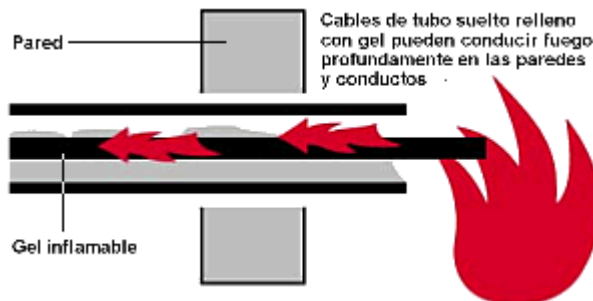


Figura 2.12 Fibra Óptica expuesta al fuego [12]

- **Empaquetado de alta densidad:** Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una rápida y fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos.

b) Características técnicas

La fibra óptica está compuesta por una región cilíndrica llamada núcleo y una envoltura llamada revestimiento, que es totalmente necesaria para que se propague la luz.

La capacidad de transmisión de información que tiene una fibra óptica depende de tres características fundamentales:

- Del diseño geométrico de la fibra.
- De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración.
- De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esta anchura, menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra.

La figura 2.13 muestra la composición interna de la fibra óptica.



Figura 2.13 Composición interna del cable Fibra Óptica [12]

Presenta dimensiones más reducidas que los medios preexistentes. Un cable de 10 fibras tiene un diámetro aproximado de 8 o 10 mm. y proporciona más información que un cable de cobre. El peso del cable de fibra óptica es muy inferior con respecto al cable metálico. El silicio tiene un amplio margen de funcionamiento de acuerdo a la temperatura, ya que se funde a 600 °C. La fibra óptica presenta un funcionamiento uniforme desde -550 °C a +125°C sin degradación de sus características.

c) Características mecánicas

Como características mecánicas de la fibra óptica tenemos:

- **Tensión:** cuando se estira o contrae el cable se pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen microcurvaturas.
- **Compresión:** es el esfuerzo transversal.
- **Impacto:** se debe principalmente a las protecciones del cable óptico.
- **Enrollamiento:** existe siempre un límite para el ángulo de curvatura pero, la existencia del forro impide que se sobrepase.
- **Torsión:** es el esfuerzo lateral y de tracción.
- **Limitaciones Térmicas:** estas limitaciones difieren en alto grado según se trate de fibras realizadas a partir del vidrio o a partir de materiales sintéticos.

Otra de las características mecánicas es minimizar las pérdidas adicionales por cableado y las variaciones de la atenuación con la temperatura.

2.2.3.11 Ventajas y Desventajas de la tecnología con Fibra Óptica.

a) Ventajas

- **Baja Atenuación:** Las fibras ópticas son el medio físico con menor atenuación. Por lo que establecen enlaces directos sin repetidores, de 100 a 200 Km., aumentando de la confiabilidad y economía en los equipos.
- **Gran ancho de banda:** La capacidad de transmisión es muy elevada, y se propagan simultáneamente varios pulsos de luz en diferentes longitudes de onda, que da un mayor rendimiento de los sistemas. De hecho 2 fibras ópticas son capaces de transportar, todas las conversaciones telefónicas de

un país, con equipos de transmisión adecuados capaces de manejar tal cantidad de información.

- **Peso y tamaño reducidos:** El diámetro de una fibra óptica es similar al de un cabello humano. Un cable de 64 fibras ópticas, tiene un diámetro total de 15 a 20 mm., con respecto a los cables de cobre. Hay ventajas de facilidad y costo de instalación, siendo ventajoso su uso en sistemas de ductos congestionados, cuartos de computadoras o el interior de aviones.
- **Gran flexibilidad y recursos disponibles:** Los cables de fibra óptica se construyen con materiales dieléctricos, la materia prima usada en la fabricación es el dióxido de silicio que es uno de los recursos más abundantes en la superficie terrestre.
- **Aislamiento eléctrico entre terminales:** Al no existir componentes metálicos (conductores de electricidad) no se producen inducciones de corriente en el cable, por tanto pueden ser instalados en lugares donde existen peligros de cortes eléctricos.
- **Ausencia de radiación emitida:** Las fibras ópticas transmiten luz y no emiten radiaciones electromagnéticas que puedan interferir con equipos electrónicos, tampoco se ve afectada por radiaciones emitidas por otros medios, por lo tanto constituyen el medio más seguro para transmitir información de muy alta calidad sin degradación.
- **Costo y mantenimiento:** El costo de los cables de fibra óptica y la tecnología asociada con su instalación ha caído drásticamente en los últimos años. Hoy en día, el costo de construcción de una planta de fibra óptica es comparable con una planta de cobre. Por otro lado, los costos de mantenimiento de una planta de fibra óptica son muy inferiores a los de una planta de cobre. Sin embargo si la capacidad de información es baja la fibra óptica puede ser de mayor costo.

b) Desventajas de la Fibra Óptica

- El costo de la fibra sólo se justifica cuando su gran capacidad de ancho de banda y baja atenuación es requerida. Para bajo ancho de banda puede ser una solución mucho más costosa que el conductor de cobre.
- La fibra óptica no transmite energía eléctrica, esto limita su aplicación donde el terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. La energía debe proveerse por conductores separados.
- El agua corroe la superficie del vidrio y resulta ser el problema más importante para el envejecimiento de la fibra óptica.

2.2.3.12 Características de Transmisión

Para una correcta planificación de las instalaciones de cables con fibras ópticas es necesario considerar la atenuación total del enlace y el ancho de banda del cable utilizado.

Para el cálculo de atenuación de enlace se consideran 2 métodos:

- Cálculo del cable de fibra óptica
- Cálculo del margen de enlace con cable de fibra óptica seleccionado

a) Cálculo del cable

La atenuación total del cable considerando reserva será:

$$a_t = La_L + n_e a_e + n_c a_c + a_r L \quad [13]$$

L = longitud del cable en Km .

a_L = coeficiente de atenuación en dB/Km

n_e = número de empalmes

a_e = atenuación por empalme

n_c = número de conectores

a_c = atenuación por conector

a_r = reserva de atenuación en dB/Km

La reserva de atenuación (margen de enlace), permite considerar una reserva de atenuación para empalmes futuros (reparaciones) y la degradación de la fibra en su vida útil.

La magnitud de la reserva depende de la importancia del enlace y particularidades de la instalación, se adopta valores entre 0.1 dB/Km y 0.6 dB/Km.

Las pérdidas en los empalmes se encuentran por debajo de 0.1 dB/Km no superan 0.5 dB/Km.

El enlace será proyectado para un margen de potencia igual a la máxima atenuación antes de ser necesario un repetidor.

$$P_M = P_t - P_u \quad [13]$$

Donde:

P_M = Margen de potencia en dB (máxima atenuación permisible)

P_t = Potencia del transmisor en dB

P_u = Potencia de umbral en dB (dependiente de la sensibilidad del receptor)

La potencia de salida del transmisor es el promedio de la potencia óptica de salida del equipo generador de luz empleando un patrón estándar de datos de prueba.

El umbral de sensibilidad del receptor para una tasa de error de bit (BER) es la mínima cantidad de potencia óptica necesaria para que el equipo óptico receptor obtenga el BER deseado dentro del sistema digital. En los sistemas analógicos es la mínima cantidad de potencia de luz necesaria para que el equipo óptico obtenga el nivel de señal a ruido (S/N) deseado.

Por lo tanto de la expresión de:

$$a_t = P_M$$

$$a_t = \frac{P_M - n_e a_e - n_c a_c - L a_r}{L} \quad [13]$$

Fija la máxima atenuación por Km para el cable a ser seleccionado.

b) Cálculo del margen

La atenuación total en dB sin considerar reserva del cable será:

$$a_t = La_L + n_e a_e + n_c a_c \quad [13]$$

Siendo $P_M = P_t - P_u$

El margen de enlace M_e en dB será:

$$M_e = P_m - a_t \quad [13]$$

2.2.3.13 Aplicaciones de la Fibra Óptica

- **Internet:** La fibra óptica hace posible navegar por Internet a una velocidad de dos millones de bps, impensable en el sistema convencional, en el que la mayoría de usuarios se conecta a 28.000 o 33.600 bps.
- **Redes:** La fibra óptica se emplea cada vez más en las redes de comunicaciones, se emplean sistemas de láser con fibra óptica. Hoy funcionan muchas redes de fibra para comunicación a larga distancia, que proporcionan conexiones transcontinentales y transoceánicas.

Se usa en redes LAN, MAN y WAN

- **Telefonía:** Con motivo de la normalización de interfaces existentes, se dispone de los sistemas de transmisión por fibra óptica para los niveles de la red de telecomunicaciones públicas en una amplia aplicación, contrariamente para sistemas de la red de abonado (línea de abonado).
- **Otras aplicaciones:** Las fibras ópticas también se emplean en una amplia variedad de sensores, que van desde termómetros hasta giroscopios. Su

potencial de aplicación en este campo casi no tiene límites, porque la luz transmitida a través de las fibras es sensible a numerosos cambios ambientales, entre ellos la presión, las ondas de sonido y la deformación, además del calor y el movimiento. Las fibras pueden resultar especialmente útiles cuando los efectos eléctricos podrían hacer que un cable convencional resultara inútil, impreciso o incluso peligroso.

2.2.4 Organizaciones Gubernamentales de Telecomunicaciones

Las organizaciones que controlan el sector de las Telecomunicaciones en el Ecuador son: El Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL; la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, SENATEL; y la Superintendencia de Telecomunicaciones, SUPERTEL.

CONATEL: es el encargado de dictar políticas y normas para regular los servicios de telecomunicaciones, esta puede otorgar con cesiones y permisos para la explotación de los servicios de telecomunicaciones mediante procedimientos dictados por la ley.

SENATEL: es el organismo que ejecuta las políticas y resoluciones del CONATEL.

SUPERTEL: es aquel que se encarga de controlar el uso del Espectro Radioeléctrico y de vigilar que las empresas que prestan servicios de telecomunicaciones cumplan con lo establecido en la ley, en los contratos de concesión.

2.2.5 Normas y leyes de las Telecomunicaciones

Son documentos donde se redactan en forma concreta las ordenanzas y requerimientos que se deben seguir para cumplir con un propósito general, la mayor parte de los mandatos son elaborados por consenso de las partes interesadas como son las empresas, organizaciones, usuarios, etc.

En el campo de las telecomunicaciones hay un sin número de normas y leyes que se deben seguir para el desarrollo empresarial así mismo para salvaguardar el campo de la información y las comunicaciones que se van desarrollando en el país.

2.2.6 Servicios de Telecomunicaciones.

Es el conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten construir objetos y máquinas para adaptar el medio y satisfacer las necesidades de las personas.

El servicio viene a la par con las nuevas tecnologías. La actividad tecnológica influye en el progreso social y económico, pero también ha producido el deterioro de nuestro entorno.

- Permite la comunicación a grandes distancias en el menor tiempo posible y con una mejor calidad de servicio.
- Permite realizar videos llamadas o videoconferencias a tiempo real.
- Brinda un gran ancho de banda prestando varios servicios.
- Por un mismo canal se tiene una gran cantidad de tráfico sin que se altere la calidad de la comunicación.

2.3 Hipótesis

El estudio de la migración de la red de cobre a fibra óptica, permitirá implementar nuevos servicios de telecomunicaciones en la Central de Izamba para el mejoramiento del servicio de telefonía a los usuarios.

2.4 Variables

2.4.1 Variable independiente

Migración de la red de cobre a Fibra Óptica.

2.4.2 Variable dependiente

Nuevos servicios de Telecomunicaciones.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

El presente proyecto se enfocó en una investigación cuantitativa, porque se realiza un proyecto de migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A., la misma que involucra realizar una investigación de campo, adquiriendo una serie de mediciones en lo que se refiere a canalización, cableado de red primaria y cableado de red secundaria, además de las características de los equipos para la fibra óptica.

3.2 Modalidad básica de la investigación

3.2.1 Investigación de campo

El proyecto expuesto es investigación de campo porque se realizó en el sector de Izamba, además se tiene información documental brindada por la CNT S.A. la misma sirvió como guía principal para realizar el presente proyecto.

3.2.2 Investigación bibliográfica

Es de carácter bibliográfico pues es el proceso más adecuado para obtener información que sustente el marco teórico de la telefonía.

3.3 Niveles de Investigación

La investigación fue de tipo exploratorio ya que ubica el problema dentro del sector de Izamba y se recolectó información en dicho sector. También fue de nivel descriptivo que es en donde se conoció las características sobresalientes del mismo y cuáles son los nuevos servicios a brindar a los usuarios gracias a migración de red de cobre a fibra óptica.

3.4 Recolección de información

3.4.1 Plan para la recolección de la información

La recolección de información para el estudio de la migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A., se ha realizado mediante diversas mediciones, ubicando los pozos y reconociendo la capacidad de los cables en planta externa, los mismos que competen: canalización, red primaria y red secundaria.

3.5 Procesamiento y análisis de la información

3.5.1 Procesamiento de la información

El procesamiento de la información recopilada se lo realizó en un sistema de planos, documentos que se fueron desarrollando según se fue avanzando con el proceso de medición pertinente tanto en canalización, red primaria y red secundaria

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los Resultados

Como primer paso se efectuó una investigación del impacto que tendría en dicho sector la Migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba, mediante el cual pude entender y comprender que este estudio servirá exclusivamente para aumentar, mejorar y satisfacer los requerimientos de los abonados, así también como la inclusión de nuevos servicios.

4.1.1 Situación actual de la Planta Externa en la Central de Izamba

Debido al alto índice de crecimiento poblacional en el sector y a la construcción de muchas empresas, surge la necesidad de brindar un buen servicio y llegar a más abonados.

Actualmente el sector no cuenta con líneas suficientes para satisfacer las demandas y los requerimientos de los abonados, dando como resultado que algunos usuarios esperen un tiempo prudente, hasta cuando haya una ampliación de red, para así poder acceder a los servicios.

Hay distritos que están demasiado alejados de la central y generan problemas como fallos en el sistema de comunicación entre la empresa y los abonados.

Algunos usuarios no pueden acceder a un buen ancho de banda ya que el mismo está limitado para ciertos sectores, esto se debe a las grandes distancias que tiene que recorrer las líneas de cobre hasta llegar los usuarios.

4.2 Descripción de la red

La red actualmente en la central de Izamba se divide en tres rutas estas son:

4.2.1 Ruta 7

El cable tiene una capacidad de 1800 pares y un diámetro de 0.4 mm. Sale a la panamericana norte y converge hacia la derecha.

Los planos de canalización de red primaria se encuentran al final en los Anexos.

La ruta 7 abastece en su trayecto a 5 distritos o armarios los mismos que son:

- D 201 C
- D 204
- D 207
- D207 A
- D 208
- D 209

La ubicación de los distritos ya mencionados se detalla en la tabla 4.1:

Ubicación de los distritos y sus capacidades

DISTRITO	UBICACIÓN	CAPACIDAD
201 C	Santa Clara	300/400
204	Izamba	550/650
207	La Concepción	350/400
207 A	LaPenínsula	250/300
208	Yacupamba	250/350
209	Quillan Loma	200/350

Tabla 4.1 Ubicación de los distritos y sus capacidades

Las regletas pertenecientes a cada distrito se detallan en la tabla 4.2:

Regletas de los Distritos en la Ruta 7

DISTRITO	REGLETAS
201 C	85 - 90
204	09 - 14 ; 78 - 82
207	15 - 20 ; 60
207 A	55 - 59
208	73 - 77
209	61 - 64

Tabla 4.2 Regletas de los Distritos en la Ruta 7

El número de pares en red primaria se detalla en la tabla 4.3:

Número de pares en los distritos Ruta 7

DISTRITO	Nº DE PARES
201 C	300
204	550
207	350
207 A	250
208	250
209	200

Tabla 4.3 Número de pares por distritos Ruta 7

4.2.2 Ruta 8

Esta ruta se divide desde la galería de cables en dos cables el uno con una capacidad de 1800 pares, el otro con una capacidad de 600 pares y ambos poseen un diámetro de 0.4mm.

Ambos cables salen hacia la panamericana norte, el cable de mayor capacidad de 1200 pares converge hacia la derecha y el cable de menor capacidad de 600 pares converge hacia la izquierda.

Los planos de canalización de red primaria se encuentran final en los Anexos.

La ruta 8 abastece en su trayecto a 7 distritos o armarios los mismos que son:

- D 202
- D 202 A
- D 203
- D 205
- D 205 A
- D 205 B
- D 206

La ubicación de los distritos ya mencionados se detalla en la tabla 4.4:

Ubicación de los distritos y sus capacidades

DISTRITO	UBICACIÓN	CAPACIDAD
202	La Victoria	400/500
202 A	El Mirador	200/250
203	Partidero a Píllaro	400/500
205	Atahualpa	450/550
205 A	Ponchoa	300/350
205 B	Martínez	450/550
206	Pisque	400/450

Tabla 4.4 Ubicación de los distritos y sus capacidades

Las regletas pertenecientes a cada distrito se detallan en la tabla 4.5:

Regletas de los Distritos en la Ruta 8

DISTRITO	REGLETAS
202	27 - 32 ; 97 - 98
202 A	91 - 94
203	07 - 08 ; 53 - 54 ; 123 - 126
205	21 - 26 ; 51 - 52 ; 102
205 A	109 - 114
205 B	99 - 101 ; 103 - 108
206	01 - 03 ; 118 - 122

Tabla 4.5 Regletas de los Distritos en la Ruta 8

El número de pares en red primaria se detalla en la tabla 4.6:

Número de pares en los distritos Ruta 8

DISTRITO	Nº DE PARES
202	400
202 A	200
203	400
205	450
205 A	300
205 B	450
206	400

Tabla 4.6 Número de pares por distritos Ruta 8

4.2.3 Ruta 9

La ruta 9 es una ampliación para las rutas 7 y 8 existentes motivo por el cual algunos sectores se repiten. Esta ruta se divide desde la galería de cables en dos cables el uno con una capacidad de 1200 pares, el otro con una capacidad de 150 pares y ambos poseen un diámetro de 0.4mm.

Ambos cables salen hacia la panamericana norte, el cable de mayor capacidad de 1200 pares converge hacia la derecha y el cable de menor capacidad de 150 pares converge hacia la izquierda. Aumentan las capacidades de los armarios para los distritos. Los planos de canalización de red primaria se encuentran final en los Anexos.

La ruta 9 abastece en su trayecto a 9 distritos o armarios los mismos que son:

- D 201
- D 201 C
- D 202
- D 202 A
- D 203
- D 205
- D 205 A
- D 205 B

La ubicación de los distritos ya mencionados se detalla en la tabla 4.7:

Ubicación de los distritos y sus capacidades

DISTRITO	UBICACIÓN	CAPACIDAD
201	Redondel de Izamba	400/450
201 C	Santa Clara	450/550
202	La Victoria	550/650
202 A	El Mirador	300/350
203	Partidero A Píllaro	550/650
205	Atahualpa	600/700
205 A	Pondoa	450/500
205 B	Martínez	600/700

Tabla 4.7 Ubicación de los distritos y sus capacidades

Las regletas pertenecientes a cada distrito se detallan en la tabla 4.8:

Regletas de los Distritos en la Ruta 9

DISTRITO	REGLETAS
201	33 - 37 ; 39 ; 146 - 147
201 C	85 - 90 ; 143 ; 145
202	27 - 32 ; 97 - 98 ; 139 - 141
202 A	91 - 94 ; 137 - 138
203	07 - 08 ; 53 - 54 ; 123 - 126 ; 148 -150
205	21 - 26 ; 51 - 52 ; 102 ; 133 - 135
205 A	109 - 114 ; 130 - 132
205 B	99 - 101 ; 103 - 108 ; 127 - 129

Tabla 4.8 Regletas de los Distritos en la Ruta 9

El número de pares en red primaria se detalla en la tabla 4.9:

Número de pares en los distritos Ruta 9

Distrito	Nº de Pares
201	400
201 C	450
202	550
202 A	300
203	550
205	600
205 A	450
205 B	600

Tabla 4.9 Número de pares por distritos Ruta 9

4.2.4 Simbología

La simbología usada se detalla a continuación en la siguiente tabla 4.10:

Simbología de la Red












Armario de Distrito	
Regletas	
Empalme de Cables de cobre	
Capacidad de los Armarios	
Cable de Fibra Óptica	
AMG	
Tierra	
Central Telefónica	
Pozo de revisión	
Cable de Cobre	
Corte continuación de la red	

Tabla 4.10 Simbología de la Red

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Como conclusiones del presente proyecto de investigación se puede concluir lo siguiente:

- La migración de la Red de cobre a Fibra Óptica en la central de Izamba, influye positivamente hacia la comunidad ya que ofrece mayores prestaciones que el cable de cobre, tanto en velocidad como en capacidad.
- Las condiciones actuales de la red de cobre son insuficientes al momento de brindar un servicio de acorde a las necesidades de los usuarios.
- Los servicios que se pueden implementar con una red de Fibra Óptica son internet, telefónica fija, etc., a una mayor cantidad de usuarios y a distancias más grandes de las que brinda con la red de cobre actualmente.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar la migración de la Red de cobre a Fibra Óptica en la central de Izamba ya que existirían mayores beneficios y por ende un mejor servicio a la comunidad.
- Se debería aumentar la capacidad de la red telefónica existente, instalando los equipos necesarios de comunicaciones con nuevas tecnologías, ya que de este modo se cubrirían las necesidades existentes y también se proyectaría servicios para más usuarios en el futuro
- Para tener mejores servicios como por ejemplo el triple pack, se debería tener una red de Fibra Óptica, debido a su gran capacidad y velocidad. Para así poder llegar a más usuarios en menor tiempo y a mayores distancias.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

a) Nombre del proyecto:

Migración de la red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en la Central de Izamba para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A.

b) Ubicación: Tungurahua, Ambato

c) Tutor: Ing. Geovanni Brito

d) Autor: Fernando Mauricio Iza Ponce

6.2 Antecedentes de la Propuesta

Actualmente no existen otros trabajos similares o iguales al presente proyecto de investigación.

Para la migración de red de cobre a fibra óptica para la inclusión de nuevos servicios en el sector de Izamba se tiene como información de partida documentos digitalizados del sector que no están actualizados totalmente.

6.3 Justificación

Fue muy importante la investigación del tema, ya que permite conocer los aspectos técnicos de la infraestructura de las redes telefónicas en lo que concierne a planta externa.

Además los resultados son un referente de gran importancia tanto para la CNT S.A. ya que dispondrá de información que no dispone en la actualidad sobre las nuevas redes con fibra óptica y los nuevos servicios que se pueden brindar debido a la gran demanda de usuarios en dichos sectores.

Conllevando a que se puedan tomar decisiones en cuanto al mejoramiento de las comunicaciones, implementando un sistema confiable y con mayores prestaciones.

Los beneficiados del proyecto investigativo son; la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A., los abonados porque dispondrán de nuevos servicios y por último la universidad ya que dispondrá de un proyecto muy útil de información teórica y práctica para sus estudiantes.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

- ✓ Realizar los rediseños de red con fibra óptica para el sector de Izamba.

6.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar los sectores o distritos que van a estar comunicados por medio de fibra óptica con la Central Telefónica de Izamba.
- ✓ Establecer los lugares apropiados donde se ubicarán las pequeñas centrales que cubra con todas las necesidades y que cuente con las seguridades del caso.

- ✓ Dimensionar los equipos y materiales apropiados de fibra óptica para la comunicación en el sector de Izamba, para el funcionamiento óptimo del sistema.

6.5 Análisis de Factibilidad

6.6 Factibilidad Operativa

La empresa cuenta con el personal capacitado requerido para llevar a cabo el proyecto, así mismo está en condiciones de seguir todos los procesos que demanda el proyecto, y existen usuarios finales dispuestos a emplear los productos o servicios generados por el proyecto desarrollado

6.6.1 Factibilidad Técnica

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; es un hilo muy fino de material transparente, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.

La fibra óptica se utiliza ampliamente en telecomunicaciones, ya que envía gran cantidad de datos abarcando grandes distancia, a velocidades muy elevadas. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

6.7 Fundamentación

6.7.1 Fibra Óptica

La fibra óptica es una nueva gama de materiales que está presente en mundo para el desarrollo de las telecomunicaciones, haciendo posible que los tiempos de comunicación sean casi instantáneos.

La fibra abarca la mayor parte del mundo y hace que la información esté al alcance de todos sin fallos o pérdidas de información.

6.7.2 Comunicación entre Centrales con Fibra Óptica

Las fibras ópticas para comunicarse entre centrales y abonados se clasifican en función del número de líneas que permiten transmitir información simultáneamente. Los órdenes de la fibra óptica se detallan en la tabla 6.1

Órdenes de la Fibra Óptica

Nº de Orden	Nº de líneas	Vt (Mbps)
1	30	2
2	120	8
3	480	34
4	1920	140
5	7620	565

Tabla 6.1 Órdenes de la Fibra Óptica [14]

- Las fibras de órdenes 1 y 2 son utilizadas para conectar a los abonados de la red telefónica con las centrales telefónicas urbanas.
- Las fibras de órdenes 3 y 4 son utilizadas para conectarse entre sí las centrales telefónicas urbanas dentro de una misma ciudad.
- Las fibras de órdenes 4 y 5 son utilizadas para conectar centrales telefónicas de distintas ciudades.

6.7.3 Parámetros característicos de la Fibra Óptica

Los parámetros que rigen las fibras ópticas se especifican en la tabla 6.2:

Parámetros de las Fibras Ópticas

Parámetros Estáticos	Ópticos	Apertura Numérica Perfil del Índice de Refracción
	Geométricos	Diámetro del Núcleo Diámetro del Revestimiento Excentricidad No Circularidad del Núcleo No Circularidad del Revestimiento
Parámetros Dinámicos	Atenuación	Intrínseca de la Fibra Parámetros Por causas Externas
	Dispersión Temporal	Dispersión Modal Dispersión del Material Dispersión por Efecto de Guía de Ondas

Tabla 6.2 Parámetros de las Fibras Ópticas [15]

a) Parámetros Estáticos:

Son constantes a lo largo de la fibra, dentro de ciertas tolerancias propias de la fabricación.

➤ Ópticas

- ❖ **Perfil del Índice de Refracción:** define como varía el índice de refracción en el núcleo de la fibra óptica en sentido radial.
- ❖ **Apertura Numérica:** determinante de la cantidad de luz que puede aceptar una fibra óptica y, en consecuencia, de la energía que puede transportar. Cabe aclarar que este parámetro no está ligado a la cantidad de información que se transporta.

- **Parámetros geométricos (diámetros y excentricidades)** dependerán exclusivamente de la tecnología utilizada en la fabricación de la fibra óptica, y las tolerancias de cada una de ellas

b) Parámetros Dinámicos

Son características de la fibra que afectan la progresión de la señal a través de la misma.

- **Atenuación:** No depende de la frecuencia de cada una de las componentes espectrales de la señal, sino de la longitud de onda de la luz portadora de la misma. Los parámetros que provocan la atenuación en la fibra son: constitución física, las impurezas y en factores externos
- **Dispersión Temporal:** Causada por las características dispersivas de la fibra sobre la señal en el transcurso del tiempo. Provoca ensanchamiento de los pulsos en el tiempo a medida que se propagan, deformándolos y limitando la capacidad de la fibra óptica.

6.7.4 Multiplexación por Fibra Óptica

Los modos de Multiplexación por medio de la fibra óptica son:

a) WDM Multiplexación por división de longitud de onda

Es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED.

b) DWDM Multiplexación por división en longitudes de onda densas

Es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica usando la banda C (1550 nm).

DWDM es un método de Multiplexación muy similar a la Multiplexación por división de frecuencia que se utiliza en medios de transmisión electromagnéticos. Varias señales portadoras (ópticas) se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser cada una de ellas.

Cada portadora óptica forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (fibra óptica) y contener diferente tipo de tráfico. De esta manera se puede multiplicar el ancho de banda efectivo de la fibra óptica, así como facilitar comunicaciones bidireccionales.

Se trata de una técnica de transmisión muy atractiva para las operadoras de telecomunicaciones ya que les permite aumentar su capacidad sin tender más cables.

6.7.5 Componentes para la emisión de Luz

6.7.5.1 Fuentes de Luz

Como fuentes de luz tenemos:

a). LED, (Emisores de luz no coherente)

Son fuentes de luz con emisión espontánea o natural (no coherente) entre los cuales tenemos:

- LED de Emisión por Superficie SLED: emite la luz en muchas direcciones, pero la forma física de la unión, puede concentrarse en un área muy pequeña denominada cavidad. Con la ayuda de lentes ópticos que se colocan en superficie, se pueden lograr mayores concentraciones de luz.
- LED de perfil o borde ELED; emite luz a través de la sección transversal del dispositivo (este tipo es más direccional).

b). Láser, (Emisores de luz coherente)

Los laser son fuentes de luz coherente de emisión estimulada con espejos semireflejantes formando una cavidad resonante, la cual sirve para realizar la retroalimentación óptica, y como el elemento de selectividad (igual fase y frecuencia). Emiten luz de gran intensidad y monocromática (el ancho espectral es muy estrecho lo que facilita el acoplamiento a las fibras ópticas).

Entre los láser tenemos:

- VCSEL (Láser Emisor de Superficie de Cavidad Vertical), emite con una longitud de onda de 850 nm exclusivamente, y puede transmitir un alto nivel de datos, se usa comúnmente con la fibra multimodo.
- DFB (Láser de retroalimentación distribuida), incluye una red de difracción la cual se distribuye a lo largo de todo el medio activo. La longitud de onda de la red determina la longitud de onda emitida por el láser, en una línea muy fina del espectro.
- DBR (Reflector de Bragg distribuido), en este dispositivo la red de difracción está fuera de la zona activa, en donde no circula corriente (parte pasiva de la cavidad).

6.7.5.2 Conversores Luz-Corriente eléctrica

Convierten las señales ópticas que proceden de la fibra en señales eléctricas. Se limitan a obtener una corriente a partir de la luz modulada incidente, esta corriente es proporcional a la potencia óptica recibida.

Los conversores tienen las condiciones:

- La corriente de oscuridad (en ausencia de luz), debe ser muy pequeña, para así poder detectar señales ópticas muy débiles (alta sensibilidad).
- Rapidez de respuesta (gran ancho de banda).
- El nivel de ruido generado por el propio dispositivo debe ser mínimo.

Los detectores son dos tipos:

a). Detectores APD

Los APD son diodos polarizados en inversa, pero en este caso las tensiones inversas son elevadas, originando un fuerte campo eléctrico que acelera los portadores generados, de manera que éstos colisionan con otros átomos del semiconductor y generan más pares electrón hueco. Esta ionización por impacto determina la ganancia de avalancha. El máximo ancho de banda se da para ganancia 1. Con ganancias más elevadas, el ancho de banda se reduce debido al tiempo necesario para que se forme la fotoavalancha.

b). Detectores PIN

Tienen una capa intrínseca, casi pura, de material semiconductor, introducida entre la unión de dos capas de materiales semiconductores tipo n y p. Se aplica una tensión de polarización inversa

Los diodos PIN requieren bajas tensiones para su funcionamiento, pero deben utilizar buenos amplificadores. Presentan tiempos de vida relativamente altos y son los más indicados para el uso en la primera y la segunda ventana (850 y 1510 nm).

6.7.5.3 Amplificadores ópticos

Son dispositivos que amplifican una señal óptica directamente, sin la necesidad primero de convertirla a una señal eléctrica. Los amplificadores más comunes son:

a). Amplificador de fibra dopada con Erblio (EDFA)

El amplificador de fibra dopada más común es el EDFA se basa en el dopaje con Erblio de una fibra óptica. Es posible amplificar señales en la tercera ventana (1550nm). Al dopar con iones de erbio el núcleo de una fibra óptica se provoca un ensanchamiento de las bandas de transición. Esto a su vez provoca un ensanchamiento considerable del rango de longitudes de onda que pueden ser amplificadas.

b). Amplificador óptico de semiconductor (SOA)

Los amplificadores ópticos de semiconductor que tienen un antireflectante en los extremos. El antireflectante incluye un antireflection coating y una guía de onda cortada en ángulo para evitar que la estructura se comporte como un láser.

El amplificador óptico de semiconductor suele ser de pequeño y el bombeo se implementa de forma eléctrica. Estos amplificadores no prestan mejores servicios que los EDFA.

c). Amplificadores Raman

Estos dispositivos se basan en amplificar la señal óptica mediante el efecto Raman. A diferencia de los EDFAs y de los SOAs, los amplificadores Raman se basan en una interacción no lineal entre la señal óptica y la señal de bombeo de alta potencia.

De esta forma, la fibra convencional ya instalada puede ser usada como medio con ganancia para la amplificación Raman. Sin embargo, es mejor emplear fibras especialmente diseñadas en las que se introducen dopantes y se reduce el núcleo de la fibra para incrementar su no linealidad.

La señal de bombeo se puede acoplar a la fibra tanto en la misma dirección en la que se transmite la señal o en el sentido contrario.

6.7.5.4 Acopladores Ópticos

Permite la transición mecánica necesaria para poder dar continuidad al paso de luz de un cable de fibra óptica a otros cables.

Entre los acopladores ópticos tenemos.

a) Splitters: son dispositivos bidireccionales pasivos que no necesitan de una fuente de luz externa; añaden únicamente pérdidas ya que dividen la potencia de entrada.

b) El acoplador “T” es un dispositivo pasivo que une tres fibras (puertos). Dos entradas aisladas pueden ser combinadas en una sola salida; o al revés

c) Acopladores en estrella, son una estructura más compleja, son también pasivos y con un número usualmente mayor de entradas y salidas.

El número de puertos (N) es usualmente una potencia de 2.

6.7.5.5 Filtros Ópticos

Es un medio que sólo permite el paso a través de él con ciertas propiedades, suprimiendo o atenuando la luz restante. Teniendo como características:

- La selección de canales en sistemas WDM.
- Eliminación de ruido, generado por amplificadores ópticos.
- La ecualización de la respuesta de los amplificadores ópticos.

6.7.6 Pérdidas en la transmisión de datos por fibra óptica

Los fenómenos que hay que tener presente en la transmisión de datos son:

a) Pérdida por atenuación

La atenuación, es la pérdida de la señal (pérdida de luz), de las cuales se generan:

- **Pérdidas Intrínsecas:** dependen de la composición del vidrio, impurezas, etc., y no las podemos eliminar.
- **Pérdidas extrínsecas:** son debidas al mal cableado y estructuras de los empalmes.

b) Pérdida por dispersión

La dispersión es el fenómeno por el cual un pulso se deforma a medida que se propaga a través de la fibra óptica, debido a las distintas componentes de la señal que viajan a distintas velocidades llegando al receptor en distintos instantes de tiempo. La figura 6.1 indica la pérdida por dispersión.



Figura 6.1 Pérdida por dispersión en la Fibra Óptica [16]

c) Dispersión modal

La dispersión modal, es causada por la diferencia en los tiempos de propagación de los rayos de luz que toman diferentes trayectorias por una fibra. La dispersión modal puede ocurrir sólo en las fibras multimodo, se puede reducir considerablemente usando fibras de índice gradual.

d) Dispersión por polarización de modo (PDM)

La PDM puede distorsionar la señal, hasta hacer inmanejables los bits, destruyendo la integridad de una red. El problema principal es que el núcleo de la fibra no es perfectamente redondo, lo que origina dispersión a un grado tal que puede dejar a la señal en un estado que difícilmente pueda ser detectada.

Cuando la luz viaja en una fibra monomodo hacia el receptor, tiene dos modos de polarización que viajan en dos ejes, y se mueven formando un ángulo recto uno del otro. En una fibra ideal las dos polarizaciones se propagarían a la misma velocidad de fase pero en realidad cualquier asimetría, curvatura o torsión hace que las dos polarizaciones se propaguen a diferente velocidad, lo que provoca PDM.

La causa de la PDM es una pequeña diferencia en el índice de refracción en una pareja particular de estados de polarización ortogonal, a esta propiedad se denomina doble refracción. Esto quiere decir que la velocidad de la luz depende de la ruta que toma a lo largo de la fibra.

e) **Dispersión cromática**

La Dispersión Cromática es el retardo (deformación) espectral de un pulso óptico conforme se propaga por la fibra. La Fibra Optica convencional tiene un coeficiente de dispersión positivo; Esto quiere decir que a mayores longitudes de ondas se tiene un mayor tiempo de tránsito a través de la fibra comparado con las longitudes de ondas cortas. Este diferencial de retardo hace que el pulso se deforme.

La figura 6.2 muestra un pulso viajando por una fibra óptica con dispersión cromática.

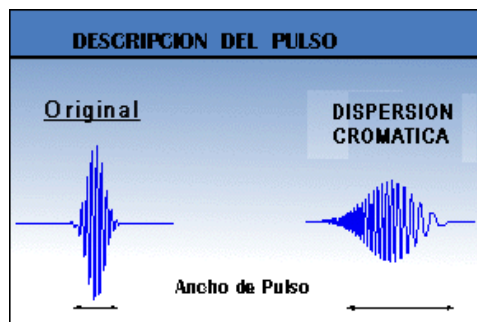


Figura 6.2 Pulso viajando por una Fibra Óptica con dispersión cromática

[17]

La sensibilidad a la dispersión se incrementa linealmente con la distancia y hace que se incremente cuadráticamente con la velocidad. La dispersión cromática es el resultado combinado de dos efectos diferentes: la dispersión del material y la dispersión de guía de onda.

En el vidrio de silicio, el índice refractivo, es dependiente de la longitud de onda de la señal. La dispersión del material es el ensanchamiento de un pulso óptico debido a las velocidades diferentes de las frecuencias ópticas que constituyen un pulso.

La dispersión de guía de onda son las diferencias de velocidad de la señal que dependen de la distribución de la potencia óptica sobre el núcleo y el manto de la

fibra óptica. Conforme la frecuencia de la señal óptica disminuye, la mayor parte de la señal óptica es transportada en el manto que tiene un índice refractivo diferente que el núcleo de la fibra.

La única manera de combatir los efectos negativos de la dispersión cromática es tratar de trabajar con una fuente de luz lo más pura posible.

6.7.7 Acceso a redes de Fibra Óptica

Son arquitecturas de transmisión de alto desempeño, basada en tecnología óptica. Son redes totalmente pasivas, también designadas por las siglas PON (Red Óptica Pasiva). La señal es transmitida por una red óptica donde en una región próxima a los suscriptores, la señal se divide y se transmite a las ONTs (Terminal Óptica de Red) localizada en los respectivos abonados.

a) Fibra hasta el hogar FTTH

Se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados, como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y negocios de los abonados.

La figura 6.3 muestra una red con fibra FFTH

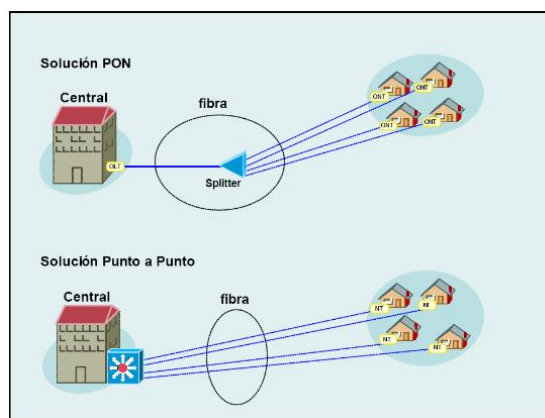


Figura 6.3 Red FTTH [18]

b) Fibra hasta la acera FTTC

Se conecta a los edificios a través de fibra óptica. El usuario se conecta con la unidad óptica situada en el centro de distribución del edificio con cable coaxial o par trenzado.

La figura 6.4 muestra una red con fibra FTTC.

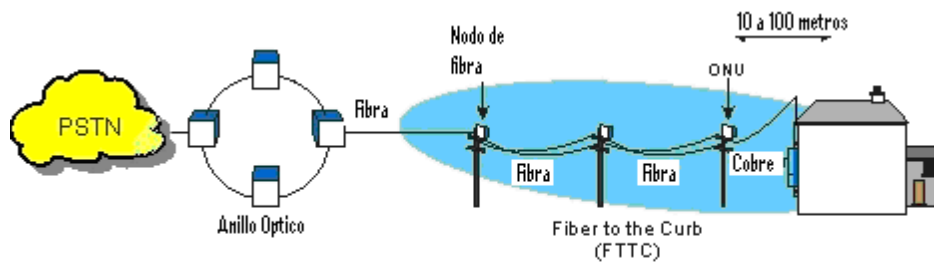


Figura 6.4 Red FTTC [19]

c) Fibra hasta el edificio FTTB

Es una arquitectura donde la red de bajada termina en la entrada de un edificio. La ruta de acceso puede continuar con otros medios (como cobre o wireless) hasta el abonado. La señal óptica llega al closet de telecomunicaciones del edificio, donde se realiza la conversión de la señal óptica a eléctrica. A partir de este punto, la señal se interconecta a la propia red metálica del edificio mediante cable de cobre Categoría 5

La figura 6.5 muestra una red con fibra FTTB

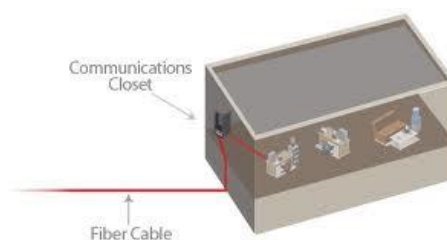


Figura 6.5 Red FTTB [19]

d) Fibra hasta el Nodo FTTN

Va desde las instalaciones del operador hasta un punto alejado del abonado. La ruta de acceso entre el punto intermedio y el abonado no es la fibra óptica, sino otro medio de transmisión, como el cobre.

La figura 6.6 muestra una red con fibra FTTN

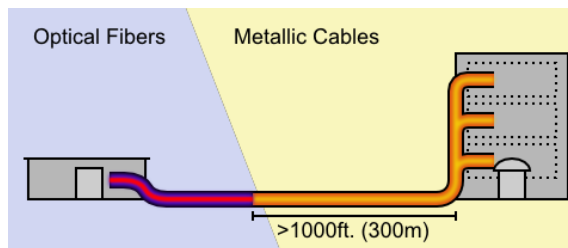


Figura 6.6 Red FTTN [19]

6.7.8 Ventajas de la Fibra Óptica con respecto al cobre.

a) Ventajas

- Diámetro y peso reducidos lo que facilita su instalación.
- Excelente flexibilidad.
- Inmunidad a los ruidos eléctricos (interferencias).
- No existe diafonía (no hay inducción entre una fibra y otra).
- Bajas pérdidas, lo cual permite reducir la cantidad de estaciones repetidoras.
- Gran ancho de banda que implica una elevada capacidad de transmisión.
- Estabilidad frente a variaciones de temperatura.
- Al no conducir electricidad no existe riesgo de incendios.
- No puede captarse información desde el exterior de la fibra.
- El Dióxido de Silicio, materia prima para la fabricación de Fibra Óptica, es uno de los recursos más abundantes del planeta.

b) Desventajas

- Para obtener, desde la arena de cuarzo, el Dióxido de silicio purificado es necesaria mayor cantidad de energía que para los cables metálicos.
- Las Fibras Ópticas son muy delicadas lo cual requiere un tratamiento especial durante el tendido de cables.

6.7.9 Tendido de la Fibra Óptica

a. Tendido aéreo

En general el tendido de fibra óptica en una estructura de transmisión tiene tres alternativas.

- Colgado por las líneas de alta tensión usando cable ADSS (All Dielectric self-Supported).
- Enrollado en cable de guarda tipo OPGW (Óptica Ground Wire).
- Adosado el cable de guarda a una de las líneas de fase. Esta opción tiene modalidades: devanado, engrapado o colgado. La primera de ellas se realiza con máquinas automáticas de control remoto.

Procedimiento para la instalación aérea

- ✓ Verificar todas las precauciones de seguridad.
- ✓ Instalar el fijador con la tensión de comba adecuada y asegurarse de que se lleva a tierra adecuadamente.
- ✓ Preparar el equipamiento. Instalar el cable de guía y el fijador al fijador. El cable guía debería mantenerse 4 pies por delante del fijador con una barra rígida.
- ✓ Asegurarse de que la curvatura de canalón del cable guía es suave y mayor que el radio mínimo de instalación del cable. También se podría utilizar una polea de radio adecuado.
- ✓ Elevar el cable hasta el cable guía y hasta el fijador. Mantener la bobina del cable al menos 15m (50 pies) separada del fijador. Asegurarse de que el cable no se curva más pronunciadamente que su radio e curvatura mínimo.

- ✓ Instalar el fijador y asegurarlo al fiador con una abrazadera.
- ✓ Para mantener temporalmente el cable sobre el fiador, atar el cable al fiador en la abrazadera.
- ✓ Ajustar el fijador para una operación adecuada.
- ✓ Fijar un cabo de tiro al fijador. Debería tirarse del cabo de tiro el fijador a mano.
- ✓ Comenzar la operación de fijar a mano tirando del fijador a una velocidad constante y conduciendo el vehículo que lleva el carrete de tal manera que este a 50 pies del fijador.
- ✓ Siempre y cuando se alcance un poste debería detenerse el tendido. Se desconectan el fijador y la guía y se mueven al otro lado del poste. El hilo del fijador se termina con una abrazadera y se forma con el cable una lazo de expansión (si se requiere).
- ✓ Una vez que se han situado el fijador y la guía en el otro lado del poste y se ha completado el lazo de expansión se continúa con la operación del fijador.
- ✓ Instalar donde se requieran etiquetas de aviso de cable de fibra óptica.

b. Tendido subterráneo

- Se hace un estudio de suelos (manual o mecánico).
 - ✓ SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
 - ✓ GW: Gravas bien graduadas
 - ✓ GP: Gravas mal graduadas
 - ✓ GM: Gravas limosas.
 - ✓ GC: Gravas arcillosas.
 - ✓ SW: Arenas bien graduadas.
 - ✓ SP: Arenas mal graduadas.
 - ✓ SM: Arenas limosas.
 - ✓ SC: Arenas arcillosas.
 - ✓ ML: Limos inorgánicos, polvo de roca.
 - ✓ CL: Arcillas inorgánicas de baja.
 - ✓ OL: Limos orgánicos y arcillas limosas.

- ✓ MH: Limos inorgánicos, elásticos.
 - ✓ CH: Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.
 - ✓ OH: Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad.
- Se cava alrededor de 120 metros. La figura 6.7 indica la Fibra Óptica canalizada.

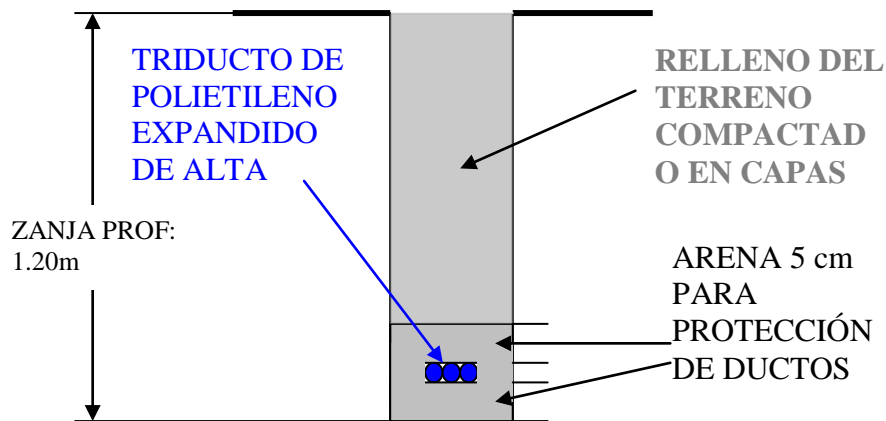


Figura 6.7 Fibra Óptica canalizada [20]

6.8 Metodología

6.8.1 Pasos para la migración de cobre a fibra óptica

Entre los principales tenemos:

- Estudio de planos digitalizados
- Análisis de los sectores que tienen una red de cobre
- Análisis de tecnología a utilizar
- Costos
- Diseño de planos

6.8.2 Análisis del lugar

Luego del estudio de los planos e investigación en el sector se determinó los sectores más afectados, así mismo los lugares más adecuados donde se ubicarán los equipos.

6.8.3 Diseño de los planos de la red de cobre a fibra óptica

Con el estudio que se realizó se ha rediseñado nuevos planos para la Central de Izamba, en donde se ha tomado en cuenta la situación actual del sector así mismo la capacidad de cada uno de los distritos y las rutas que deben seguir para llegar a los armarios que se hallan en dicho sector.

A la central de Izamba se dividió en tres rutas diferentes, y cada una cuenta con un diseño propio, las rutas se detallan a continuación:

Ruta 7

En la ruta 7 se ha ubicado un AMG 1 (Pequeña central), que se encuentra enlazada por medio de fibra óptica hacia la central de Izamba. La ubicación del AMG es en el sector de Izamba. Los planos se detallan al final en los anexos.

La ruta comprende los distritos:

- D 201 C
- D 204
- D 207
- D 207 A
- D 208
- D 209

El AMG 1 se ubicará en un lugar estratégico porque se requiere optimizar al máximo los recursos de planta externa existentes, además de brindar y mejorar nuevos servicios a los usuarios.

Ruta 8

En la ruta 8 se ha ubicado un AMG 2 con una capacidad de 1800 pares, que se encuentra enlazada por medio de fibra óptica hacia la central de Izamba. La ubicación del AMG es en la Parroquia de Atahualpa (Junta Parroquial). Los planos se detallan al final en los anexos.

La ruta comprende los distritos:

- D 205
- D 205 A
- D 20 B

El AMG 2 se ubicará en un lugar estratégico, porque se requiere optimizar al máximo los recursos de planta externa existentes, además de brindar y mejorar nuevos servicios a los usuarios.

Ruta 9

La ruta 9 será la central Izamba puesto que los distritos que abarca no se hallan muy alejados. Los planos se detallan al final en los anexos.

La ruta comprende los distritos:

- D 201
- D 202
- D 202 A
- D 206

6.8.4 Equipos

Los equipos que se detallan a continuación son equipos que actualmente están siendo usados por la C N T S. A. y son de la marca HUAWEI ya que cumplen con características necesarias que la empresa requiere.

Entre los equipos tenemos:

AMG (ACCESS MEDIA GATEWAY) UA5000

Como un componente clave de la arquitectura NGN (Redes de nueva Generación), EL UA5000 proporciona la Voz sobre IP (VoIP) y servicios de acceso de banda ancha, integra las plataformas de tecnología DSLAM. Esto no sólo prolonga el tiempo de servicio de una versión de dispositivo, también acelera el aprovisionamiento de nuevos servicios. La siguiente figura indica como se ve un equipo UA5000.

La figuras 6.8 y 6.9 muestra un equipo UA500 y su refugio.



Figura 6.8 UA5000 [21]



Figura 6.9 Refugio para UA5000 [21]

El Softswitch es el principal dispositivo dentro de una arquitectura NGN, encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de

conmutación de paquetes (IP). Actúa como gestor en el momento de interconectar las redes de telefonía tradicional con las redes de conmutación de paquetes (IP), buscando como objetivo final lograr la confiabilidad y calidad de servicio similar a la que brinda una red de conmutación de circuitos con un menor precio.

Como todas las recientes tecnologías desarrolladas en telecomunicaciones, el softswitch busca la utilización de estándares abiertos para lograr la integración de las redes de próxima generación con la capacidad de transportar voz (Voz sobre IP), datos y multimedia, sobre redes IP. Pudiendo así, considerar al softswitch como una eficiente plataforma de integración para el intercambio de servicios y aplicaciones.

Este dispositivo, combinación de hardware y software, provee control de llamada y servicios inteligentes para redes de conmutación de paquetes, y puede conmutar el tráfico de voz, datos y video de una manera eficiente.

EL UA5000 flexiblemente puede tener acceso a múltiples redes como PSTN, NGN, ATM y redes de datos IP de banda ancha y de banda estrecha. Además, esto puede apoyar múltiples esquemas conectados a una red, incluyendo SDH redes, MSTP redes la conexión directa de fibras y redes de extensión basadas en G.SHDSL.

CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES DEL UA5000

UA5000 es un equipo de Acceso Universal, que puede soportar tanto el servicio de banda corta como el servicio de banda ancha.

Soporte para Servicios:

- Servicio de voz PSTN
- VoIP.
- Servicio de acceso a banda ancha
- Servicios de circuito privado

Características Principales

HDSL

- 1920 para banda de voz
- 1920 para banda
- 1920 para HDSL mixta

CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE SERVICIO

- Proceso de llamada en 15 CAPAS
- Dos interfaces de red GE
- Capacidad backplane 100 GBit/s
- 1024 canales multicast

MODOS DE CONEXIÓN DE RED

- Topologías: ring, estrella y árbol
- Soporta tecnología MSTP
- Administración local y remota

ACCESO A PLATAFORMAS MULTISERVICIO

- FE/GE/E1/ATM
- ADSL/ADSL2+
- POTS/VoIP
- ISDN/V.24/V.35

VIDEO EN BANDA ANCHA

- Bus de puertos de alta velocidad GE
- Cambio rápido de canal
- Vista previa del canal

TARJETA DE CONTROL CON PROTOCOLO HUAWEI

IPMB es la tarjeta de procesamiento de servicios IP del servicio de banda ancha en el frame maestro del UA5000. La figura indica una tarjeta de control.



Figura 6.11 Optix ASN 1500 [21]

ACU M500D

Para el monitoreo de las distintas alarmas de la Central Telefónica

El ACU es una unidad de conexión energizada óptima para uso en ambas aplicaciones incrustadas y únicas. Provee monitoreo remoto, información de estado y control general de voltajes, corrientes, temperaturas y alarmas relacionadas.

Cuando se usa junto con módulos de supervisión externos, el ACU presenta información detallada y alarmas relacionadas a la condición y estado de la fuente AC, generación de diesel, planta de potencia DC, respaldo de batería, detectores de humo, ventiladores, puertas y ambiente de sitio (temperaturas, humedad), etc.

La información y alarmas, de un sitio específico, pueden ser monitoreadas o verificadas por medio de un explorador web o software de monitoreo especial. Cuando usa un explorador web no se requiere de software adicional y el registro de usuarios para realizar el monitoreo es protegido con clave de acceso.

La siguiente figura 6.12 muestra el equipo ACU M500D



Figura 6.12 ACU M500D [21]

Especificaciones Técnicas ACU

- Voltaje: 19 a 60 VDC
- Consumo de potencia: 5 W
- Rango de temperatura de operación: - 40 °C a + 75 °C / - 40 °F a + 158 °F
- Rango de temperatura de lectura de pantalla: - 10 °C a + 50 °C / 14 °F a +122 °F
- Humedad relativa: 0 a 95%
- Pantalla: LCD 4 x 16 caracteres
- Comunicación externa: RS232, Red Local, TCP/IP, SNMP, Servidor Web

Entradas:

- 8 entradas digitales - Alarmas/eventos
- 1 entrada análoga - Sistema de voltaje DC
- 2 entradas análogas - Temperatura ambiente y batería
- 2 entradas análogas - Corriente de Sistema

Salidas:

- 8 salidas de relé 2 A, máx. 60 W
- 2 salidas para desconexión por bajo voltaje mono & contacto

Ventiladores para HABD y HABF

Mantienen a una temperatura estable los equipo para que no sufra ningún daño acusa de las elevadas temperaturas.

Características

La bandeja del ventilador se encuentra en la parte superior de la repisa para la ventilación. El aire frío entra en la repisa por la parte inferior, pasa a través de los estribos de la repisa, y luego sale de la parte superior de la plataforma.

La bandeja del ventilador tiene una junta de vigilancia que puede detectar el estado y funcionamiento de los ventiladores a través de un puerto para la comunicación con las tarjetas de control.

La velocidad del ventilador se ajusta automáticamente según la temperatura la temperatura detectada.

Las figuras 6.13 y 6.14 indican los ventiladores HABD y HABF.

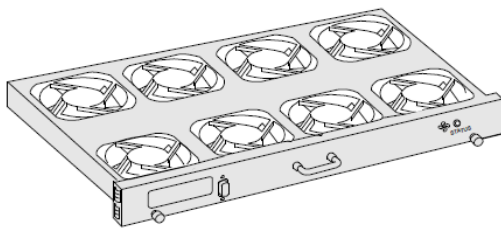


Figura 6.13 Ventilador HABD [21]

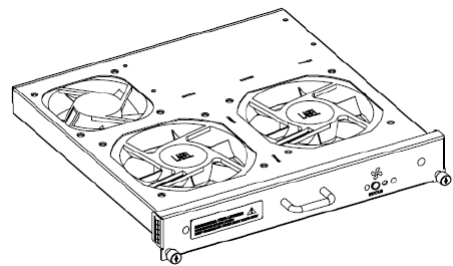


Figura 6.14 Ventilador HABF [21]

EQUIPOS DE FUERZA

Los equipos de fuerza comprenden los dispositivos que proveen de alimentación a todo el sistema.

Los dispositivos de fuerza son:

PDU (H-type DC PDU)

La figura 6.15 muestra el equipo que suministra energía para todo el armario.



Figura 6.15 PDU [21]

Características

- Proporciona dos o cuatro entradas de alimentación -48 V.
- Dispone de ocho salidas de potencia -48 V.
- Muestra el estado de cuatro entradas de energía y el estado de los pararrayos

Baterías

Características

- Voltaje de la batería de 12 V individual
- La capacidad nominal de 50 A / h
- Tensión de carga de 13,38 V
- Máxima corriente de carga de 10 A
- Dimensiones (W x D x H) 228,3 mm x 138,9 mm x 224,5 mm
- Peso 18 kg

La figura 6.16 indica las baterías.



Figura 6.16 Baterías [21]

Rectificador

Emerson PS48600

Este rectificador es de tipo modular y permite la instalación de 12 módulos rectificadores de 50A cada uno, por lo tanto la capacidad máxima de este rectificador es de 600A. El equipo cuenta con un módulo de control modelo M500D con procesador incluido y con display para configuración y visualización de alarmas

La figura 6.17 muestra un rectificador



Figura 6.17 Rectificador [21]

Materiales de instalación

Entre los materiales de instalación tenemos:

Marco digital de distribución (DDF)

La figura 6.18 indica un Marco digital de distribución.

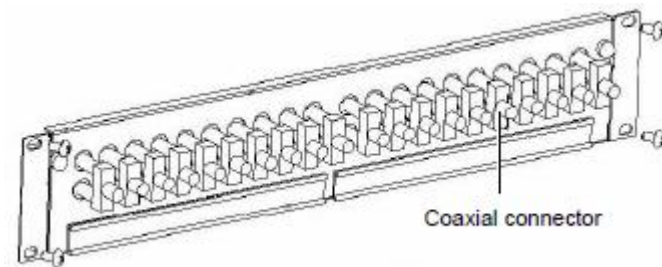


Figura 6.18 Marco digital de distribución [21]

Características

- Organiza las líneas que transmiten las señales digitales.
- Conectan diferentes multiplexores digitales.
- Impedancia característica con cable coaxial 75 Ω .
- Impedancia característica con par trenzado 120 Ω .

Distribuidor de Fibra Óptica (ODF)

El ODF conecta las fibras ópticas a los dispositivos de transmisión óptica y transmite señales ópticas.

La figura 6.19 muestra un distribuidor de fibra óptica.

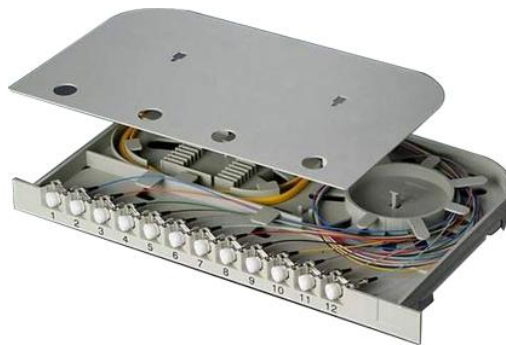


Figura 6.19 Distribuidor de Fibra Óptica [21]

Características

- Sujeta y protege las fibras ópticas.
- Protege los cables después de la envoltura de fibra óptica.
- Distribuye las fibras ópticas.
- Ajusta las fibras ópticas.

Fibra Óptica G652

La figura 6.20 muestra un cable de fibra



Figura 6.20 Fibra G652 [21]

Características

- Ancho de banda de transmisión 1310 nm, 1550 y 1625 nm

Características de la Fibra Óptica G652

Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1260 nm
Coeficiente de atenuación	Max a 1310 nm	0,40 dB/Km
	Max a 1550 nm	0,35 dB/Km
	Max a 1625 nm	0,40 dB/Km
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,01%
Diámetro de campo modal	Longitud de onda	1310 nm
	Rango	8,6 - 9,5 μm
	Tolerancia	$\pm 0,6 \mu\text{m}$

Tabla 6.3 Características de la Fibra Óptica G652

Distribución

De aquí salen los pares de cobre hacia el abonado.

Repartidor o Distribuidor Principal (Regletas)

Es el punto donde llegan las líneas de abonados y permite conectar hacia los equipos de conmutación. En el repartidor principal se realizan los puentes adecuados para unir los pares procedentes de los abonados (números) con los cables del equipo de conmutación telefónica o los cables del DSLAM si el servicio ADSL ha sido contratado por el cliente.

La figura 6.21 indica un distribuidor principal o MDF.

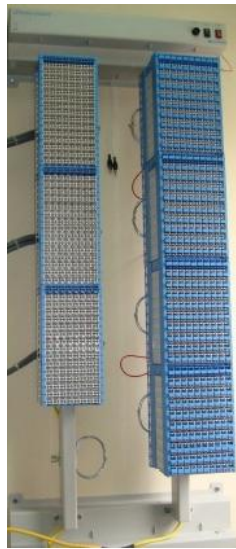


Figura 6.21 Distribuidor Principal [21]

El repartidor principal (MDF “Main distribution frame”) es el nexo de unión entre planta interna y planta externa en la central telefónica, el cual se ubica en una sala localizada en el edificio de la central (AMG). El repartidor principal contiene en su interior uno o más bastidores ubicados longitudinalmente.

Cuando se va a efectuar una instalación se realiza un pase o interconexión física en una posición de las regletas. Se conecta un par vías de la red primaria (regletas primarias con sus respectivos fusibles) y equipos de la central (regleta de números). Luego la red primaria es la que une el distribuidor con los Armarios (subrepartidores) de zona. Las regletas de números están conectadas con las tarjetas POTS del AMG.

6.8.5 Costos

Luego de establecer los equipos y materiales para el diseño de fibra óptica se optó por los siguientes materiales los cuales cumplen con todas las características técnicas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema y obviamente los equipos son de Huawei una de las empresas con las que trabaja CNT S.A.

Costos para la Fibra Óptica

A continuación en la tabla 6.4 se detalla los costos de los equipos y materiales que se involucran en el presente proyecto:

Descripción	U	Cantidad	P. Unitario	V. Total
Identificador de Acrílico para fibra óptica	u	70	5,17	361,9
Instalación de manguera corrugada	m	210	1,71	359,1
Instalación de ODF 24 puertos G652	u	2	475,97	951,94
Instalación de Porta reservas de fibra en galería de cables	u	2	14,25	28,5
Prueba Unidireccional de Transmisión de Fibra óptica en 1 ventana	u	96	8,1	777,6
Suministro e instalación de Patch Cords duplex FC-FC G652	u	16	22,74	363,84
Suministro e Instalación de rack de Piso abierto 2.2Mx19 “ 44U	u	2	220,97	441,94
Tendido de Fibra óptica Canalizada de 24 fibras Ópticas SM G652	m	4300	3,11	13.373,00
Valor Total				16.657,82

Tabla 6.4 Costos de la Fibra Óptica

La EMPRESA ENERGYCOM trabaja actualmente con estos precios.

Costo de los equipos

La tabla 6.5 describe los costos de los equipos:

Descripción	U	Cantidad	P. Unitario	V. Total
Equipo de Transmisión OSN1500A	u	2	21.745,92	43.491,84
Equipo de Conmutación AMG	u	2	32.168,93	64.336,46
Equipo de Fuerza	u	2	9.750,00	19.500,00
Ventilación	u	2	800	1.600,00
Distribuidor Principal	u	2	20.419,26	40.838,52
Valor Total				169.766,82

Tabla 6.5 Costos de los Equipos

- Los precios que se detallan para la fibra óptica y los equipos ya tienen incluido el costo de instalación.
- Estos precios ya incluyen IVA.

Costo Total del Proyecto

Valor total de los materiales

La tabla 6.6 muestra el valor total de los materiales:

Costo Total de la Fibra Óptica	16.657,82
Costo Total de Equipos	169.766,82
Valor Total de los materiales	186.424,64

Tabla 6.6 Valor total de los materiales.

Valor del Proyecto incluido el Estudio de Ingeniería

La tabla 6.7 muestra el valor del proyecto:

Valor Total de los materiales	186.424,64
Estudio de Ingeniería (10%)	18.642,46
Valor del proyecto	205.067,10

Tabla 6.7 Valor del Proyecto incluido el Estudio de Ingeniería

Costo Total del Proyecto

La tabla 6.8 muestra el costo total del proyecto:

Costo del Proyecto	205.067,10
Imprevisto (10%)	20.506,71
Costo Total del proyecto	225.573,81

Tabla 6.8 Costo Total del Proyecto

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La implementación de este proyecto permitirá a más usuarios acceder a más servicios como son Internet de banda Ancha, video conferencias, IP TV. Por lo que se puede convertir en algo muy indispensable para zonas urbanas y rurales, además de soportar ampliaciones de planta externa para demandas futuras.
- Se determinó los sectores o distritos que estarían comunicados por medio de la Fibra Óptica en la central telefónica de Izamba, dichos distritos están mencionados detalladamente en la propuesta del proyecto.
- Se estableció cuales serán los lugares más apropiados para colocar las pequeñas centrales, tomando en cuenta la accesibilidad y disposición de una fuente de alimentación, como es la red eléctrica del sector.
- Se determinaron los equipos y los materiales a utilizarse para la implementación del presente proyecto, así también el costo total del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Los equipos y materiales que se usen se traten con extrema precaución para que no existan inconvenientes al momento en que se hallen funcionando.

- El proyecto será realizado en un tiempo prudencial para no causar alteración o molestias hacia la sociedad y que no afecte el aspecto urbanístico, además de no sobrecargar las líneas de energía eléctrica.

- La implementación de los equipos debe estar en un lugar estratégico y debe contar con todas las precauciones y seguridades que lo ameriten.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS.-

- ING. PABLO LÓPEZ MERINO. (1996). *Redes Telefónicas*
Escuela Politécnica Nacional Quito-Ecuador.
- HUIDOBRO, JOSÉ MANUEL. (1997). *Manual de Telefonía Fija*.
Editorial Paraninfo.
- ROGER L. FREEMAN. (2005) *Fundamentos de Telecomunicaciones*.
Editorial Limusa
- JOSE MARTÍN SANZ.(1996) *Comunicaciones Ópticas*,
Editorial Paraninfo.
- BATES, REGIS J. (2001). *Telecommunications Optical Switching and
Networking Handbook*. Editorial Mcgraw -Hill México.
- EDWARD L. SAFFORD. (1988) *Fibra Óptica*.
Editorial Paraninfo.

INTERNET.-

- [1] <http://electronica.udea.edu.co/cursos/sistemascomunicaciones.htm>
- [2] <http://telefonialbasica.blogspot.com/2009/01/red-de-telefonía-basica.html>
- [4] <http://www.scribd.com/doc/17734420/Red-Telefonica>
- [5] <http://colgadotel.blogspot.com/2007/03/elementos-de-una-central-telefonica.html>
- [6] http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Snell
- [7] <http://www.arturosoria.com/fisica/art/fibra.asp>
- [8] <http://telergia.blogs.com/telergia/2007/10/especificacio-1.html>
- [9] http://html.rincondelvago.com/fibra-optica_4.html
- [10] <http://telecomjournalelsalvador.blogspot.com/2010/05/fibra-optica-la-luz-al-servicio-de-las.html>
- [11] <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>
- [12] http://es.wikitel.info/wiki/UA-Redes_PON_Equipos
- [13] <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/calculo-enlace>

- [14] <http://html.wikipedia.com/fibras-optica.html>
- [15] <http://revistaonlineutirla.files.wordpress.com/2010/01/generalidades-de-la-fibra-optica.pdf>
- [16] <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/propiedades-tranmision>
- [17] <http://orbita.starmedia.com/fortiz/Articulo01.htm>
- [18] http://www.furukawa.com.br/portal/page?_pageid=813,1366055&_dad=portal&_schema=PORTAL
- [19] <http://es.wikipedia.org/wiki/FTTH>
- [21] <http://huawei.com>

ANEXOS

ANEXO 1: CANALIZACIÓN DE RED PRIMARIA

Anexo 1.1: Ruta 7

Anexo 1.2: Ruta 8

Anexo 1.3: Ruta 9

ANEXO 2: CANALIZACIÓN DE RED PRIMARIA REDISEÑADA

Anexo 2.1: Ruta 7 AMG 1

Anexo 2.2: Ruta 8 AMG 2

Anexo 2.3: Ruta 9 Central de Izamba