



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSTGRADO

**TESIS FINAL
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
MAGISTER EN TELECOMUNICACIONES**

**TÍTULO:
“DISEÑO Y PROPUESTA DE
IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA
ÓPTICA PARA EL CONTROL REMOTO DE 6
UNIDADES DE GENERACION ELECTRICA”**

**AUTOR:
ING. ALFREDO HENRIQUEZ GARINO**

**TUTORA:
MSC. LIDICE ROMERO AMONDARAY**

**DIRECTOR:
MSC. MANUEL ROMERO PAZ**

**PROMOCION:
2010-2012**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSTGRADO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Ingeniero **Alfredo Leonardo Henriquez Garino** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones.

Guayaquil, 15 de enero del 2015

DIRECTORA DE TESIS

MSc. Lidice Romero Amondaray

REVISORES:

Ing. María Luzmila Ruilova Aguirre, MSc.

Ing. Orlando Philco Asqui, MSc

DIRECTOR DEL PROGRAMA

MSc. Manuel Romero Paz



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSTGRADO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, ALFREDO LEONARDO HENRIQUEZ GARINO

DECLARO QUE:

La tesis “**Diseño y Propuesta de Implementación De Una Red De Fibra Óptica Para El Control Remoto De 6 Unidades De Generación Eléctrica**”, previa a la obtención del grado Académico de Magíster, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 15 de enero del 2015

EL AUTOR

Ing. Alfredo Leonardo Henriquez Garino



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSTGRADO

AUTORIZACIÓN

YO, ALFREDO LEONARDO HENRIQUEZ GARINO

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución de la Tesis de Maestría titulada: **“Diseño y Propuesta de Implementación De Una Red De Fibra Óptica Para El Control Remoto De 6 Unidades De Generación Eléctrica”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 15 de enero del 2015

EL AUTOR

Ing. Alfredo Leonardo Henriquez Garino

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser quien siempre guía mi camino, colmando mi vida de paz, amor y bendiciones.

A mi familia, padres, esposa y especialmente a mis hijos, Alejo, Paulina y Fher quienes constituyen el motor principal de mi vida, son ellos los que siempre me impulsan a seguir buscando mejorar como ser humano.

A mi tutora de tesis, MSc. Lidice Romero, quien me brindo su guía, enseñanzas y denodado interés para alcanzar este reto propuesto, hace ya algún tiempo atrás.

Al Director de la Maestría, MSc. Manuel Romero, por ser siempre un guía durante todo el desarrollo de la maestría.

A todos mis profesores, compañeros de aula, amigos y demás personas que me acompañaron durante el proceso de estudio y sobre todo para la realización del presente trabajo de titulación.

A todos los compañeros, jefes y directivos de Termogas Machala que me permitieron desarrollar el presente trabajo de titulación.

DEDICATORIA

Dedico este logro académico a Dios, a mi esposa, padres y demás familiares; y de manera muy especial a mis hijos (Alejo, Paulina y Fher), ellos me invitan día a día a reinventarme y descubrir nuevas formas de amar y seguir adelante; a pensar que las limitaciones no existen, y que todo es posible con amor, justicia y la bendición de Dios.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, **“Diseño y Propuesta de Implementación De Una Red De Fibra Óptica Para El Control Remoto De 6 Unidades De Generación Eléctrica”**, tiene como objetivo principal diseñar e implementar una red de datos de alta velocidad a base de fibra óptica para conectar las seis (6) unidades de generación eléctrica, de tipo aeroderivativas con el cuarto de control de la central Termogas Machala II; esta conexión permitirá operar y monitorear de manera remota los mencionados turbogeneradores. La nueva red de datos permite al personal de operaciones estar enterados en tiempo real de todos los parámetros operativos de las máquinas (presión, temperatura, velocidad, corriente, voltaje, potencia, entre otros). Las acciones que se planifican son mejor enfocadas debido a la fiabilidad de la información recabada por el constante monitoreo. Es decir, con la implementación de esta RED, se eliminaron las deficiencias y problemas de comunicación que se tenían con la red anterior (tipo anillo). Por último, aumento la confiabilidad y disponibilidad de la red de telecomunicaciones de la central Termogas Machala II, puesto que, ahora se tiene una red principal (tipo estrella) y una red de respaldo (tipo anillo).

Palabras claves: Operación y monitoreo remoto, fibra óptica, turbogeneradores, red tipo estrella, red tipo anillo.

ABSTRACT

The present qualification work, **“Design and Implementation Proposal for One Fiber Optic Network to Remote Control 6 Power Electrical Generation Units”**, takes as a principal aim the design and implementation of a high speed fiber optic network information that connect six (6) electrical generation units, aero derivative gas turbine type with a Control Room at Termogas Machala II; this connection will allow to operate and monitor in a remote way those turbo generators. The new network will allow the operation personnel to be informed in real-time of all the operative parameters of the engines (pressure, temperature, speed, current, voltage, potency and others). The actions that are planned are more focused because of the reliability of the information collected by constant monitoring.. I.e, with the implementation of this NETWORK, there were eliminated the shortcomings and communication problems that they had by the previous network (type ringed). Finally, the reliability and availability of the network telecommunications of Termogas Machala II increased, as now there is a principal network (star type) and a support network (ringed type).

Keywords: Operation and remote monitoring, optic fiber, turbo generators, star type network, ringed type network.

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	7
1.1. REDES DE COBRE.....	7
1.1.1. REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	7
1.1.2. ¿QUÉ ES UNA RED?.....	8
1.1.3. REDES DE COBRE	9
1.2. REDES DE FIBRA ÓPTICA.....	15
1.2.1. ANTECEDENTES O HISTORIA DE LA FIBRA OPTICA	15
1.2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES BASADO EN FIBRA OPTICA.....	23
1.3. VENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA FRENTE AL COBRE	28
1.3.1. VENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA.....	28
1.3.2. COMPARACIÓN ENTRE EL CABLE DE COBRE Y EL DE FIBRA ÓPTICA	29

CAPITULO 2. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED PARA EL CONTROL REMOTO	32
2.1. DESCRIPCIÓN	32
2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA NUEVA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA EL CONTROL REMOTO DE 6 UNIDADES DE GENERACION ELECTRICA.....	40
2.3. DISEÑO DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA	51
2.3.1. ESQUEMA DE LA RED A IMPLEMENTAR.....	51
2.3.2. INSTALACIÓN DE LA NUEVA RED	54
2.3.3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA RED IMPLEMENTADA.....	70
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85
GLOSARIO	88
ANEXOS	94
ANEXO A: ESQUEMA DE RED TIPO ANILLO	95
ANEXO B: ESQUEMA DE RED TIPO ESTRELLA	100
ANEXO C: PRUEBAS DE CONECTIVIDAD	106
ANEXO D: CARACTERÍSTICAS DEL RACK DEL PISO	142
ANEXO E: HOJAS DE DATOS DEL SWITCH	145
ANEXO F: MINI SWITCH DE PARED	177
ANEXO G: UPS SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA	183
ANEXO H: MEDIA CONVERTER.....	189

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Elementos de un sistema de comunicación.	7
Figura 1.2. Algunos tipos de cable, par trenzado.....	12
Figura 1.3. Cables multipar, con sus diversos blindajes	13
Figura 1.4. (a) UTP categoría 3 (b) UTP categoría 5.....	13
Figura 1.5. Cable coaxial, y sus componentes.	14
Figura 1.6. Esquema de un enlace óptico.....	18
Figura 1.7. Refracción y reflexión de señales	19
Figura 1.8. Diagrama de relación de Atenuación vs longitud de onda	20
Figura 1.9. Gráfica de Atenuación vs longitud de onda.....	21
Figura 1.10. Núcleo y revestimiento de una FO	22
Figura 1.11. Elementos típicos de una FO	22
Figura 1.12. Estándar de coloración de tubillos, ANSI/TIA/EIA-598.....	23
Figura 1.13. Esquema de un LED y relación entre Pot. Opt (mW) y la Ip(mA) ..	24
Figura 1.14. Emisión coherente (LASER), emisión no coherente (LED)	24
Figura 1.15. Esquema de fotodiodo PIN.....	25
Figura 1.16. Perfiles para FO monomodo.....	26
Figura 1.17. Propagación de haces de luz dependiendo el tipo de FO y el índice de refracción.....	26
Figura 1.18. Tipos de conectores de FO	27
Figura 1.19. Esquema detallado de un Sistema de Telecomunicaciones Óptico..	28
Figura 2.1. Esquema general de la red actual, tipo anillo	38
Figura 2.2. Esquema de comunicación del cuarto de control, actual -tipo anillo .	39
Figura 2.3. Esquema de comunicación de los turbogeneradores, actual-tipo anillo	40
Figura 2.4. Topología estrella.	41
Figura 2.5. Elementos que componen la FO a utilizar en el presente proyecto....	44
Figura 2.6. ODF raqueable.....	45
Figura 2.7. ODF de pared.....	45
Figura 2.8. Media - Converter.....	46
Figura 2.9. UPS Raqueable	47
Figura 2.10. Switch Central	48
Figura 2.11. Switch Secundario	48

Figura 2.12. Rack de piso con puerta de vidrio	49
Figura 2.13. Patch cord de FO	50
Figura 2.14. Patch cord multipar FTP	50
Figura 2.15. Organizador horizontal raqueable.....	51
Figura 2.16. Esquema general de la red a implementarse, tipo estrella.....	52
Figura 2.17. Esquema de comunicación del CR, a implementarse -tipo estrella..	53
Figura 2.18. Esquema de comunicación del turbogenerador, a implementarse tipo estrella	54
Figura 2.19. Tendido de FO y búsqueda de ductos taponados	56
Figura 2.20. Ingreso de la FO por las cajas de paso y etiquetado del cable.....	57
Figura 2.21. Ingreso de la FO hacia el cuarto de control y hacia cada máquina...	57
Figura 2.22. Instalación del rack de piso.....	58
Figura 2.23. Instalación del mini ODF y preparación del cable de FO	59
Figura 2.24. Preparación y peinado de la FO, previo al corte longitudinal	59
Figura 2.25. Fusión de la FO con los pigtailes y colocación del tubillo termo- retráctil	59
Figura 2.26. Peinado y orden final de la FO, colocación de tapa y etiquetado del mini ODF	60
Figura 2.27. Switch de Pared, 5 puertos.	60
Figura 2.28. Media converter, instalado en cada máquina.....	61
Figura 2.29. Algunos de los equipos instalados para la red LAN.....	62
Figura 2.30. Switch de tipo industrial, propio de la Unidad	62
Figura 2.31. Preparación de los cables de FO, preparación de los ODF's principales	63
Figura 2.32. Arreglo, orden y peinado de los cables de FO en los ODF's principales	63
Figura 2.33. Corte, fusión, peinado y armado de ODF principal.....	64
Figura 2.34. Armado y arreglo final de los cables de FO dentro del ODF, vista final	64
Figura 2.35. Media converter, a instalar en el rack de piso.	65
Figura 2.36. Organizadores Horizontales, del tipo raqueable.....	65
Figura 2.37. UPS de 1500 KVA, 1200 W. Tipo raqueable.....	66
Figura 2.38. OTDR, equipo con el que se hicieron las pruebas.....	67
Figura 2.39. Lecturas tomadas de un hilo de FO	68

Figura 2.40. Instalación del Switch principal, posterior conexionado.....	69
Figura 2.41. Rack armado e interconectado todos sus elementos.....	72
Figura 2.42. Rack armado e interconectado todos sus elementos.....	74
Figura 2.43. HMI, ubicados en el cuarto de control.....	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Comparación de LED versus LASER.....	24
Tabla 1.2. Aplicación de los conectores de FO.....	27
Tabla 1.3. Comparación peso y tiempo de instalación (FO vs cobre)	29
Tabla 1.4. Comparación Ancho de banda por distancia (FO vs cobre)	29
Tabla 1.5. Velocidad, canales y distancias de los diferentes medios de transmisión guiados	30
Tabla 2.1. Estimación de carga de los elementos de red del cuarto de control.....	47
Tabla 2.2. Direccionamiento de Segmentación de red.....	70
Tabla 2.3. Direccionamiento IP de los equipos de red (HMI y MICRONET)	71
Tabla 2.4. Enrutamiento de una red	71
Tabla 2.5. Elementos utilizados en la red LAN de alta velocidad	73

INTRODUCCIÓN

La naturaleza misma del ser humano lo invita, desde los inicios de la evolución, a comunicarse, sea por señas, gestos, dibujos o a través de la expresión oral, entre otros medios.

Con el pasar del tiempo esta necesidad de comunicarse trascendió, puesto que la comunicación rompió la barrera de las distancias, en primera instancia con el uso de los llamados “mensajeros”, sin embargo, y a pesar que dicho “sistema” fue muy utilizado a lo largo del mundo, presentaba muchas limitaciones referentes al tiempo que se tomaba en transmitir el mensaje desde el emisor hasta el receptor. Es por esto, y basado en la necesidad de comunicarse, que se fueron desarrollando diversas tecnologías, es así que nacen las Telecomunicaciones, rama que ha ido desarrollándose de manera vertiginosa a lo largo del tiempo, empezando por telemetría, telegrafía, enlaces de radio, televisión, telefonía móvil, enlaces satelitales, entre otros. Todas y cada una de estas formas de comunicación tienen sus ventajas y desventajas, una frente a la otra, y siguen siendo utilizadas en menor o mayor grado, dependiendo de la aplicación y el entorno.

Todas las tecnologías desarrolladas en el campo de las telecomunicaciones están basadas en medios de transmisión guiados (alambrados) y no guiados (inalámbricos), estos últimos han tenido gran desarrollo en los últimos años, sin embargo siguen presentando problemas en ambientes de elevada interferencia electromagnética y/o ruido, es por esta razón que en los ambientes industriales, los medios guiados siguen siendo ampliamente utilizados.

En relación a los medios de transmisión guiados, específicamente, los de fibra óptica debido a la importancia que tiene para este trabajo, se puntualiza que, con ayuda de la ciencia y la tecnología fue posible expandir sobremanera los rangos de las frecuencias de trabajo del espectro electromagnético, pasando desde pocas decenas de KHz hasta los GHz. Los sistemas de telecomunicaciones basados en fibra óptica pueden manejar fácilmente frecuencias de operación por el rango de los 10^{10} GHz y transmitir decenas de miles de llamadas telefónicas, video y/o

datos (mediante pulsos de luz). Entre las características importantes de la fibra óptica frente a otros medios de transmisión alambreados están la inmunidad al ruido, baja atenuación, robustez, fiabilidad y principalmente el ancho de banda.

Las redes de fibra óptica han evolucionado a lo largo de los años, gracias a la constante reducción de precios de los equipos, cables y demás componentes cada vez es más común implementar redes basadas en fibra óptica. Por otro lado, debido a su inmunidad ante la interferencia o inducción electromagnética, es común desarrollar proyectos de cableado estructurado a base de fibra óptica en la industria de generación eléctrica donde se aplica este trabajo, claro está que hay que tener un criterio técnico al momento de escoger el tipo de fibra, los conectores, equipamiento y demás componentes de la red, previo al desarrollo de cualquier implementación con este medio de transmisión.

En la central Termogas Machala II de la Unidad de Negocio Termogas Machala de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, se encuentran instaladas, operativas y disponibles 6 unidades de generación eléctrica, del tipo aeroderivativas, mismas que se encuentran enlazadas con un Cuarto de Control (CR, por sus siglas en inglés) a través de una red de fibra óptica. Sin embargo, la red instalada tiene algunas falencias, entre las más relevantes tenemos:

- La topología usada es tipo anillo: esta configuración presenta problemas cuando los turbogeneradores de los extremos tienen problemas de comunicación.
- Fibra óptica con chaqueta para interiores: el recorrido que realiza la fibra óptica amerita que la protección mecánica sea más robusta.
- Poca escalabilidad: los equipos de comunicación instalados en la red no son escalables.
- Fibra óptica multimodo: para aplicaciones en el área industrial es preferible instalar otro tipo de fibra óptica, puesto que permiten mayores

tasas de transmisión y recorridos más extensos, además aumento de la fiabilidad en la información transmitida debido a que solo se transmite un haz de luz por cada hilo de fibra de vidrio.

- Escasa identificación: los cables, equipos y demás no cuentan con una correcta y adecuada identificación.

La deficiente comunicación que existe entre el cuarto de control de la central Termogas Machala II con los 6 turbogeneradores podría ocasionar errores al momento de tomar parámetros (no se actualizan datos en tiempo real) u operaciones erróneas que pudieran poner en riesgo inclusive los activos de la Unidad de Negocio.

Estas falencias constituyen el planteamiento del problema que guía el desarrollo de este trabajo de titulación el cual fue enunciado en el Diseño del trabajo como “Deficiencia en la Red de Fibra óptica que sirve para enlazar los turbogeneradores con el cuarto de control de la Central Termogas Machala II de la Unidad de Negocio Termogas Machala, CELEC EP.”

Por lo que el objeto de estudio constituye las “Redes de Telecomunicaciones en la Central Termogas Machala II de la Unidad de Negocio Termogas Machala, CELEC EP”.

Con el propósito de contribuir a esta problemática se propuso como objetivos:

El General: “Diseñar e implementar una red de fibra óptica topología estrella para mejorar la operación y monitoreo remoto de 6 unidades de generación eléctrica tipo aeroderivativas TM-2500 en la Central Machala II de la Unidad de Negocio Termogas Machala, Celec EP.”. Este objetivo general se operativiza en el diseño e implementación de los siguientes objetivos específicos:

1. Diagnosticar la situación actual del funcionamiento de la operación y monitoreo remoto entre las 6 unidades de generación eléctrica y el cuarto de control de la Central Machala II.
2. Analizar los tipos de redes alambradas para desarrollar soluciones de cableado estructurado.
3. Caracterizar los beneficios de las redes de fibra óptica para desarrollar proyectos de telecomunicaciones en plantas de generación eléctrica.
4. Caracterizar la topología estrella en redes de fibra óptica para el desarrollo de proyectos de control remoto.
5. Caracterizar los equipos y demás elementos que se van a usar en el diseño e implementación de la Red topología estrella de fibra óptica.
6. Diseñar e implementar una red de fibra óptica para mejorar la comunicación que existe entre las unidades de generación eléctrica y el cuarto de control de la central Machala II.

Por otro lado, la hipótesis planteada fue la siguiente: Con el diseño y propuesta de implementación de una red de fibra óptica topología estrella para el control remoto de 6 unidades de generación eléctrica, mejoraría la operación y monitoreo de los turbogeneradores en la central Machala II.

Para cumplir los citados objetivos específicos, se utilizó el siguiente proceso metodológico:

- El primer objetivo se operativiza con el diagnóstico del funcionamiento de la red existente, se utilizó la investigación de campo, realizándose una entrevista a los operadores de la Central Termogas Machala 2 cuyos resultados identificaron las principales falencias de funcionamiento.

- El segundo objetivo se operativiza utilizando la investigación bibliográfica o documental para analizar las características de los tipos de redes existentes lo que permitió elegir la más adecuada para el contexto existente que fue las redes a base de fibra óptica.
- Elegido el tipo de Red se utiliza nuevamente la investigación bibliográfica, para identificar los beneficios de las redes de fibra óptica, en el desarrollo proyectos de telecomunicaciones en plantas de generación eléctrica, tales como: Inmunidad a las interferencias electromagnéticas, no existe interferencia por diafonía, elevadas tasas de transmisión, mayor ancho de banda, mayor alcance porque permite amplio recorrido de señales, sin el uso de repetidores y/o amplificadores entre otros.
- El cuarto objetivo se obtiene mediante, la investigación bibliográfica para caracterizar la topología estrella que permite tener todas las estaciones de trabajo (máquinas de generación en nuestro caso) conectadas a un punto central y todas las comunicaciones (transmisión de información) se deben hacer exclusivamente a través de este. Los equipos que conforman la red no están conectados entre sí. Esta topología de red es la más usada cuando se implementan redes LAN, caracterizándose en este punto sus ventajas y desventajas.
- El quinto objetivo se logró mediante la observación directa de equipos, y revisión documental de manuales de los equipos identificando si las características de estos eran compatibles con el proyecto a implementar.
- El sexto objetivo se operativiza con el diseño e implementación de la Red de Tipología estrella la cual actualmente se encuentra con un funcionamiento exitoso que ha permitido corregir las deficiencias citadas que motivaron la realización de este trabajo de titulación.
- El diseño de la nueva red de cableado estructurado contempla una topología estrella (en caso de alguna falla, solo se pierde la comunicación

de un turbogenerador). La fibra óptica seleccionada es de tipo monomodo y su chaqueta es para exteriores (“armada”) ideal para proyectos canalizados, bandejas de ODF (por sus siglas en inglés Optical Distribution Frame), media converter (convertidores de señal, opto-eléctrico), switch raqueable (desde donde se gestionará la red), rack de piso, UPS (respaldo de energía, Uninterrupted Power System por sus siglas en inglés) entre otros. Este conjunto de elementos permitirá implementar de manera exitosa una red de datos de alta velocidad, red que debido a su topología y componentes será de gran escalabilidad, fácil mantenimiento, y demás características favorables para este tipo de proyectos, permitiendo, así, brindar una solución valedera a los problemas presentes en la actual red.

- Con esta nueva red, se superaron todas las deficiencias que presenta la Red actual, situación que aportará en un aumento de la confiabilidad para operar las máquinas de manera remota.

En conclusión se diseñó e implemento una red de fibra óptica topología estrella para el control remoto de 6 unidades de generación eléctrica en la central Termogas Machala II, de la Unidad de Negocios Termogas Machala, CELEC EP.

CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

En este capítulo se describirán de manera general las redes de telecomunicaciones, centrándose en el estudio de las redes con medios guiados o alambradas; comenzando con las redes que utilizan el cobre, medio más común a nivel mundial, y aquellas cuya estructura principal es a base de fibra óptica, se estudian además las ventajas y desventajas de esta frente a otros medios guiados.

1.1. REDES DE COBRE

1.1.1. REDES DE TELECOMUNICACIONES

La comunicación es la acción de transmitir o enviar información a través de un medio guiado o no guiado desde un emisor a un receptor y viceversa, la información enviada es conocida como mensaje, y los elementos que intervienen en la comunicación son: emisor, receptor, canal y mensaje. Los elementos de un sistema de comunicación se muestran en la Figura 1.1, de estos conceptos que parecen tan simples parten las Telecomunicaciones.

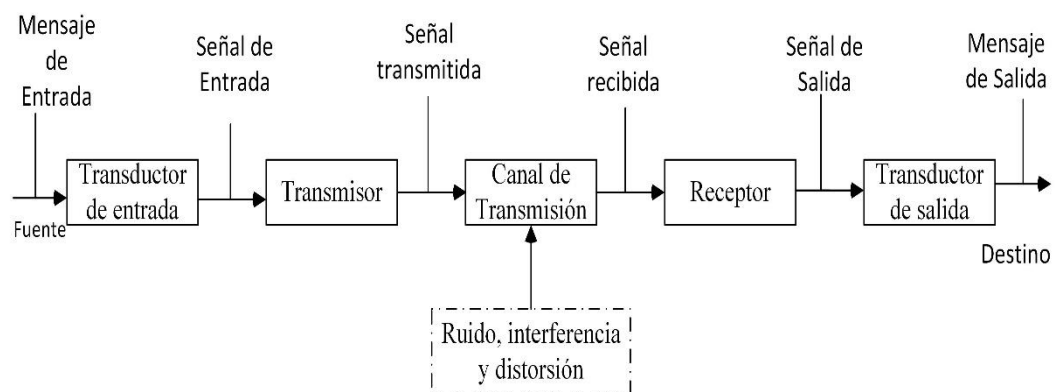


Figura 1.1. Elementos de un sistema de comunicación.

Fuente: (Carlson, 1980)

“Una red de Telecomunicaciones, es el conjunto de elementos que hace posible el establecimiento de comunicaciones entre usuarios distantes”. ()¹

Las redes de telecomunicaciones pueden ser desarrolladas a través de medios guiados (alambrados, cobre o fibra de vidrio) o no guiados (inalámbricos, se transmiten en el aire), diferenciándose unos de otros en cuanto a las distancias que pueden abarcar, costes, aplicaciones, velocidad de transmisión, cantidad de información, etc.

Debido a que las fibras de vidrio que se utilizan en los medios de fibra óptica no son conductores eléctricos, el medio es inmune a la interferencia electromagnética y no conduce corriente eléctrica no deseada cuando existe un problema de conexión a tierra. Las fibras ópticas pueden utilizarse en longitudes mucho mayores que los medios de cobre sin la necesidad de regenerar la señal, ya que son finas y tienen una pérdida de señal relativamente baja. Algunas especificaciones de la capa física de fibra óptica admiten longitudes que pueden alcanzar varios kilómetros.

Las redes de telecomunicaciones a base de fibra óptica se han desarrollado de manera vertiginosa debido a la constante reducción de costes del equipamiento que se utiliza para implementar las redes, la cantidad de información que se pueden manejar con un solo hilo de fibra, las distancias que se pueden recorrer sin que exista pérdida de información considerable, a las tasas de información superiores a cualquier medio alambrado o inalámbrico, entre otras cosas.

1.1.2. ¿QUÉ ES UNA RED?

Una red de Telecomunicaciones, o comúnmente denominada Red en el ámbito de las redes de computadoras, son múltiples equipos de comunicación y/o computación distribuidos y enlazados (normalmente por redes de cobre) de forma tal que permitan compartir recursos físicos (impresoras, escáner, etc.), y sobre todo hacer que todos los programas, equipos y la información esté disponible para todos los usuarios de una red en particular; claro que dicha “disponibilidad” dependerá de la configuración de la red, así como del tipo de jerarquía que tenga un usuario sobre otro. Otra característica importante que puede brindar una red, es la comunicación entre los usuarios de la misma, en empresas, es común que se

desarrollen canales de comunicación (correos electrónicos, sesiones de chat, entre otros), canales que permiten hacer solicitudes, contestar requerimientos e inclusive trabajar en línea sobre documentos preparados por varios “clientes”, en tiempo real, mejorando ostensiblemente los tiempos de respuesta.

En su definición fundamental, una Red está compuesta por: el emisor, receptor, mensaje y canal (medio de transmisión); es precisamente a este último componente que se le va a prestar atención en los próximos párrafos de este documento.

Existen dos tipos de medios de transmisión, los medios guiados (alambrados o magnéticos) y los medios no guiados (inalámbricos), cada tipo tiene sus ventajas y desventajas, además y basado en esas fortalezas y debilidades, se desarrollan aplicaciones con uno y otro, o de forma conjunta.

1.1.3. REDES DE COBRE

Son las redes más implementadas, desarrolladas y difundidas a nivel mundial, tal vez esa sea una de las razones por la que, aun teniendo múltiples desventajas frente a otros tipos de redes (alambradas e inalámbricas), son por excelencia, las implementadas en el diseño de redes de computadoras LAN, redes CATV (Híbridas HFC), redes de telefonía pública, entre otras.

El nombre que toman los “cables” de cobre usados para la transferencia de información, se denominan **coaxial** o **par trenzado**. Este último consiste en dos (2) alambres de cobre aislados, cuyos diámetros dependen del tipo de aplicación requerida y la distancia a recorrer, los calibres típicos para aplicaciones de Telecomunicaciones oscilan entre 0,4 y 1,0 milímetros (mm). La trenza que se realiza en los cables es de forma helicoidal (similar a la forma del ADN) y su función es reducir la interferencia entre pares adyacentes, si se colocaran de forma paralela, se forma una antena simple.

En el párrafo que antecede se mencionaron los calibres más comunes para los pares trenzados, sin embargo, muy difícilmente los usuarios y técnicos de redes identifican el diámetro de los cables en unidades de milímetros y/o pulgadas. La referencia de clasificación de diámetros para el cobre es el “calibre de alambre estadounidense” (AWG, por sus siglas en inglés), referencia que divide en 40 clases los diámetros; cuanto más alta es la clase AWG, menor es el diámetro y viceversa.

La aplicación clásica para el uso del par trenzado es la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN, por sus siglas en inglés), las distancias que se pueden recorrer con esta aplicación bordean varios kilómetros, para distancias mayores es necesario el uso de repetidoras (colocados normalmente en nodos o centrales telefónicas). El volumen de usuarios de la red Telefónica a nivel mundial es considerable, razón por la cual los cables que salen de las centrales telefónicas corresponden a conjuntos de miles de pares de cables (3600, 1800, 1200, 900, 600, 300, 100 pares, entre otros). Debido a la cantidad de pares, se realizan subconjuntos de pares que cumplen con ciertas reglas de codificación y coloración; también para mejorar los problemas de diafonía e interferencia se entorchan (trenzan) los pares de forma más consecutiva.

Para transmitir datos binarios por un medio de transmisión guiado (cobre), es necesario convertir cada dígito binario en una señal eléctrica. La representación eléctrica normalmente viene expresada de la siguiente forma:

- ❖ 1 binario \rightarrow corresponde a +V
- ❖ 0 binario \rightarrow corresponde a -V

En la práctica, cualquier medio de transmisión atenúa (reduce) y distorsiona (deforma) las señales que por él se transmiten; en el caso particular del cobre, las señales eléctricas transmitidas pueden verse seriamente afectadas por la atenuación y/o distorsión, razón por la cual se debe prestar atención al momento de escoger el equipamiento de red, la tasa de transmisión que se requiere y la

distancia de los dispositivos que se quiere comunicar, a fin de que los datos recibidos por el receptor sean los enviados por el emisor.

El cobre, puede ser utilizado tanto para transmitir señales analógicas como digitales. El ancho de banda (BW, por sus siglas en inglés) depende del calibre del cable y la distancia (recorrido). Además, dependiendo del tipo de equipamiento que se utilice, fácilmente se pueden llegar a velocidades de transmisión de decenas e incluso centenas de megabits por segundos [Mbps], además, y debido al bajo costo de los equipos de red, el cobre sigue siendo la primera opción en implementaciones de proyectos de pequeña y mediana escala, y en los proyectos de gran envergadura siguen liderando las terminaciones de RED (conexiones para computadoras, teléfonos, fax, etc.).

Debido a las múltiples aplicaciones del cobre, varias industrias desarrollan y seguramente continuarán desarrollando mejoras en el par trenzado por un largo tiempo. En el ámbito de las redes de datos, se han categorizado a los cables multipares (normalmente de 4 pares), las más conocidas son: la categoría 3 (**cat3**, actualmente en desuso), categoría 5 (**cat5**, usada ampliamente, inclusive hasta el año 2010), categoría 5e, categoría 6 y 7 (**cat6**, **cat7**, actualmente dominan la implementación de redes a base de cobre). La diferencia fundamental entre estas categorías es la de poder manejar señales con mayor ancho de banda (en el orden de los megahertz): 16 (**cat3**), 100 (**cat5**), 250 (**cat6**) y 600 (**cat7**) [MHz] respectivamente. En la Figura 1.2, se pueden observar las diferencias que existen entre los tipos de cable.

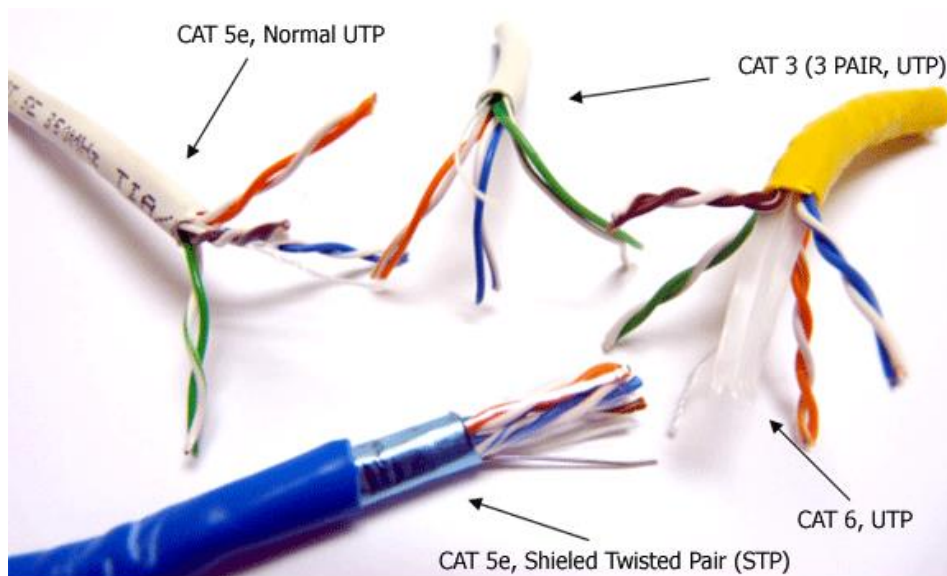


Figura 1.2. Algunos tipos de cable, par trenzado.

Fuente: (Cable Multipar, s.f)

Acorde al tipo de implementación que se requiera realizar, los cables multipares vienen equipados con chaquetas de protección “sin blindaje” (UTP, por sus siglas en inglés. Estos son los más comunes) y con “blindajes” (STP, por sus siglas en inglés); el blindaje ayuda a mejorar la respuesta del cobre frente a interferencias y/o ruido que se pudieran presentar en el entorno donde se implementa la red de cobre; sin embargo, el blindaje produce un incremento considerable en el precio y le resta maleabilidad al cable. En la Figura 1.3, se muestran las diferentes protecciones con las que suelen venir los cables multipar (UTP, STP y FTP)

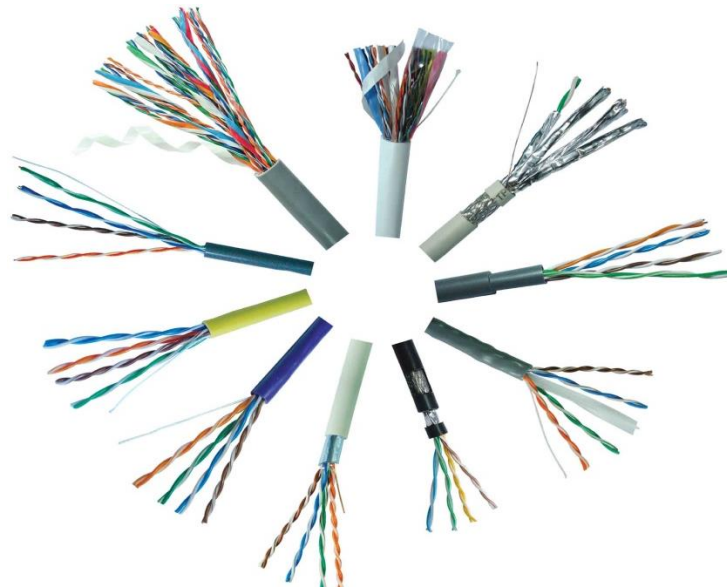


Figura 1.3. Cables multipar, con sus diversos blindajes

Fuente: (Cable Multipar, s.f)

Un fenómeno común en los cables multipar es la diafonía. Este fenómeno se produce generalmente por el acoplamiento magnético que se produce entre los hilos de cobre debido a su diferente admitancia. Aunque este problema en primera instancia se puede pensar grave (a la diafonía se la puede considerar como atenuación), este efecto se cancela cuando se trenzan los hilos multipares en parejas (2), de hecho una de las diferencias fundamentales entre los cables UTP categoría 3 y categoría 5 es la cantidad de trenzas por centímetro que tiene el uno y el otro, para mayor detalle refiérase a la Figura 1.4.



Figura 1.4. (a) UTP categoría 3 (b) UTP categoría 5

Fuente: (Tanenbaum, 2003)

Otro medio de transmisión a base de cobre, es el denominado cable coaxial. Muy utilizado y desarrollado para transmisión de señales digitales (50 ohmios) o señales analógicas y la televisión por cable (75 ohmios), el mencionado cable permite transmitir señales a mayores distancias aunque con menores velocidades

de transmisión, con mayor ancho de banda y son resistentes a mayores interferencias.

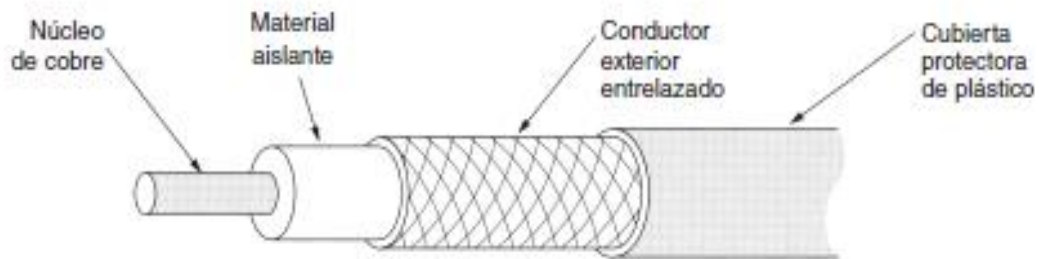


Figura 1.5. Cable coaxial, y sus componentes.

Fuente: (Tanenbaum, 2003)

Tal y como se muestra en la Figura 1.5, el cable coaxial está conformado por un alambre de cobre rígido, que se conoce como núcleo o núcleo de cobre, recubierto en su totalidad por un material aislante (epoxicos). Este material aislante está totalmente cubierto (forrado) por un conductor, normalmente dicho conductor corresponde a una malla metálica fuertemente acoplada al material aislante. Por último, los cables coaxiales cuentan con una cubierta protectora de plástico, que les brindan resistencia para exteriores y evita aterramientos. Juntos estos componentes (núcleo de cobre y demás elementos que le proporcionan blindaje), brindan una adecuada relación entre la capacidad de ancho de banda (hasta 1 GHz) para transmitir y excelente inmunidad contra el ruido, dependiendo del recorrido (distancia/longitud) y calidad del cable, así como de la relación señal/ruido (S/N) del tipo de datos a transmitir.

Como bien se mencionó en un párrafo anterior, son usados comúnmente por los proveedores de televisión por cable (su relación costo beneficio, sigue siendo atractiva para esta industria), además su maleabilidad, ductilidad, resistencia y poco peso facilita la instalación de redes basadas en este medio de transmisión, también lo suelen usar en redes telefónicas del tipo metropolitanas. Para tramos un poco extensos (vanos superiores a los 70 metros aproximadamente) suele venir adosado un cable con alma de acero, que se conoce como mensajero. Dicho cable evita tensiones innecesarias en el coaxial que podrían influir en la capacidad de ancho de banda para transmitir datos.

Para redes con mayor extensión, se suele combinar con la fibra óptica. Obteniéndose buenos resultados en cuanto al alcance, ancho de banda y velocidades de transmisión; éstas redes se conocen como HFC (Hybrid Fiber Coaxial, por sus siglas en inglés).

1.2. REDES DE FIBRA ÓPTICA

En estas redes la información se transmite por medio de un haz de luz, que viaja a través de un conductor de vidrio o material plástico. Entre las características más relevantes de la fibra óptica tenemos: inmunidad al ruido, inmunidad a interferencias electromagnéticas, elevadas tasas de transmisión e implementación de redes cuyas distancias fácilmente superan las decenas y/o centenas de kilómetros.

1.2.1. ANTECEDENTES O HISTORIA DE LA FIBRA OPTICA

Antes de comenzar a detallar las características principales de la fibra óptica (FO), es importante mencionar un poco de historia referente al uso de las ondas de luz para transmitir información, cuando fueron utilizadas por primera, y cuáles fueron las limitantes que impidieron su desarrollo desde su descubrimiento.

En su definición fundamental, las ondas de luz son una forma de energía electromagnética y fueron utilizadas por primera vez para transmitir mensajes vocales en el año 1880, mediante un equipo que tenía de nombre fotófono. Sin embargo, no tuvo gran acogida e interés de desarrollo por parte de las empresas de telecomunicaciones de la época debido a la falta de fuentes de luz fiables para transmitir los mensajes, además por contar con un medio de propagación de bajas pérdidas.

En 1960, Theodore Maiman construyó el primer láser, es gracias a esta invención que se retomó la idea de utilizar la luz como soporte para el desarrollo de las telecomunicaciones. Es más, contar con un dispositivo que emitía luz coherente y monocromática estimuló la aplicación de las comunicaciones ópticas, además de

las altas frecuencias que se podía alcanzar con la portadora (en el orden de los 10^{14} Hz). Por estas y otras características importantes, múltiples pensadores de la época comenzaron sus investigaciones y estudios, en aras de diseñar procesos de modulación y detección de luz.

Se detalla continuación, una breve cronología de las comunicaciones ópticas:

AÑO	AUTOR	ACONTECIMIENTO / EVENTO
1609	Galileo Galilei	Lente de Galileo (telescopio)
1626	Willebrord Snel Van Royen	Ley de Snell
1668	Isaac Newton	Telescopio de reflexión
1870	John Tyndall	Propagación guiada de la luz (Efecto Tyndall) Guía de luz con un hilo de agua fino.
1873	James Clerk Maxwell	Estudio de las ondas electromagnéticas. (ecuaciones de maxwell)
1888	Heinrich Rudolf Hertz	Confirmación de las Ondas Electromagnéticas OEM y su carácter común con la Luz.
1897	Lord Rayleigh	Análisis de una onda guiada (dispersión de Rayleigh)
1910	Hondros y Debei	Primer análisis teórico de la propagación de OEM en un dieléctrico cilíndrico
1930	Lamb	Experiencia con una fibra de sílice
1951	Heel, Hopkigs y Kapany	Transmisión de una imagen con un conjunto de Fibra óptica
1958 /1959	Narinder Singh Kapany	Fibras ópticas con revestimiento
1960	Theodore Harold "Ted" Maiman	Funcionamiento del láser de rubí
1960	Ali Javan	Funcionamiento del láser de He-Ne
1961 /1962	Kapany y Snitser	Modos de propagación de una Fibra óptica. Funcionamiento láser de semiconductor.
1966	Kao y Hockham	Empleo de fibra óptica para transmisiones a

		grandes distancias
1966	Uchida, Kawasaki y Nichizama	Guía de onda óptica con índice gradual
1970	Kapron y Keck	Fibra óptica con atenuación de 10 dB/Km
1972	Gambling (GB)	Ancho de banda del orden de GHz en 1 Km.
1972	Corning Glass Corp. USA	Fibra Óptica con atenuación de 7 dB / Km. (0,85 μm).
1973	AT& T Bell Laboratories (USA)	Fibra Óptica con atenuación de 2,5 dB / Km. (0,85 μm).
1975	Payne y Gambling (GB)	Estudio que prevé una dispersión de material nula a 1,3 μm
1975	AT& T Bell Laboratories (USA)	Fibra Óptica con atenuación de 1 dB / Km. (1,3 μm).
1976	NTT (Japón)	Fibra Óptica con atenuación de 0,47 dB / Km. a 1,3 μm
1978	Gambling y Matsumura	Dispersión nula en fibras unimodales/monomodos (UM).
1979	Miyachita (Japón)	Fibra Óptica con atenuación de 0,2 dB / Km. A 1,55 μm
1979	Shimado (Japón)	Transmisión por fibra a 100 Km.
1981	Beales	Dispersión inferior a 4 ps / nm/ Km. en una fibra unimodal/monomodo.
1984	NTT (Japón)	Fibra Óptica con atenuación de 0,157 dB / Km. a 1,55 μm
1986	NTT (Japón)	Fibra Óptica con atenuación de 0,154 dB / Km. a 1,55 μm

Fuente: (Autor)

Un sistema de comunicación que usa a la fibra óptica (FO) como su principal medio de transmisión se conoce como un Sistema de Transmisión Óptico. Este sistema, desde su concepción básica y asumiendo condiciones ideales, está

compuesto por tres (3) componentes: fuente de luz, medio de transmisión y detector de luz. Normalmente, un pulso de luz indica la presencia de un bit 1 y la ausencia de luz un bit 0.

La fuente de luz, se encuentra en el extremo emisor/transmisor, consta de un convertidor electro-óptico (transforma señales eléctricas en pulsos de luz). El medio de transmisión, es una fibra de vidrio ultradelgada, que dependiendo del tipo de información y características de la señal puede ser unidireccional y/o bidireccional; además, y basados en la distancia entre el emisor y el receptor, se suelen utilizar amplificadores ópticos para preservar la calidad y fiabilidad del mensaje. El detector de luz, se encuentra en el extremo receptor del sistema y está compuesto básicamente por un convertidor opto-eléctrico (transforma pulsos de luz en señales eléctricas). En la Figura 1.6 se muestra un esquema sencillo de un enlace óptico.

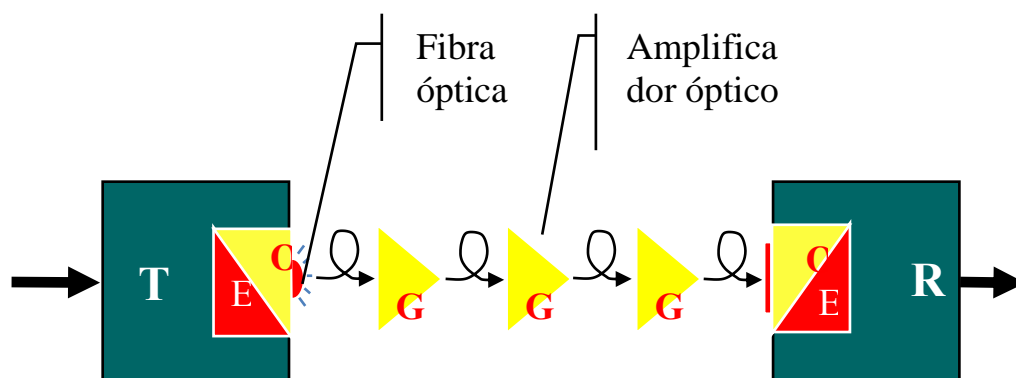


Figura 1.6. Esquema de un enlace óptico

Fuente: (Infante, s.f.)

La transmisión de señales de luz en un cable de fibra de vidrio es posible gracias al principio físico de refracción que permite la transmisión de pulsos de luz sin pérdidas considerables (en la actualidad se habla incluso de fibras cuyas pérdidas son prácticamente cero). En la Figura 1.7, se muestran ejemplos donde la luz incide sobre una frontera y se refractan o reflejan dependiendo del ángulo de incidencia.

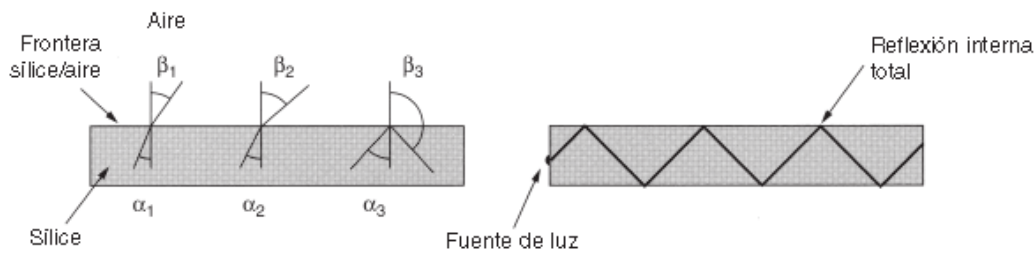


Figura 1.7. Refracción y reflexión de señales

Fuente: (Tanenbaum, 2003)

Dependiendo de las características de la fibra óptica (FO), es posible transportar múltiples señales de manera simultánea. La FO que soporta varios pulsos de luz de manera simultánea se conoce como multimodo, mientras que la FO que permite un solo pulso de luz a la vez se conoce como monomodo. El uso de una u otra depende de la aplicación que se desee desarrollar. En la actualidad tiene mayor demanda el uso de fibra monomodo (a pesar de ser más costosa) debido a las velocidades de transmisión que se pueden obtener (superiores a 50 Gbps), así como las distancias que se pueden recorrer sin el uso de amplificadores (hasta 100 Km).

Todo sistema de comunicación presenta pérdidas, comúnmente asociadas al material del medio de transmisión, entorno, entre otras. Al igual que en todos los medios transmisión, las pérdidas en FO conocen como atenuación, su unidad de medida es el decibel y depende de la longitud de onda de la luz y de las propiedades físicas del vidrio (con el que fue construida la fibra). Existe una expresión matemática que permite calcular la atenuación de una FO relacionando la potencia de entrada con la potencia de salida, misma que se detalla en la ecuación 1.

$$\text{Atenuación en decibeles } \text{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{Potencia de Salida}}{\text{Potencia de entrada}} \right)$$

Ecuación 1. Atenuación de la FO

Además de la atenuación, en un cable de FO se puede obtener la relación: señal a ruido como se muestra en la ecuación 2.

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{señal}}{P_{ruido}} \right)$$

Ecuación 2. Relación señal ruido

En un párrafo anterior se dijo que, dependiendo de la cantidad de pulsos de luz que puede transportar el cable existen dos (2) tipos de FO, además, también se dijo que el tipo más utilizado es el monomodo. Para este tipo de cable, se han identificado unas ventanas de operación donde se obtienen mejores prestaciones y menores pérdidas, se detallan a continuación las tres (3) ventanas de operación de una FO monomodo. En la Figura 1.8 y Figura 1.9 se muestra la atenuación de una FO, en función de la longitud de onda (λ).

- Primera ventana de operación: **850 nm**
- Segunda ventana de operación: **1350 nm**
- Tercera ventana de operación: **1550 nm**

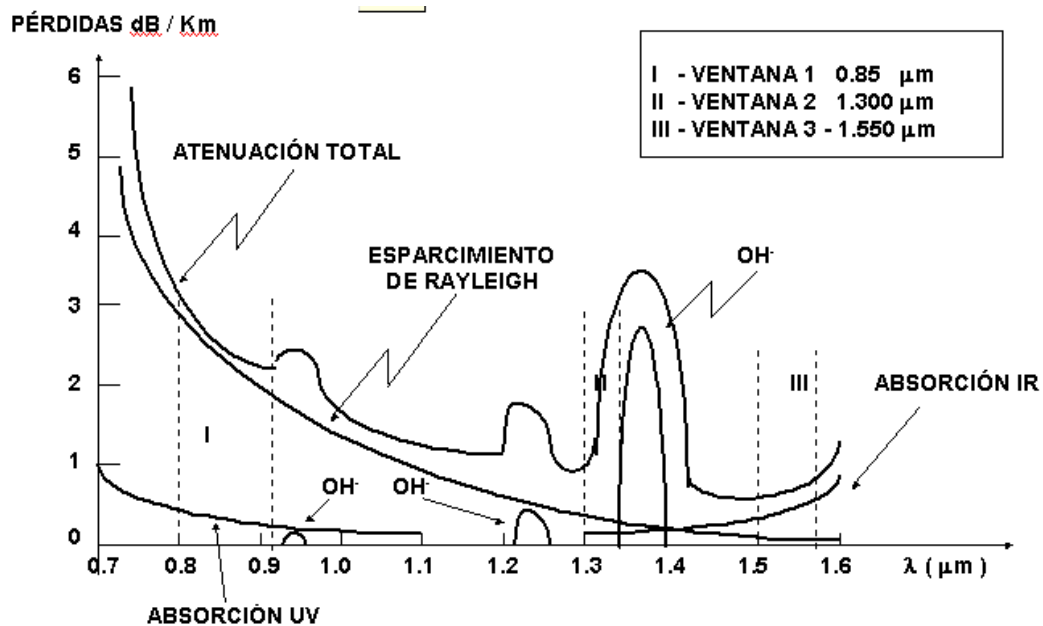


Figura 1.8. Diagrama de relación de Atenuación vs longitud de onda

Fuente: (Infante, s.f.)

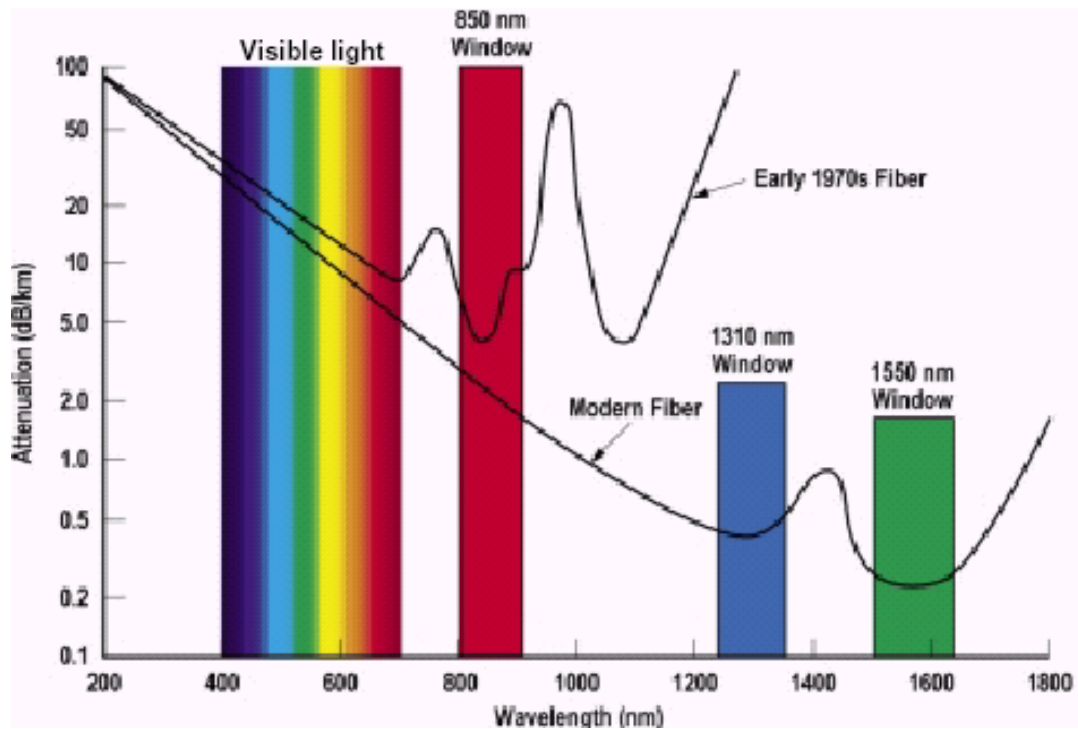


Figura 1.9. Gráfica de Atenuación vs longitud de onda

Fuente: (Infante, s.f.)

Los cables de FO pueden estar compuestos por decenas, incluso centenas de hilos de fibra de vidrio, cuentan además con revestimientos, recubrimientos, elementos de soporte y protecciones mecánicas que permiten, en la medida de lo posible, garantizar cierto nivel de robustez para su manipulación; las protecciones mecánicas también dependen del uso y el ambiente donde se vaya a implementar la red de FO, por ejemplo es muy común el uso en aplicaciones canalizadas, aéreas (autosportadas) y submarinas. Para su fácil y ordenada identificación, se utiliza el estándar ANSI/TIA/EIA 598-A (Código de colores para cables de fibra óptica) para la coloración de los tubillos contenedores de los hilos de la FO. Por otro lado, el diámetro del hilo de FO depende del tipo de modo (mono o multi); entre 8,3 a 10 micrómetros para el monomodo y entre 62,5/125 o 50/125 62,5 micrómetros para el multimodo. En la Figura 1.10, Figura 1.1 y Figura 1.12, se muestran los elementos que componen un cable de fibra óptica y el estándar de coloración de los tubillos que contienen a la fibra de vidrio.

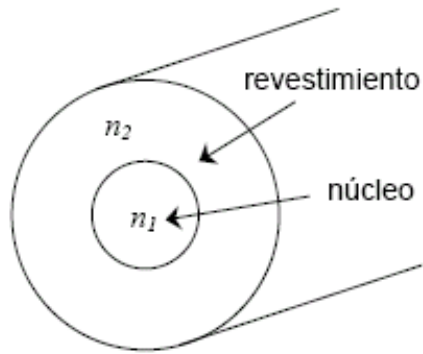


Figura 1.10. Núcleo y revestimiento de una FO

Fuente: (Fibra Óptica, s.f.)

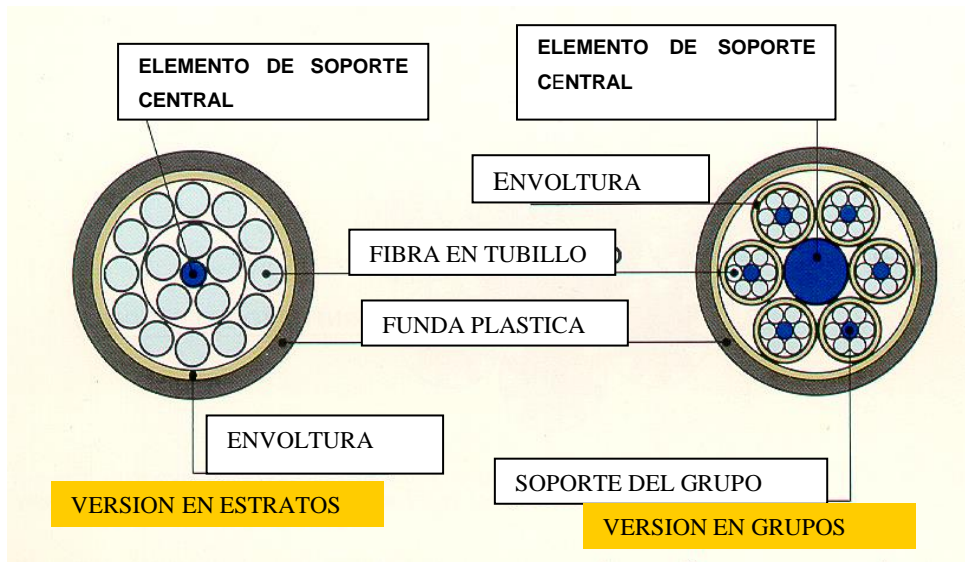


Figura 1.11. Elementos típicos de una FO

Fuente: (Infante, s.f.)

Código de color de la fibra óptica para
Tubo holgado, Tubo estrecho(TIA/EIA-598)

Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Bianco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

Figura 1.12. Estándar de coloración de tubillos, ANSI/TIA/EIA-598

Fuente: (Fibra Óptica, s.f.)

1.2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES BASADO EN FIBRA OPTICA

Transmisor:

La fuente de luz puede ser de dos tipos: LED o LASER. El primero es normalmente usado para FO multimodo, su velocidad es lenta, usa corriente de 50 a 100 mA y es de bajo costo. La energía luminosa emitida por el diodo emisor de luz (LED, por sus siglas en inglés) es directamente proporcional a la polarización del diodo; el segundo utiliza una corriente de 5 a 40 mA, puede ser utilizado tanto en las FO monomodo y en las multimodo y son más costosos que los tipo LED, la emisión es de perfil, cuenta además con una corriente de umbral y a niveles de corrientes superiores a la de umbral es coherente y a niveles inferiores es incoherente (como el LED).

En la Tabla 1.1 se muestra una breve comparación entre los dos (2) emisores de luz y en la Figura 1.13 se muestra un esquema de un LED así como la relación entre la Potencia óptica y la corriente de polarización, mientras que en la Figura 1.14 se ilustra una emisión coherente y una no coherente.

ELEMENTO	LED	LASER
Tasa de datos	Baja	Alta
Tipo de FO	Multimodo	Multimodo/Monomodo
Distancia	Corta	Larga
Tiempo de vida	Largo	Corto
Sensibilidad a la temperatura	Menor	Considerable
Costo	Bajo	Elevado

Tabla 1.1. Comparación de LED versus LASER

Fuente: (Infante, s.f.)

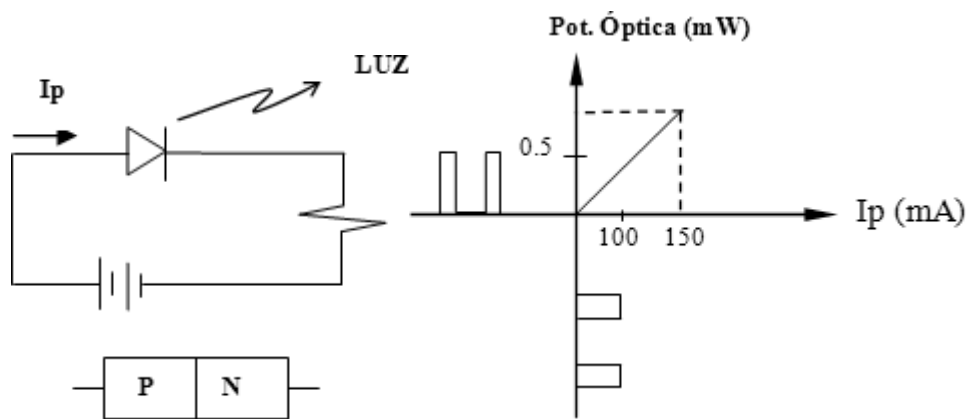


Figura 1.13. Esquema de un LED y relación entre Pot. Opt (mW) y la I_p (mA)

Fuente: (Infante, s.f.)

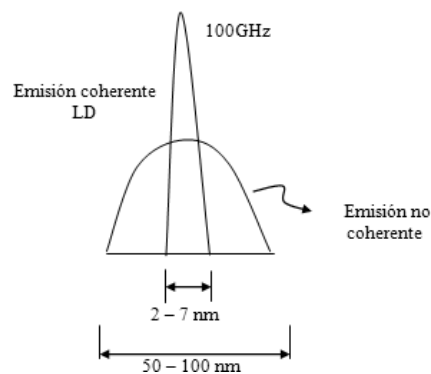


Figura 1.14. Emisión coherente (LASER), emisión no coherente (LED)

Fuente: (Infante, s.f.)

Receptor:

Pueden ser de dos tipos: fotodiodos PIN y los de avalancha APD. El primero se utiliza en sistemas que permiten una fácil separación entre los posibles niveles de luz y para recorridos (distancias) cortos, está formado por una unión P-N y entre dicha unión se intercala una nueva zona de material intrínseco I, es por esta

combinación de materiales que toma su nombre PIN, con esto se logra mejorar la eficacia del detector. En la Figura 1.15 se muestra un esquema del diodo PIN. El segundo son fotodetectores a los que aplicando un alto voltaje inverso se obtiene un efecto interno de ganancia de corriente, debido a la ionización de impacto (esto es el efecto avalancha), es decir, consisten en lanzar un electrón a alta velocidad (con suficiente energía) contra otro átomo y que este pueda arrancar otro electrón.

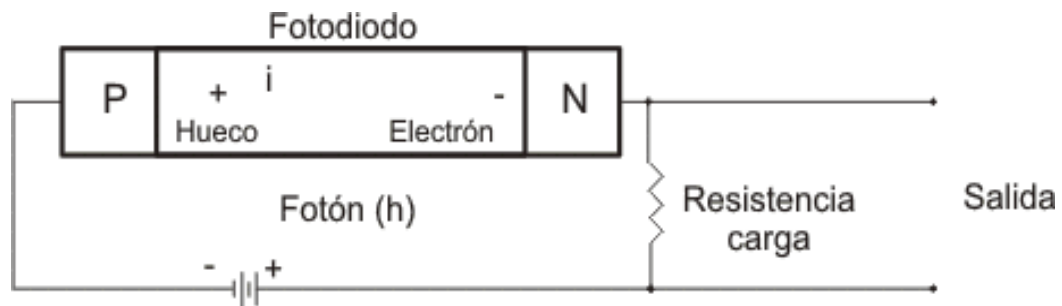


Figura 1.15. Esquema de fotodiodo PIN

Fuente: (Infante, s.f.)

Cable de fibra óptica:

La fibra monomodo, de particular interés en este proyecto, ofrece gran capacidad para transportar información, mayor velocidad de transmisión y largas distancias; además si el núcleo está compuesto por un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla del tipo monomodo de índice escalonado. En la actualidad se están desarrollando nuevos perfiles (índices) por ejemplo: el triangular, segmentado y radio (Figura 1.16), todos estos pensados en reducir las pérdidas por curvaturas, aumentar la apertura numérica y reducir la dispersión cromática. La multimodo permite transmitir múltiples haces de luz de forma simultánea por un solo hilo de fibra, más de 1000 modos de propagación, ideal para aplicaciones de corta distancia (2 Km). El núcleo de esta fibra tiene un índice de refracción mayor, pero de igual orden de magnitud que el revestimiento. Dependiendo del índice de refracción se tienen dos tipos de FO multimodo: de índice escalonado (índice de refracción constante y alta dispersión modal) y de índice gradual (índice de refracción variable, menor dispersión modal y el núcleo está hecho de diferentes materiales). En la Figura 1.17 se ilustran distintos tipos de propagación dependiendo del tipo de la FO.

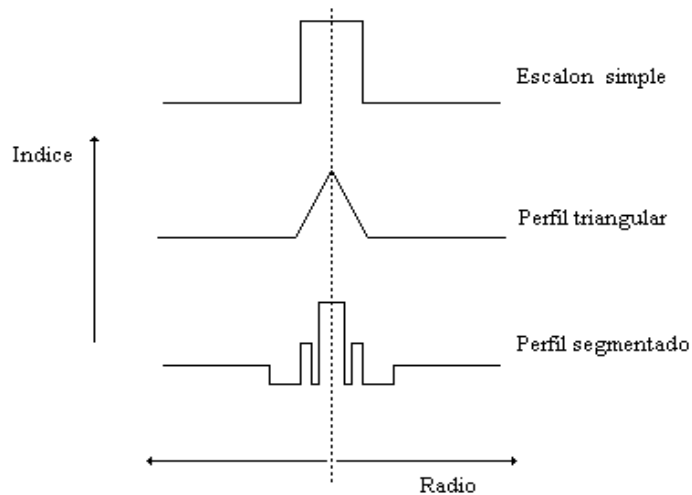


Figura 1.16. Perfiles para FO monomodo

Fuente: (Infante, s.f.)

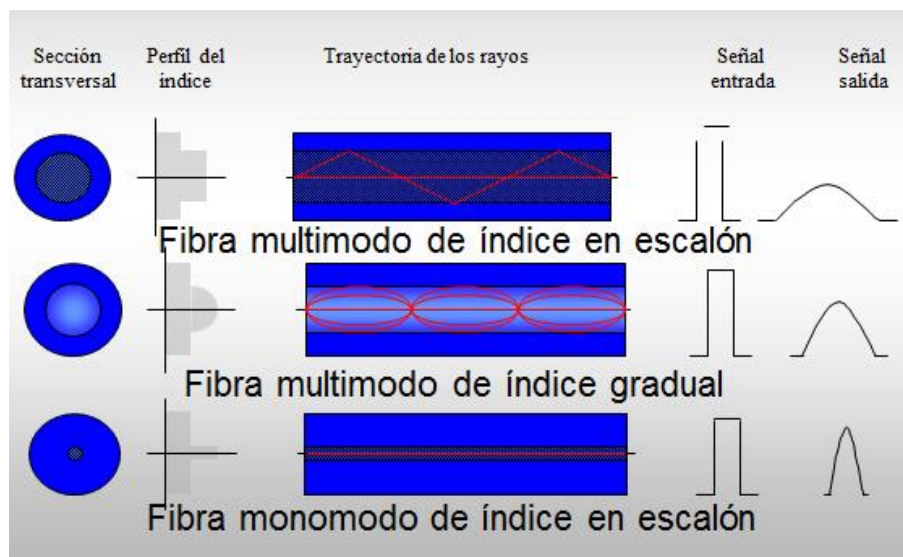


Figura 1.17. Propagación de haces de luz dependiendo el tipo de FO y el índice de refracción

Fuente: (Infante, s.f.)

Acopladores y/o conectores:

Un conector es un dispositivo que se encarga de conectar un cable de fibra a un componente del sistema de comunicación, sea este un transmisor o receptor. Dependiendo el tipo de aplicación que se desee implementar se escoge el tipo de conector, en la industria existe un sin número de conectores, refiérase a la Figura 1.18; en la Tabla 1.2 se muestran las aplicaciones según el tipo de conector.

Un acoplador es una transición mecánica que se usa para dar continuidad al paso de luz, es decir, une dos fibras inclusive si estas tienen conectores distintos.

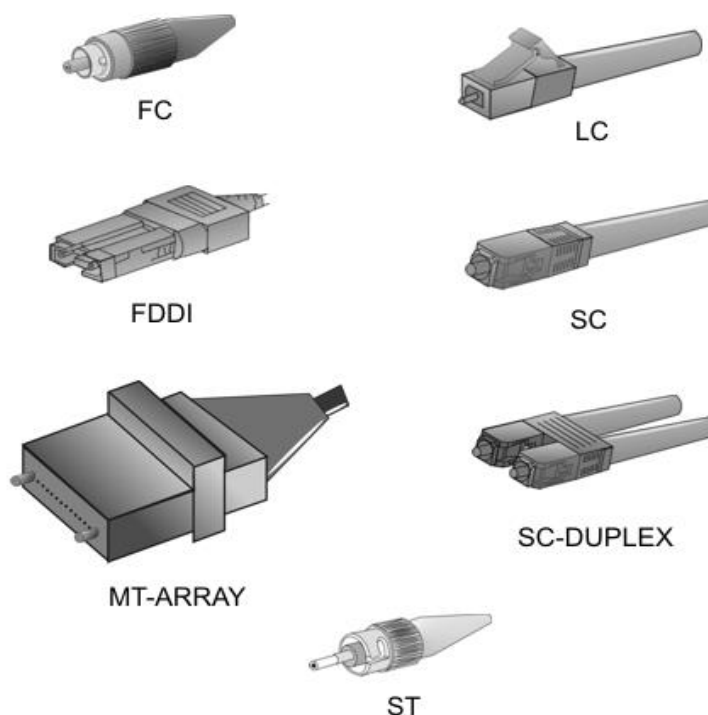


Figura 1.18. Tipos de conectores de FO

Fuente: (Fibra Óptica, s.f.)

TIPO DE CONECTOR	APLICACIÓN
FC	Transmisión de datos y en las telecomunicaciones
FDDI	Redes de FO
LC y MT-Array	Transmisión de alta densidad de datos
SC y SC-Duplex	Transmisión de datos
ST o BFOC	Redes de edificios y sistemas de seguridad

Tabla 1.2. Aplicación de los conectores de FO

Fuente: (Autor)

A continuación se muestra un esquema de un Sistema de Telecomunicaciones basado en FO (Figura 1.19), se pueden apreciar los dos (2) tipos de fuente de luz, además se observan los dos (2) tipos de receptores de luz, la representación del cable de fibra óptica, empalmes (cuando se tiende más de una bobina de cable), conectores (el tipo depende de la aplicación), repetidores (regeneran los pulsos de luz, usados cuando se recorren largas distancias), entre otros componentes.

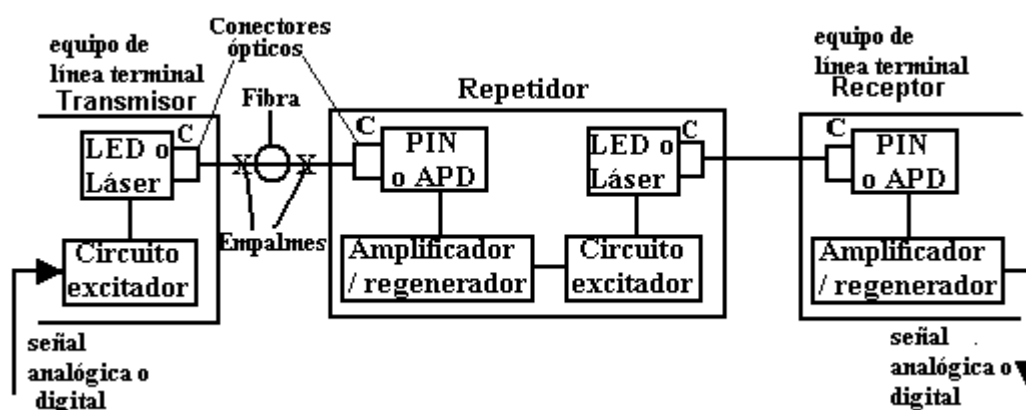


Figura 1.19. Esquema detallado de un Sistema de Telecomunicaciones Óptico

Fuente: (Infante, s.f.)

1.3. VENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA FRENTE AL COBRE

En este tópico, corresponde hablar de los innumerables beneficios que representa el uso de cables de fibra óptica en lugar de cables de cobre (par trenzado o coaxial); partiendo desde la abundancia y al parecer interminable fuente de materia prima (arena) para la construcción de cables de FO, pasando por las largas distancias que se pueden recorrer sin el uso de amplificadores/repetidores, elevadas tasas de transmisión, entre otras.

1.3.1. VENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA

La ventaja más notable de la fibra óptica frente a cualquier otro medio de transmisión guiado, es la de poder manejar grandes anchos de banda (BW, por sus siglas en inglés); solo por esta característica debería ser utilizada en redes que requieran alto rendimiento. Otro punto a favor de la FO es su baja atenuación (pérdidas), dependiendo del tipo de cable se pueden llegar a recorrer decenas de kilómetros (hasta 100 Km) sin el uso de repetidores/amplificadores. Además, las sobrecargas de energía, interferencias electromagnéticas o cortes en el suministro de energía no le afectan, inclusive no se ven afectadas por sustancias corrosivas que se pudieran presentar en el ambiente. Otra característica que motiva el uso de FO es porque sus cables son delgados y ligeros. También, y debido a que no

presentan fugas y es difícil intervenirlas, son consideradas muy seguras en relación a posibles espías o intervenciones maliciosas.

1.3.2. COMPARACIÓN ENTRE EL CABLE DE COBRE Y EL DE FIBRA ÓPTICA

El cable de fibra óptica es más ligero y compacto en comparación con el cobre, en la Tabla 1.3 se detallan las relaciones aproximadas:

TIPO DE CABLE	PESO APROX.	HORAS HOMBRE DE INSTALACIÓN
2400 Pares de cobre, 3,5 Km de largo	20650 Kg	800
Coaxial de 3,5 Km de largo	18620 Kg	400
Fibra Óptica de 3,5 Km de largo	350 Kg	88

Tabla 1.3. Comparación peso y tiempo de instalación (FO vs cobre)

Fuente: (Infante, s.f.)

Comparando la capacidad de transmisión de información, el ancho de banda (BW) por distancia, se tiene lo siguiente, Tabla 1.4.

TIPO DE CABLE	CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN (BW/Distancia)	CONVERSACIONES TELEFONICAS SIMULTÁNEAS (TEÓRICAS)
Par de Cobre	1 MHz por Km	300
Coaxial	100 MHz por Km	30000
Fibra Óptica	100 GHz por Km	30000000

Tabla 1.4. Comparación Ancho de banda por distancia (FO vs cobre)

Fuente: (Infante, s.f.)

Debido a que las pérdidas de la FO son muy bajas, se pueden tender varios kilómetros (varias decenas) sin el uso de repetidores, mientras que con el cobre se tienen que colocar repetidoras a los pocos kilómetros (en condiciones similares de

tráfico de información). La disminución de repetidores en el sistema, redundante en confiabilidad y disponibilidad del sistema. La FO cuenta con mejor calidad y permite mayor velocidad de transmisión que el cobre, además el fenómeno de diafonía es despreciable mientras que en el cobre (par trenzado) puede ser crítico en largas distancias; por otro lado, al ser poco probable que sea intervenida, brinda mayor privacidad en los canales de comunicación. A continuación se detallan las velocidades, canales de comunicación y distancias (a las que se deben colocar las repetidoras) según los diferentes medios de transmisión, refiérase a la Tabla 1.5.

TIPO DE CABLE	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (Mbits/seg)	CANTIDAD DE CANALES DE COMUNICACIÓN	DISTANCIA ENTRE REPETIDORES (Km)		
Par trenzado	2	30	1,5 - 4		
Coaxial	140	1920	4,65		
VENTANAS DE TRABAJO DE LA FO			850 nm	1300 nm	1550 nm
Fibra óptica multimodo (FO MM)	2	30	14 – 20	50	NA
	8	129	10 - 15	47	NA
	34	480	7 - 12	39	NA
	140	1920	7 -10	15 - 20	NA
Fibra óptica monomodo (FO UM)	140	1920	NA	30 - 40	75
	560	7600	7	15 - 20	75
	2000	60000	5	21	100

Tabla 1.5. Velocidad, canales y distancias de los diferentes medios de transmisión guiados

Fuente: (Infante, s.f.)

En la actualidad, existen cables de fibra óptica que permiten total estabilidad de sus parámetros en rangos de temperatura entre -60 °C hasta 80 °C. También son inmunes a pulsos electromagnéticos nucleares, además la materia prima (sílice y silicato) con la que se construyen las FO son abundantes en la naturaleza. Por otro lado, las FO proporcionan total aislamiento eléctrico, por lo tanto, no se precisa de una tierra común y pueden ser intervenidos inclusive con los equipos energizados. Como los emisores y receptores de los sistemas ópticos están en constante desarrollo, los cables de FO brindan total flexibilidad para nuevas tecnologías, conectores, etc.

A diferencia de lo que se pueda pensar, existen ciertas desventajas de la FO frente al cobre, como por ejemplo: el equipamiento y las herramientas para trabajar con FO son poco convencionales, además se requiere personal capacitado para su manejo. Aún se tiene baja eficiencia en los dispositivos que se usan como interfaz con el equipamiento electrónico. Los pulsos de luz no tienen polaridad, uso limitado para aplicaciones analógicas (debido a la no linealidad de las fuentes y receptores ópticos). Por último, la FO es muy sensible al vandalismo y/o sabotaje y su reparación puede llegar a ser complicada y costosa.

A lo largo de este capítulo se han detallado las diferentes características de los medios de transmisión guiados y no guiados. Se ha dedicado especial atención a la fibra óptica, esto en función de realzar su utilización para el diseño e implementación de sistemas de comunicación en ambientes industriales y/o adversos, por sus múltiples ventajas referente al cobre en este tipo de entornos. En el capítulo siguiente, se va a detallar sobre manera el equipamiento necesario para implementar una red capaz de satisfacer las deficiencias con las que cuenta la actual red de comunicación que se utiliza para la operación y monitoreo remoto de las seis (6) máquinas aeroderivativas que se encuentran disponibles y operando en la Central Termogas Machala II de la Unidad de Negocio Termogas Machala, de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP.

CAPITULO 2. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED PARA EL CONTROL REMOTO

Este capítulo consistirá en describir detalladamente el tipo de red, la topología, equipamiento y demás componentes necesarios para diseñar una red que permita solventar las deficiencias que presenta la actual red de comunicación que se utiliza para la operación remota de seis (6) máquinas de generación de energía del tipo aeroderivativa de la central térmica Termogas Machala II de la Unidad de Negocio Termogas Machala, de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP.

2.1. DESCRIPCIÓN

La Corporación Eléctrica de Ecuador (en lo adelante CELEC EP), es una empresa pública estratégica, que tienen como visión *“Ser la Empresa pública líder que garantiza la soberanía eléctrica e Impulsa el desarrollo del Ecuador”* y como misión *“Generamos bienestar y desarrollo nacional, asegurando la provisión de energía eléctrica a todo el país, con altos estándares de calidad y eficiencia, con el aporte de su talento humano comprometido y competente, actuando responsablemente con la comunidad y el ambiente”*.¹ Está conformada por trece (13) unidades de negocio, dedicadas a la generación y transmisión de energía. Se tienen tres (3) tipos de centrales de generación: Centrales Hidráulicas (producen su fuerza motriz por el agua), Central Eólica (produce su fuerza motriz a través del viento) y las Centrales Térmicas (producen su fuerza motriz a través de la quema de combustibles fósiles, combustión de gases). Dentro del grupo de centrales térmicas, están las que usa como combustible primario: diésel 2, bunker C, fuel oil y gas natural.

La Unidad de Negocio Termogas Machala (TGM) es una de las centrales térmicas de CELEC EP. Creada en junio del 2011 (anteriormente Machala Power 2002-2011), ésta unidad empezó con una generación eléctrica de 132 Megavatios/hora [MW/H] producto de 2 unidades de fabricación General Electric (GE), modelo MS-6001FA tipo industrial, con gas natural como combustible primario.

¹ Las negritas y cursivas las agregó el suscrito.

Posteriormente, y gracias a las expectativas de mayor producción de gas natural que tenía PETROAMAZONAS EP (empresa que suministra el combustible a TGM), se movilizaron 6 unidades de generación de energía eléctrica de fabricación General Electric, modelo TM-2500 tipo aeroderivativas, desde la Unidad de Negocio ElectroGuayas (instaladas en la Central Pascuales II, Guayaquil); en la central Pascuales II, las máquinas TM-2500 venía generando electricidad a base del combustible diésel encareciendo el costo del KW/h (kilowatt por hora).

Como bien se menciona en el párrafo anterior, las unidades TM2500 venían operando a base de combustible diésel, razón por la cual, para poder operar a base de gas natural, se tenían que hacer modificaciones: tanto en el sistema de ingreso de combustible como en el sistema de control de turbina. Para realizar estas y demás modificaciones que correspondan, se firmó el contrato No. 055-2011 entre CELEC EP Termogas Machala y la empresa Energysystem Cía. Ltda. (Subsidiaria de General Electric, fabricante e integrador del paquete Turbo-generador), el objeto contractual fue: **“Cambio de tecnología de combustión de Diésel a Gas Natural, de seis turbinas TM2500 General Electric”**. Una vez realizado el “cambio de tecnología”, estos seis (6) turbogeneradores pasaron a formar parte de lo que hoy se conoce como central Termogas Machala 2, cuya potencia instalada suma 120 MW/H. Por tanto, y considerando la potencia instalada que tienen las dos centrales (TGM I y TGM II) que conforman la Unidad de Negocio Termogas Machala, se entregan 252 MW/H al sistema nacional interconectado (SNI) a través de una subestación relevadora (13,8 a 138 KV) y la línea de transmisión Bajo Alto – San Idelfonso de 138 KV (kilo-voltios).

Este proyecto, aunque con un poco de retraso, culmina de manera exitosa en el mes de mayo del 2012; se considera exitoso porque las seis (6) máquinas quedan operativas y disponibles para generar energía eléctrica por intermedio del gas natural (como combustible primario). Dentro del alcance del contrato No. 055-2011 no se especificaba de forma clara la implementación de una red de comunicación para gestionar remotamente los seis (6) turbogeneradores; la gestión se realiza desde un cuarto de control (CR, por sus siglas en inglés). La

empresa contratista elabora un sistema de comunicación basado en fibra óptica que contaba, en primera instancia, con las características necesarias para suplir las necesidades para este tipo de industrias. Sin embargo, con el pasar del tiempo, se fueron evidenciando ciertas deficiencias en la red inicialmente implementada. Entre los problemas reportados por el personal de operaciones (capital humano encargado de la normal y correcta operación de las máquinas de generación, trabaja en el CR) se tienen:

- No actualización en tiempo real de los parámetros operativos: críticos, esenciales y/o de propósito general;
- Retardo al momento de ejecutar una acción de manera remota: el operador gestionaba una orden desde el cuarto de control y no se ejecutaban en la unidades de manera oportuna;
- Total incomunicación cuando las unidades de los extremos se encontraban desernegizadas por alguna actividad de mantenimiento: la red implementada es topología anillo y por lo tanto la información no podía converger al cuarto de control;
- Entre otras deficiencias.

La operación remota de unidades de generación eléctrica es común dentro de la industria Eléctrica, ya que permite operar varios turbogeneradores (6 en caso) con un número reducido de operadores (3 personas por turno, en caso). Para operar remotamente, es esencial contar con una red de datos veloz, disponible y confiable, puesto que, permitirá estar “enterados” en tiempo real de alguna alarma, disparo o parámetros fuera de los rangos operativos.

A continuación se describen, de manera sencilla, las características y formas de operar y/o mantener las unidades de generación.

Las máquinas TM2500 constan de un compresor axial de 16 etapas, cámara de combustión anular y turbina de alta presión; estos tres componentes forman el Generador de Gases (GG). También cuentan con una turbina de potencia que junto al generador de gases forman la Turbina de Gas. La turbina de gas esta acoplada mecánicamente al rotor de un generador eléctrico que produce los 20 MW/H a una tensión nominal de 13,8 KV. Para una correcta secuencia de todos los procesos intrínsecos para la generación de energía se precisa de un sistema de control y una interfaz hombre-máquina (HMI, por sus siglas en inglés).

El sistema de control que usan las máquinas instaladas en TGM, es MICRONET DIGITAL CONTROL SYSTEM, del fabricante WOODWARD. Este sistema utiliza una computadora portátil (laptop) con software propietario que permiten grabar eventos, configurar parámetros, re-configurar parámetros, realizar pruebas, entre otros. El software que presenta el ambiente multimedia para la operación de los turbogeneradores se llama “InTouch”, permite al personal de operaciones dar arranques, paradas, incremento y/o disminución de carga, visualización de parámetros importantes para la operación, entre otros; todo desde el cuarto de control de cada unidad de generación.

El sistema de control (MICRONET) se conecta al laptop con un cable UTP categoría 5e (patch cord de 3 metros). Sin embargo, y debido a varios factores (espacio físico, optimizar recursos humanos, ergonomía, seguridad industrial, entre otros), no se acostumbra a operar este tipo de máquinas desde el cuarto de control de la unidad. Para este cometido se construye y/o adecua un espacio físico que brinde las facilidades necesarias para monitorear, operar, cuantificar la energía producida, etc.; esta locación se conoce como cuarto de control de la central.

Como se mencionó anteriormente, Termogas Machala II cuenta con 6 máquinas (se denominan TM1, TM2, TM3, TM4, TM5 Y TM6) que están distribuidas en un área aproximada de 2500 mt², y la mayor distancia lineal entre cualquier máquina y el cuarto de control son 550 metros aproximadamente. Para cumplir con el

cometido de enlazar a los seis (6) turbogeneradores con el cuarto de control (CR), existe implementada una red de datos óptica.

A continuación se detallan brevemente los elementos de la red óptica:

- Topología, es del tipo anillo simple. Acorde a la distribución física de las máquinas, las unidades TM6 y TM3 son las de los extremos;
- Medio de transmisión, fibra óptica multimodo de dos (2) hilos con protección mecánica para interiores. Esta fibra es usada para enlazar las unidades entre si y los extremos con el cuarto de control (CR);
- La laptop HMI se conecta con un cable de cobre UTP, categoría 5, a un convertidor opto-eléctrico/Hub;
- Convertidor opto-eléctrico/Hub, reciben las señales ópticas de la fibra de vidrio y la convierten en una señal eléctrica, además permite conectarse con el sistema de control.

Las deficiencias de la red actual son:

- La topología usada es tipo anillo: esta configuración presenta problemas cuando los dos turbogeneradores de los extremos tienen problemas simultáneos de comunicación o se desenergizan al mismo tiempo durante actividades de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo.
- Fibra óptica con chaqueta para interiores: debido a la distribución y recorrido que tiene que hacer la FO para enlazar a las máquinas entre sí y con el cuarto de control, la chaqueta para interiores resulta poco conveniente, puesto que no brinda la ductilidad, maleabilidad, tracción mecánica y robustez que se requiere para en recorridos canalizados y a intemperie (temperaturas por sobre los 45 grados centígrados, humedad, inundación de los ductos, entre otros).

- Poca escalabilidad: los equipos de comunicación instalados en la red no son escalables puesto que no cuentan con puertos adicionales para comunicación (para FO y/o puertos Ethernet), además con los que cuenta (ya están ocupados) solo sirven para FO multimodo.
- Fibra óptica multimodo: para aplicaciones en el área industrial es preferible instalar fibra monomodo, debido a las elevadas tasas de transmisión que se requieren.
- Escasa identificación: los cables, equipos y demás elementos que conforman el sistema de comunicación no cuentan con una correcta y adecuada identificación, lo que dificulta un poco el reconocimiento de los componentes de red durante las actividades del mantenimiento.

A continuación, se va a presentar el esquema de la actual red, sus componentes, topología y demás. La presentación se va a realizar de manera general (enlace desde el CR hasta las máquinas), luego la del cuarto de control y por último el esquema de comunicación de la máquina. Refiérase a las Figura 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3.

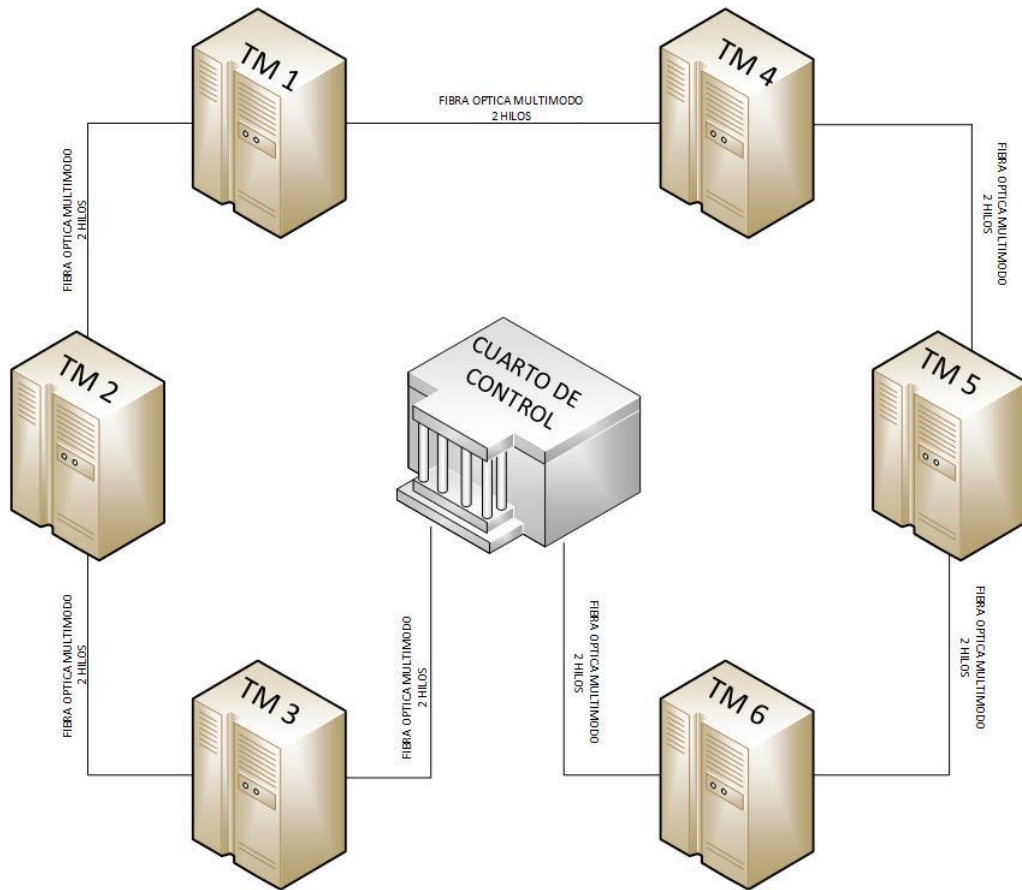


Figura 2.1. Esquema general de la red actual, tipo anillo

Fuente: (Autor)

En la Figura 2.1, se presenta el esquema general de la red tipo anillo en funcionamiento, además se muestra la disposición de los turbogeneradores dentro de la mencionada red, adicionalmente se detalla el tipo de fibra y la cantidad de hilos que tiene el cable.

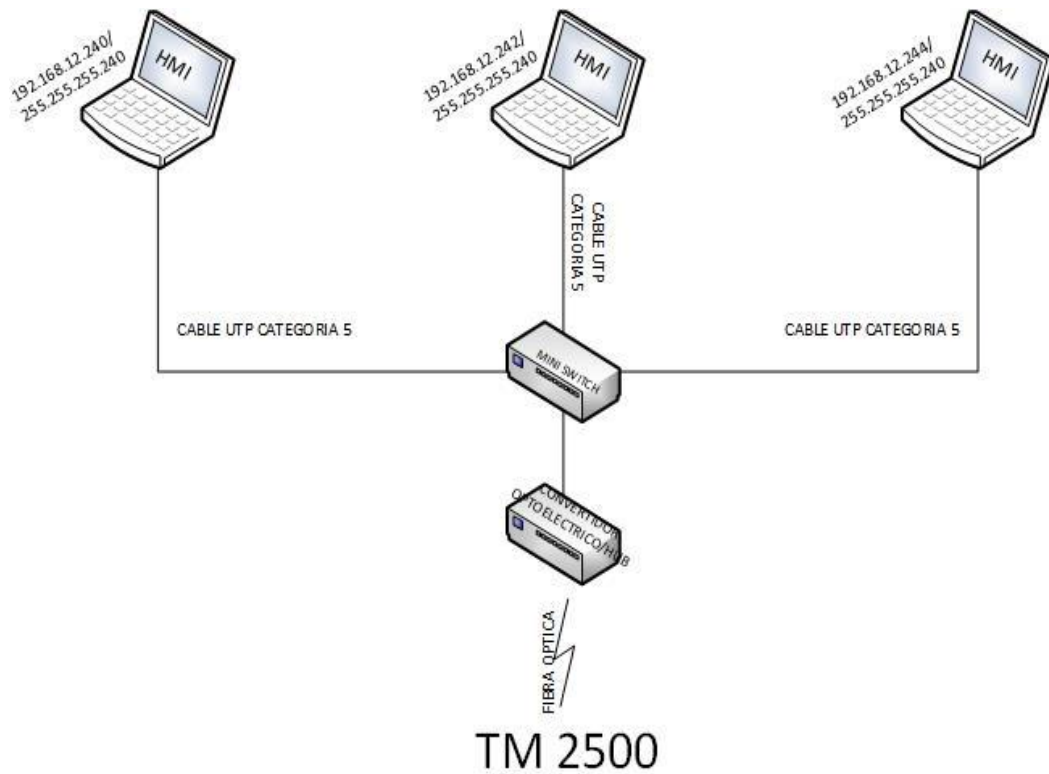


Figura 2.2. Esquema de comunicación del cuarto de control, actual -tipo anillo

Fuente: (Autor)

En la Figura 2.2, se muestran los elementos de red que están instalados en el cuarto de control de la central Termogas Machala II. Se pueden apreciar los tres (3) HMI, el mini switch que los conecta y el convertidor opto-eléctrico que transforma las señales de campo (pulsos de luz) en pulsos eléctricos.

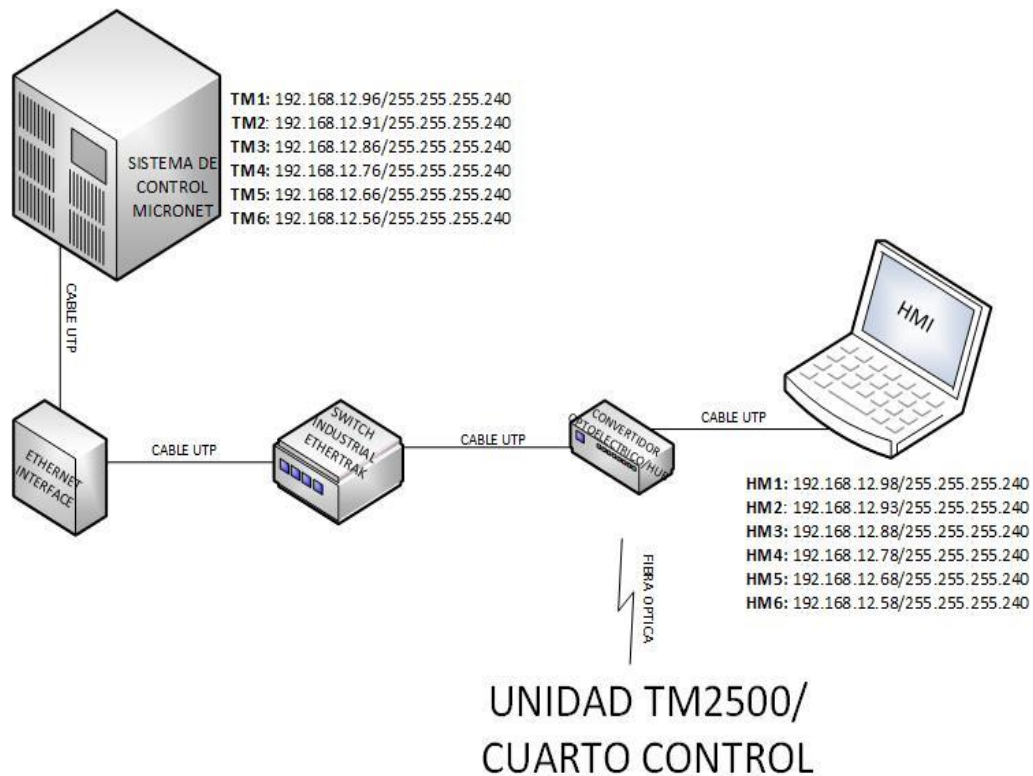


Figura 2.3. Esquema de comunicación de los turbogeneradores, actual-tipo anillo

Fuente: (Autor)

En la Figura 2.3, se muestran los elementos de red que están instalados en cada uno de los turbogeneradores (6) que conforman la central Termogas Machala II. El sistema de control de turbina MICRONET es quien genera los datos que se transmiten por la red, previo a dicha transmisión se “filtra” la señal y se bifurca, tanto para comunicarse con las otras máquinas (por su topología anillo) y para el HMI propio del turbogenerador (sirve para operar la máquina en sitio).

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA NUEVA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA EL CONTROL REMOTO DE 6 UNIDADES DE GENERACION ELECTRICIA

Basado en las deficiencias de la red actual, se pensó en desarrollar una red paralela que brinde, al personal de operaciones de la central Termogas Machala II, mayor confianza al momento de tomar decisiones basados en lecturas y/o alarmas que se le pudieran presentar en los HMI del cuarto de control. Las características

de los componentes y la topología seleccionada para la nueva red LAN de datos (red de acceso local, por sus siglas en inglés) son:

TOPOLOGÍA → La arquitectura escogida para la conectividad es del tipo estrella. Como se muestra en la Figura 2.4, en la topología estrella todas las estaciones de trabajo (máquinas de generación en nuestro caso) se conectan a un punto central por el que pasan todas las comunicaciones (transmisión de información); las máquinas de generación no se conectan entre sí.

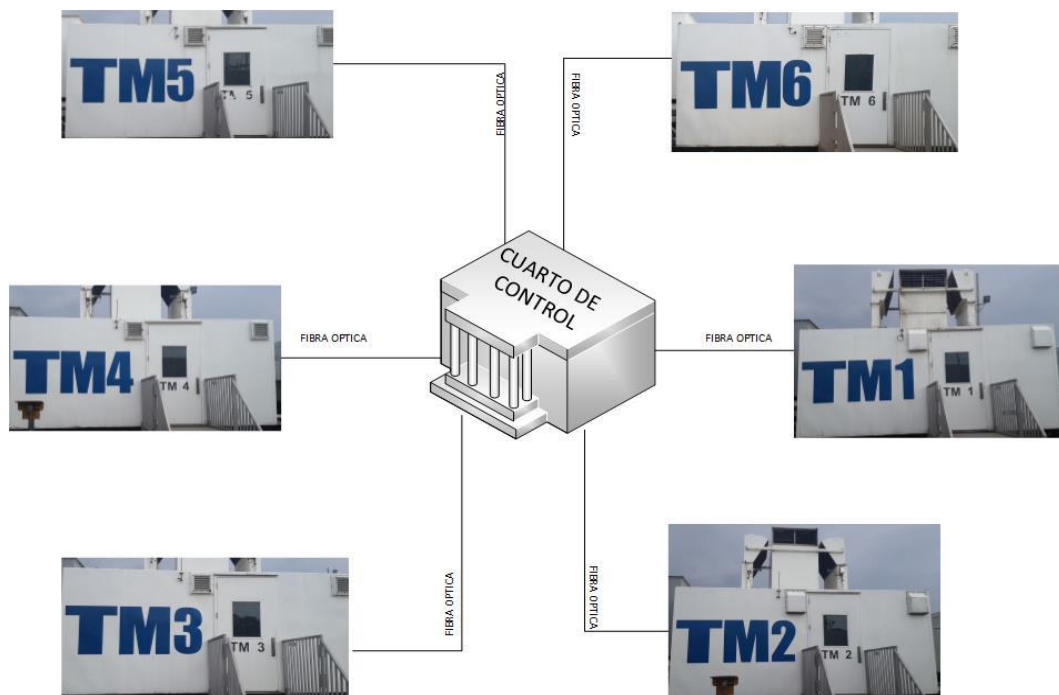


Figura 2.4. Topología estrella.

Fuente: (Autor)

A pesar de que esta topología tiene múltiples ventajas para este tipo de aplicaciones, un punto de inflexión importante es que, en caso de fallar el switch principal de comunicación (el que gestiona todas las comunicaciones) la red fallaría o dejaría de funcionar. Para prevenir este tipo de fallas se implementarán rutinas de mantenimiento rigurosas en función de monitorear constantemente el switch principal evitando fallas imprevistas. Además, y en función de tener una red de respaldo (back-up), la red anterior (anillo) no ha sido desconectada y/o desconfigurada. En caso de sufrir de manera súbita una falla la red estrella, se restablecería la comunicación entre las máquinas de generación y el cuarto de

control, solo con conectar los cables de red (multipar categoría 5) a los HMI instalados en el cuarto de control

Las ventajas y desventajas de la topología estrella son:

Ventajas:

- Permite adicionar/suprimir equipos a la red de manera simple, además de re-configurar rápidamente la red, en caso de requerirse.
- En caso de que una máquina de generación eléctrica se apague/desconecte por trabajos de mantenimiento o de manera súbita (por alguna falla en la alimentación de energía, por ejemplo), solo se verá afectada la comunicación con esa unidad. Por otro lado, en caso de existir un corte en la FO, solo se afecta a la máquina que sufrió el corte del cable.
- Por el tipo de configuración, existe una centralización de la red. Esto permite discriminar de manera más rápida las posibles novedades/eventos que se pudieran presentarse en la misma.
- Normalmente en este tipo de arquitecturas es fácil prevenir daños y/o conflictos de comunicación.
- Los costos asociados al mantenimiento de la red, son menores en comparación a otras topologías.

Desventajas:

- Si el switch principal falla, toda la red se ve afectada, pudiendo inclusive dejar de transmitir o desconectar toda la red.
- Resulta un poco más costosa en comparación a otros tipos de topologías (anillo o bus) por la cantidad de cable a tender en su implementación.

FIBRA ÓPTICA → El cable de fibra de óptica escogido para esta aplicación es un cable monomodo, de seis (6) hilos, diseñado para ambientes canalizados y de exteriores. Está revestido de una armadura lo suficientemente robusta para soportar el recorrido que se debe efectuar, así como las inclemencias del clima y las limitaciones de espacio que tienen los ductos canalizados. Se propone utilizar la fibra óptica de la serie G.652.D (versión mejorada de la serie G.652), favorable en aplicaciones industriales e ideal para desarrollar proyectos de corto y mediano alcance y recorrido. La fibra G.652 tiene un mayor rendimiento (baja atenuación) cuando trabaja en las ventanas de 1310 y 1550 nm, incluida la región 1383 nm (acorde a la subcategoría G.652.D de la UIT). Además, debido a las velocidades de transmisión que se requieren (menores a 2,5Gbps en nuestro proyecto), es ideal su relación costo versus rendimiento puesto que no requiere compensadores de dispersión.

En la Figura 2.5 puede verse que la FO está compuesta por:

- **Optical fiber:** Son los hilos de fibra de vidrio por donde se transmiten los pulsos de luz (información).
- **Jellycompound:** Sirve para llenar todas las intersecciones entre los cables, impidiendo la propagación de humedad, sin embargo, su densidad le permite a las fibras moverse en presencia de fuerzas.
- **Loosetube:** Tubillo contenedor de los hilos de fibra, hasta 12 hilos por tubillo.
- **Water swellable yarn:** Hilo hinchable en agua. Sirve para desplazar la humedad (agua) en el cable de fibra
- **Filler:** Tubillo de relleno y/o soporte
- **CSM:** Elemento central de refuerzo del cable, brinda soporte para la tracción mecánica

- **Water swellable tape:** Envoltura (cinta) hinchable en agua. Recubre todos los tubillos de fibra
- **ECCS Tape:** Envoltura (cinta) que recubre todo el conjunto del cable
- **Outerjacket:** Funda de protección externa

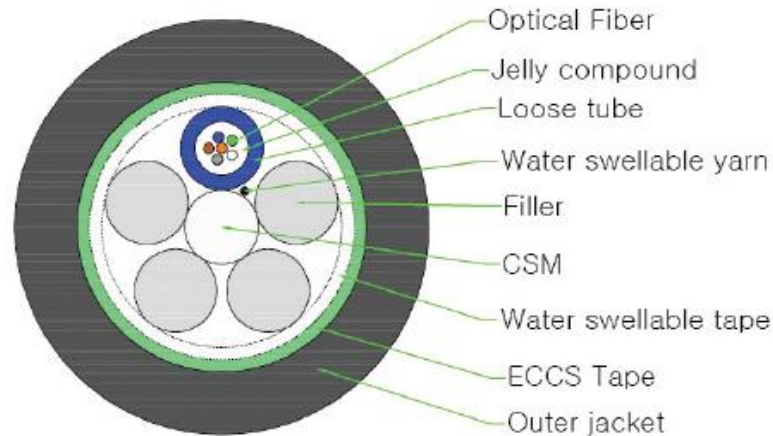


Figura 2.5. Elementos que componen la FO a utilizar en el presente proyecto

Fuente (Infante, s.f.):

OPTICAL DISTRIBUTION FRAME PRINCIPAL (ODF_princ) → Este es el concentrador/organizador de todos los cables de FO que vienen de las unidades de generación, estará ubicado en el rack de piso que se va a instalar en el cuarto de control de la central TGM II. Para un mejor manejo e identificación de los cables, se instalarán 2 bandejas ODF raqueables con capacidad de 18 y 24 hilos de fibra respectivamente. En total se tiene una disponibilidad de 42 hilos, mientras que la cantidad de hilos que se van a instalar son 36 (6 hilos en cada una de las 6 máquinas).

En la Figura 2.6, se muestra un ODF de 1U para 24 hilos de fibra.



Figura 2.6. ODF raqueable

Fuente: (Optical Distribution Frame Pared, s.f.)

OPTICAL DISTRIBUTION FRAME SECUNDARIOS (ODF_sec) → Estos concentradores/organizadores serán instalados en cada una de las unidades de generación, tienen capacidad para organizar hasta seis (6) hilos y pueden ser instalados en las paredes laterales o posteriores de los cubículos de control de las máquinas, refiérase a la Figura 2.7.



Figura 2.7. ODF de pared

Fuente: (Optical Distribution Frame Pared, s.f.)

CONVERTIDORES OPTO-ELÉCTRICOS (MEDIA CONVERTER) → Estos dispositivos electrónicos serán utilizados para transformar la señal eléctrica que sale del puerto Ethernet, del sistema de control MicroNet Digital Control

System, en pulsos de luz y así poder transmitir la información por la red de FO implementada. Otro convertidor es necesario para la conexión con el switch. En la Figura 2.8 se muestra un media converter, se puede apreciar el puerto Ethernet y un conector para dos hilos de FO, uno para transmisión y el otro para la recepción



Figura 2.8. Media – Converter

Fuente: (TP-LINK, s.f.)

SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA (UPS) → Es el dispositivo eléctrico/electrónico que va a suministrar energía eléctrica a todos los elementos de la red, que se encuentran instalados/conectados en el Rack principal del sistema de comunicación óptica, cuando la alimentación primaria de voltaje se corte/falle por algún defecto fortuito y/o desconexión por alguna actividad de mantenimiento. Además, debido a la topología de la red implementada (se tiene un switch principal de comunicación) y a la importancia de los datos transmitidos por la misma, se hace necesario contar con un equipo robusto y fiable para respaldar la alimentación de energía.

Para realizar la cuantificación de carga se elaboró una tabla de análisis de carga de todos los componentes de la red que se encuentran ubicados en el cuarto de control (refiérase a la Tabla 2.1). Luego de esto se hizo el dimensionamiento del UPS, se requiere un UPS de 1500VA/1200 Watt, tipo raqueable (2U) para contar con una instalación fácil y segura, refiérase a la Figura 2.9.

Descripción	Unidad	Cantidad	Potencia (x unid)	Potencia Total
Switch CISCO 2960-S, de 24 puertos	Vatio	1	150	150 [W]
Media Converter (6 + 2 de reserva)	Vatio	8	160	120 [W]
Ventilador de enfriamiento del rack	Vatio	2	50	100 [W]
Mini switch	Vatio	1	60	60 [W]
POTENCIA REAL A INSTALAR				430 [W]
FACTOR DE POTENCIA				0,8
POTENCIA APARENTE A INSTALAR [Pot real / cos⁻¹ (0,8)]				540[W]
CORRIENTE A INSTALAR				5 [A]
POTENCIA DE RESERVA				60%
POTENCIA APARENTE PROYECTADA				860 [VA]

Tabla 2.1. Estimación de carga de los elementos de red del cuarto de control

Fuente: (Autor)



Figura 2.9. UPS Raqueable

Fuente: (Tripp Lite, 2014)

SWITCH CENTRAL (PRINCIPAL) → Para este cometido se ha pensado en un switch de 24 puertos Ethernet 10/100 o 10/100/1000, raqueable (2U), con alimentación de 110 voltios 50-60 Hz; que cuente además con entradas para fibra óptica (SFT o SFT+, para interconexiones futuras entre switches). En este switch se integrarán y gestionarán todos los datos e información proveniente de las seis (6) unidades de generación. Por ser el centro de la red, debe contar con prestaciones y características robustas en virtud de garantizar, en la medida de lo posible, una confiabilidad y disponibilidad elevada de la red. Se propone el switch Cisco Catalyst 2960-S que se muestra en la Figura 2.10.



Figura 2.10. Switch Central

Fuente: (CISCO CATALYST 2960 SERIES SWITCHES, s.f.)

SWITCH DE PARED (SECUNDARIO) → Para una total independencia de la red a implementar, se pensó en colocar un switch pequeño (5 puertos Ethernet, Figura 2.11) en cada unidad de generación, este va hacer la interfaz de comunicación entre el media converter ubicado en cada turbogenerador y el switch industrial propio de cada máquina (aquí se recogen las señales que salen del sistema de control **MicroNet Digital Control System** y se reparten a los diversos sistemas Scada's ya implementados). Esta independencia se dejó en función de contar con la red anillo como respaldo, en caso de que la nueva red implementada falle.



Figura 2.11. Switch Secundario

Fuente: (TP-LINK, s.f.)

RACK DE PISO CON PUERTA DE VIDRIO TEMPLADO (44U) → Esta estructura metálica se concibió pensando en un espacio físico que brinde a los equipos principales de la red (switch principal, UPS, ODF, Media-Converter, entre otros) una distribución adecuada y ordenada (refiérase a la Figura 2.12), además de seguridad y una correcta ventilación (cuenta con su propio sistema de ventilación). Su puerta frontal es de vidrio templado, lo que le permite al operador de control o personal de mantenimiento observar el estado de los led de “status”

de los equipos y con esto evidenciar de manera oportuna algún mal funcionamiento o novedad de los componentes allí montados. Tiene una capacidad de 42U efectivos, además cuenta con canaletas laterales que permiten ordenar (peinar) de manera adecuada los diferentes cables que allí se conectan. Todas las dimensiones del rack son estándar (alto, ancho y profundidad), lo que brinda total compatibilidad con los demás equipos de red. La alimentación para el sistema de ventilación es de 110/120 V a 50/60 Hz. Su estructura metálica es de aluminio cubierta con una película de pintura especial (antiestática).



Figura 2.12. Rack de piso con puerta de vidrio

Fuente: (RACK DE PISO, s.f.)

PATCH CORD DE FIBRA ÓPTICA (LATIGUILLOS/PIGTAIL) → Serán utilizados para conectar las terminaciones de los hilos de los cables de FO tendidos desde todas las unidades de generación hasta el cuarto de control de TGM II, Figura 2.13.



Figura 2.13. Patch cord de FO

Fuente: (Patchcorduri, 2014)

PATCH CORD DE COBRE → Serán utilizados para conectar los diferentes puntos donde la red a implementar convierte los haces de luz en señales eléctricas, Figura 2.14.



Figura 2.14. Patch cord multipar FTP

Fuente: (BEE2B, 2011)

ORGANIZADOR HORIZONTAL → Se consideró el uso de organizadores horizontales para ordenar todos los cables que llegan al rack de piso instalado en el cuarto de control de la central TGM II, Figura 2.15.

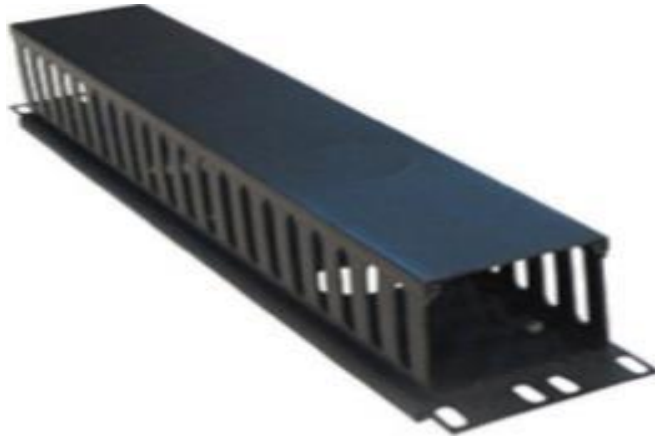


Figura 2.15. Organizador horizontal raqueable

Fuente: (Mercado Libre, 2014)

2.3. DISEÑO DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA

2.3.1. ESQUEMA DE LA RED A IMPLEMENTAR

A continuación se procede a presentar el esquema de la nueva red a implementar. Al igual que en el esquema anterior, se muestra su topología, componentes, configuración lógica, entre otros. Se detallan los esquemas con imágenes genéricas. En las Figura 2.16, Figura 2.17, Figura 2.18 se muestran los esquemas a implementar.

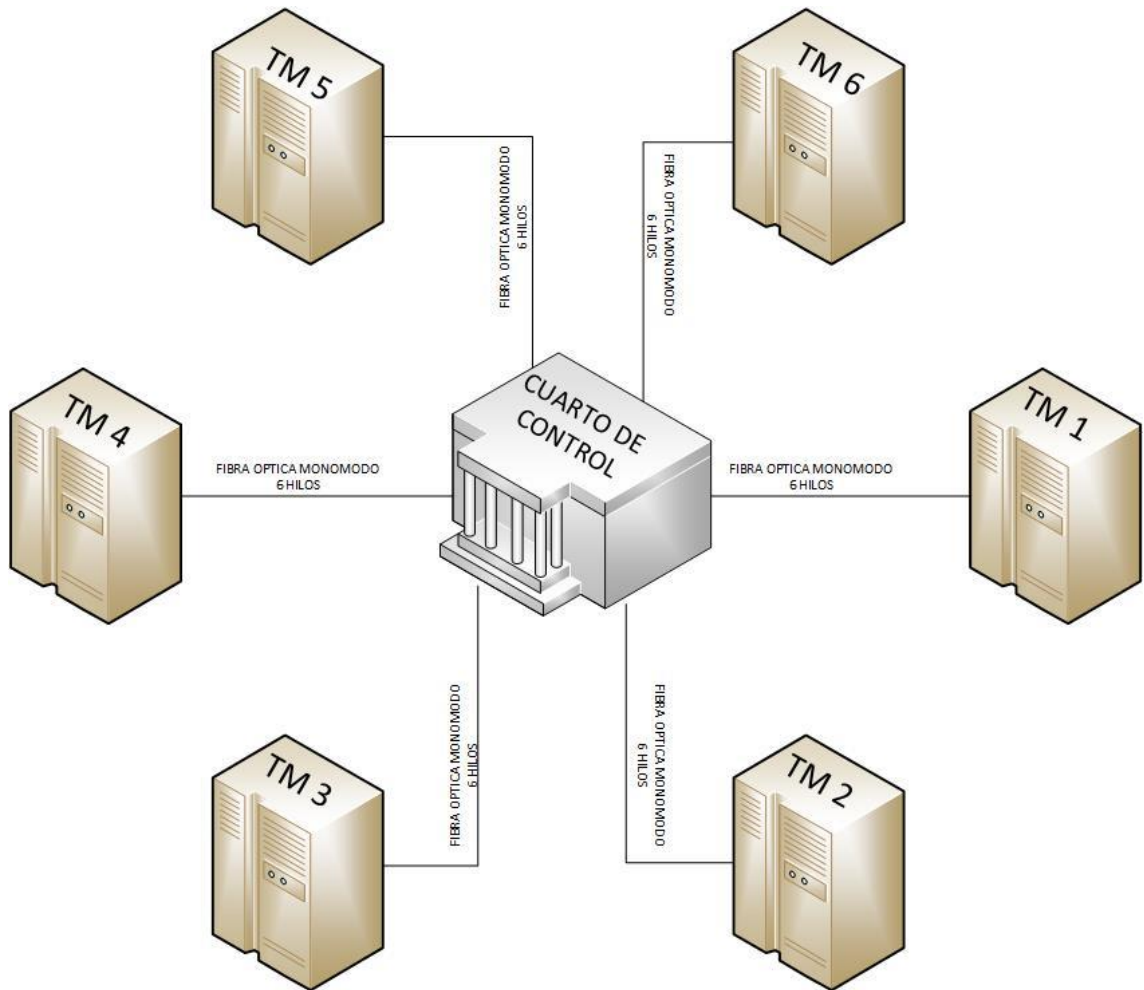


Figura 2.16. Esquema general de la red a implementarse, tipo estrella

Fuente: (Autor)

En la Figura 2.16, se presenta el esquema general de la red tipo estrella que se va a implementar, además se detalla el tipo de fibra (monomodo) y la cantidad de hilos (6) que tiene el cable.

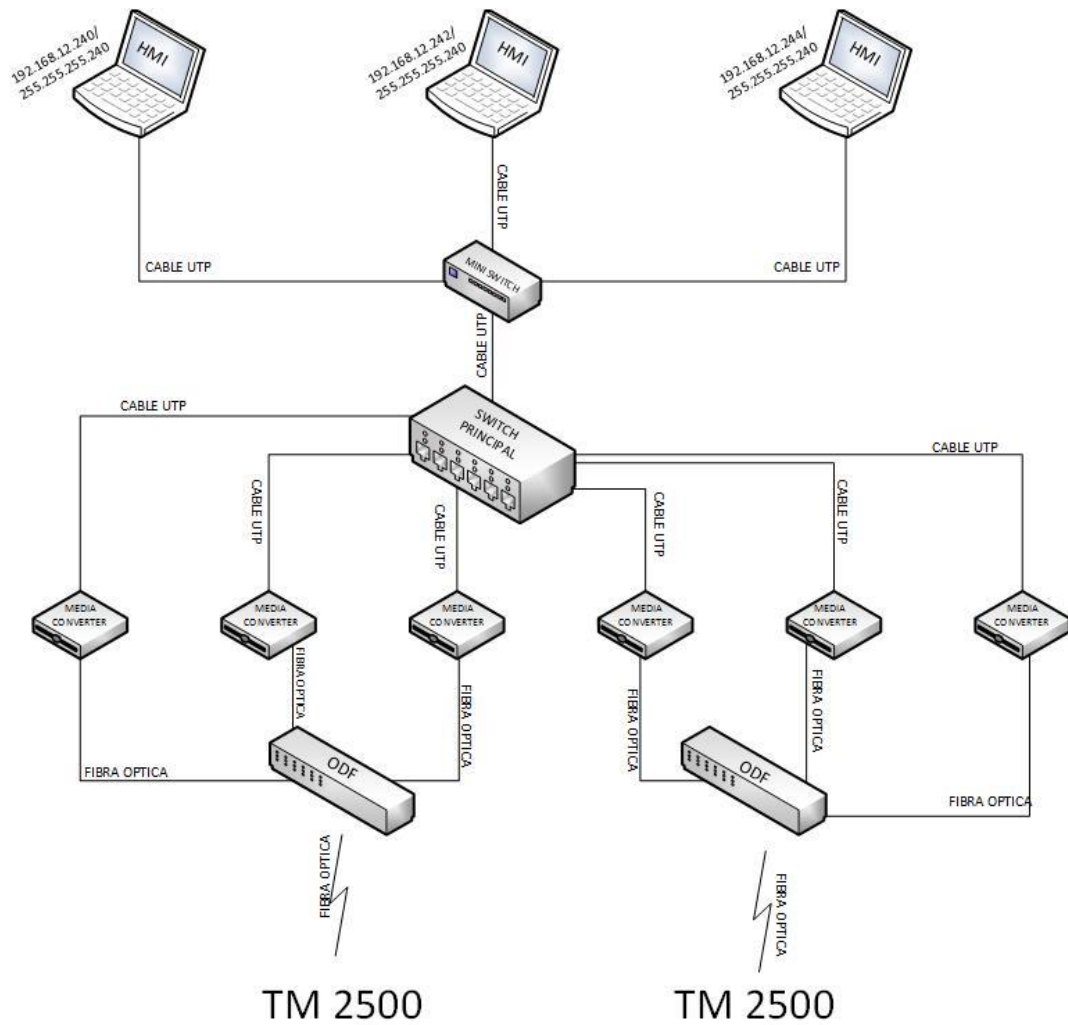


Figura 2.17. Esquema de comunicación del CR, a implementarse -tipo estrella

Fuente: (Autor)

En la Figura 2.17, se exponen los elementos de red que están instalados en el cuarto de control de la central Termogas Machala II. Se pueden apreciar los tres (3) HMI, el mini switch que los conecta, el switch principal de la red, los convertidores opto-eléctricos y los ODF's. Además se detalla el tipo de cable usado (fibra óptica / par trenzado).

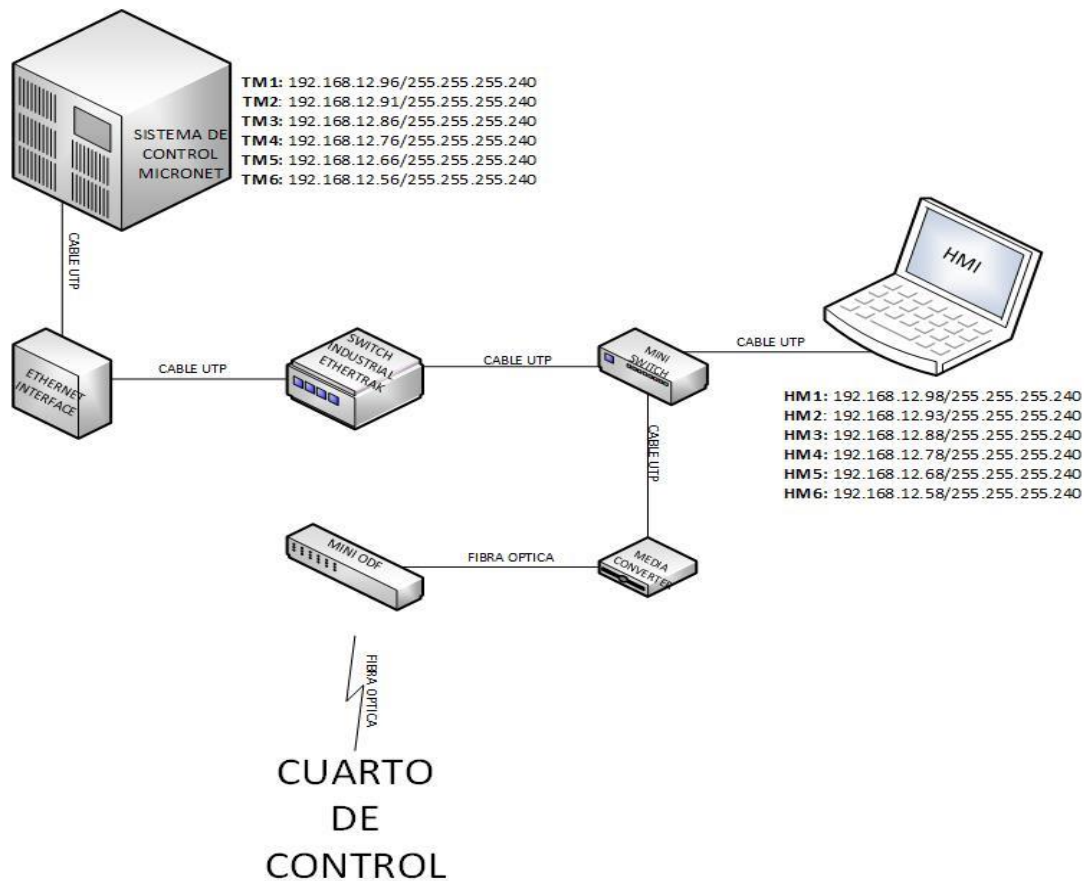


Figura 2.18. Esquema de comunicación del turbogenerador, a implementarse tipo estrella

Fuente: (Autor)

En la Figura 2.18, se muestran los elementos de red que están instalados en cada uno de los turbogeneradores (6) que conforman la central Termogas Machala II. El sistema de control de turbina MICRONET es quien genera los datos que se transmiten por la red, previo a dicha transmisión se “filtra” la señal (Ethernet interface) y se conecta con el switch industrial Ethertrak (propio de cada máquina), luego de esto se llega a un mini-switch y reparte la señal a dos (2) puntos: el HMI (para operar desde cada máquina) y al media converter, hasta este punto, todas las conexiones se hicieron con cable multipar FTP. Luego se muestra el mini ODF y desde este sale la FO hasta el cuarto de control.

2.3.2. INSTALACIÓN DE LA NUEVA RED

Es importante detallar los trabajos realizados en función de implementar la red de datos propuesta en el presente trabajo para la titulación. A continuación los pasos seguidos:

1.- Se hizo un reconocimiento y recorrido por donde se tenía pensado tender el cable de FO para este proyecto. Luego se procedió a ubicar la bobina de cable (1500 metros) en un punto medio (entre las máquinas y el cuarto de control) con la finalidad de facilitar en algo el tendido del cable hacia cada una de las máquinas. Entre los inconvenientes encontrados durante el desarrollo de esta actividad se tienen:

- No estaban “enrutados” (con una guía para pasar el cable) los ductos por donde se tenía pensado pasar el cable de fibra. Mientras se estaba pasando el alambre galvanizado que iba a servir de guía se encontraron taponados ciertos ductos, fue necesario hacer excavaciones en aras de buscar el punto donde estaba la obstrucción y en caso de encontrarse roto o partido tenía que ser reemplazado. Luego se comenzó a realizar el tendido del cable, en esta actividad fue necesario tener mayor precaución debido a que la canalización que se iba a usar estaba ocupada de manera parcial y los cables que por ella pasan son frágiles e importantes para el monitoreo permanente que hacen los entes reguladores del sector eléctrico, así como de los sistemas Scada’s internos para controlar/monitorear otros procesos.
- Otra dificultad que se presentó es que, debido al despacho comercial de las Unidades de generación, todas las unidades estaban energizadas y operando (en línea) cuando se tendió el cable de FO. Fue necesario tener precaución extrema sobre todo al ingreso de cada unidad puesto que el punto de ingreso es cercano a las barras de alimentación para los sistemas auxiliares (480 VAC).

Paralelamente al tendido del cable se colocaron unos identificadores para reconocer de manera rápida la fibra tendida en este proyecto.

Por otro lado, y a pesar de que la FO posee una armadura resistente y diseñada para ambientes exteriores canalizados, al ingreso de cada máquina y del cuarto de control se colocó una manguera anillada que sirve de recubrimiento adicional, además de brindar una fácil identificación.

No se dejó reserva de cable en el cuarto de control propio de cada máquina ni en las cajas de paso por donde pasa la FO por la limitación de espacio en los dos (2) lugares; se dejó una reserva de aproximadamente 30 metros en el cuarto de control.

Previo al corte del primer tramo de FO tendido, se definió la ubicación del Rack de piso para los principales equipos de la red (instaladores, personal y jefatura de operaciones). A continuación se muestran algunas fotografías registradas cuando se realizaba el trabajo (Figura 2.19, Figura 2.20 y Figura 2.21).



Figura 2.19. Tendido de FO y búsqueda de ductos taponados

Fuente: (Autor)



Figura 2.20. Ingreso de la FO por las cajas de paso y etiquetado del cable

Fuente: (Autor)



Figura 2.21. Ingreso de la FO hacia el cuarto de control y hacia cada máquina

Fuente: (Autor)

2.- Una vez definida la ubicación en el cuarto de control, se procedió a la instalación del rack de piso (Figura 2.22). Durante esta actividad no se presentaron problemas de relevancia, entre las pocas consideraciones que se tomaron estuvieron la de conectar el cable de tierra de la estructura metálica al sistema de tierra común del CR, además de verificar si existía un tomacorriente cerca para poder conectar el sistema de ventilación del rack de piso.



Figura 2.22. Instalación del rack de piso

Fuente: (Autor)

3.- Establecida la ubicación de los mini ODF's en el cuarto de control de cada unidad de generación, se instaló la base de la bandeja del mini ODF en la pared lateral de uno de los cubículos de control. Luego se comenzó a “preparar” el cable de FO y cada uno de los seis (6) hilos de fibra de vidrio. La preparación consiste en retirar las diferentes capas de poliuretano, epoxicos y vaselina que le sirven de protección a cada hilo y al cable. Después de la “preparación” se procede a realizar el corte de cada hilo con la ayuda de una cortadora especial para FO (tipo guillotina), se deben realiza cortes exactos y longitudinales. Posteriormente se fusiono cada uno de los hilos de fibra con los pigtailes previamente gestionados para este cometido (especiales para FO monomodo de la serie G.652.D). Una vez realizada cada fusión, y con la ayuda del mismo equipo, se verifico la exactitud de las fusiones realizadas, además se colocó unos tubillos termo-retractiles para proteger las fusiones realizadas. Por último se “arman y peinan” todos los hilos en el organizador tipo casete y se coloca la parte superior del mini ODF; el equipo fue etiquetado como corresponde. A continuación se detallan varias fotografías donde se evidencia el trabajo realizado (Figura 2.23, Figura 2.24, Figura 2.25 y Figura 2.26):

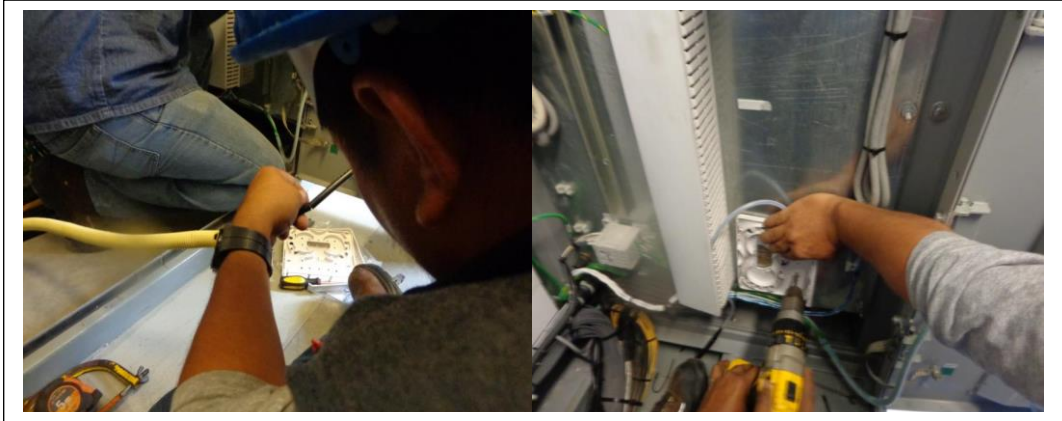


Figura 2.23. Instalación del mini ODF y preparación del cable de FO

Fuente: (Autor)

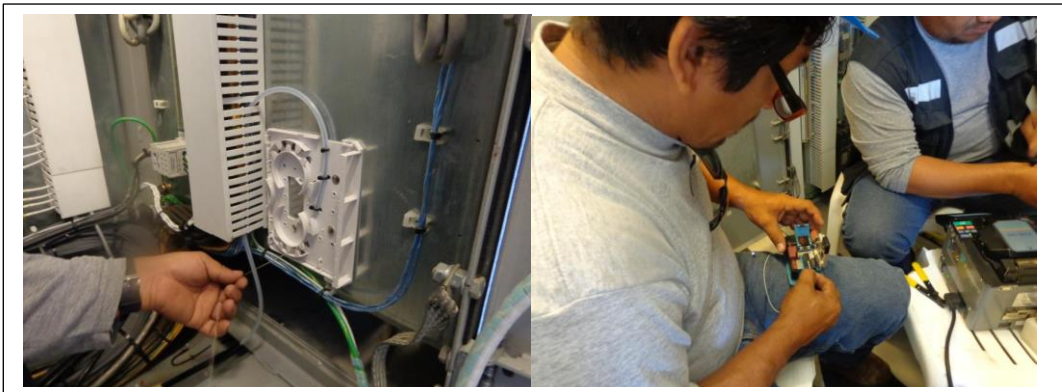


Figura 2.24. Preparación y peinado de la FO, previo al corte longitudinal

Fuente: (Autor)



Figura 2.25. Fusión de la FO con los pigtailes y colocación del tubillo termo-retráctil

Fuente: (Autor)



Figura 2.26. Peinado y orden final de la FO, colocación de tapa y etiquetado del mini ODF

Fuente: (Autor)

4.- Se instala el switch TP-LINK, de 5 puertos de pared. Para la instalación no se tomaron consideraciones de relevancia puesto que este pequeño switch no necesita de ninguna configuración previa para su correcto funcionamiento. Por facilidades, espacio y estética se lo coloco cerca del mini ODF previamente instalado, ya que posteriormente serán conectados, además cercano a una fuente de alimentación; en la Figura 2.27 se muestra una imagen del switch instalado.



Figura 2.27. Switch de Pared, 5 puertos.

Fuente: (Autor)

5.- Una vez montado el mini ODF y el switch de pared, se colocó un media converter en cada cubículo de control de los turbogeneradores, esto con ayuda de

cinta adhesiva del tipo doble faz (Figura 2.28). Entre las consideraciones que se tomaron para instalar el mencionado dispositivo estuvieron la cercanía con los dos dispositivos de los cuales va a ser su interfaz (mini ODF y switch de pared), además de una toma de alimentación para energizar el convertidor opto-eléctrico.



Figura 2.28. Media converter, instalado en cada máquina

Fuente: (Autor)

6.-Colocación del patch cord SC dúplex de FO que enlazan el mini ODF con el media converter. Para su instalación no se deben forzar ángulos agudos menores, esto debido a la fragilidad de la FO. Colocación del patch cord multipar FTP categoría 6 que conecta el media converter con el switch de pared instalado, para su instalación no se tomó ninguna consideración relevante, se identificó el cable en ambos extremos en función de una fácil identificación futura. Instalación del patch cord multipar, del tipo FTP categoría 6 que conecta el switch de pared con el switch industrial propio de la máquina. Es importante mencionar que desde el switch industrial se puede recuperar la información del sistema de control, así como información relevante para los sistemas Scada's que la pudieran necesitar. A continuación se muestran un par de Figura 2.29 y Figura 2.30 donde se ilustran los equipos conectados.



Figura 2.29. Algunos de los equipos instalados para la red LAN

Fuente: (Autor)



Figura 2.30. Switch de tipo industrial, propio de la Unidad

Fuente: (Autor)

7.- Concluidas todas las actividades en el extremo del cable que llega al turbogenerador, es tiempo de relatar brevemente el resto de actividades que se hicieron en el Cuarto de Control de la central TGM II. Se adecuaron (ordenaron) las reservas de cable que llegan de cada una de las máquinas en las escalerillas aéreas que están dentro del cuarto de control, luego de esto se colocó una escalerilla vertical (tipo bajante) para enrutar los cables hasta el rack de piso montado para concentrar todas las fibras.

Posteriormente, comenzaron a “preparar” el cable y los hilos de FO para ser colocados e instalados en los ODF’s principales. El procedimiento para preparar, cortar, fusionar y demás es similar al relatado en el punto 3 de este mismo epígrafe, las diferencias se dan por ejemplo: en que ahora se armaron y peinaron 3

cables (18 hilos) en un mismo ODF, se tuvo mayor cuidado en la identificación de los cables para no confundirlos al conectarlos con los media converter. Para la distribución de los hilos de fibra, tanto en los mini ODF como en los ODF principales, se utilizó el estándar ANSI/TIA/EIA 598-A que define el orden de los hilos (que color es el número 1 y cual el 6). A pesar de que se fusionaron los seis (6) hilos en los dos (2) extremos de los cables de fibra, para el presente proyecto solo se van a utilizar un par de hilos (transmisión-Tx y recepción-Rx) por cada cable instalado, los restantes quedan de reserva para proyectos futuros o para resolver problemas en la fibra. En las siguientes imágenes se muestra el desarrollo de las actividades mencionadas, Figura 2.31, Figura 2.32, Figura 2.33 y Figura 2.34.



Figura 2.31. Preparación de los cables de FO, preparación de los ODF's principales

Fuente: (Autor)

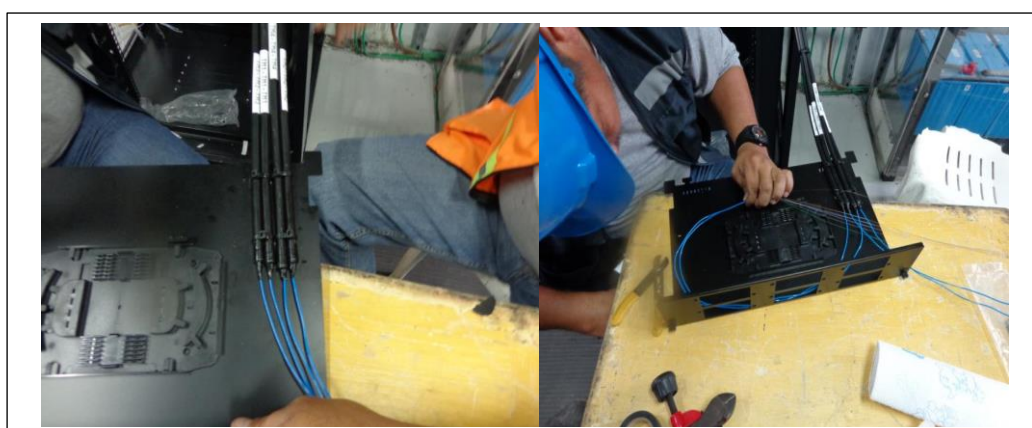


Figura 2.32. Arreglo, orden y peinado de los cables de FO en los ODF's principales

Fuente: (Autor)



Figura 2.33. Corte, fusión, peinado y armado de ODF principal

Fuente: (Autor)



Figura 2.34. Armado y arreglo final de los cables de FO dentro del ODF, vista final

Fuente: (Autor)

8.- Se procedió a colocar/installar los media converter en el rack de piso (pegados con cinta adhesiva doble faz), las consideraciones tomadas fueron las de ubicarlos cerca de los ODF montados, Figura 2.35.



Figura 2.35. Media converter, a instalar en el rack de piso.

Fuente: (Autor)

9.- Definida la ubicación de los ODF principales y los media-converter, se procedieron a montar los organizadores horizontales, para ordenar de manera adecuada los diversos cables de conexión que están dentro del rack. Se montaron dos (2) para una mejor adecuación de los cables, refiérase a la Figura 2.36.



Figura 2.36. Organizadores Horizontales, del tipo raqueable.

Fuente: (Autor)

10.- Luego de esto, inició la instalación del sistema de regulación y respaldo de energía de tipo raqueable. Al ser los componentes principales de red equipos electrónicos, que para su correcta operación requieren un suministro de energía

estable y confiable, la instalación del UPS se debe realizar como se recomienda en el manual del fabricante. Además, y para maximizar su rendimiento y disponibilidad, la alimentación principal del UPS es suministrada directamente desde una caja de breaker que está conectada al sistema principal de respaldo de energía de todo el cuarto de control. Desde el UPS raqueable instalado se conectan unas extensiones de voltaje tipo regletas (6 en 1) que son utilizadas para conectar los dispositivos montados en el rack de piso. En la Figura 2.37 se muestra el UPS instalado.



Figura 2.37. UPS de 1500 KVA, 1200 W. Tipo raqueable

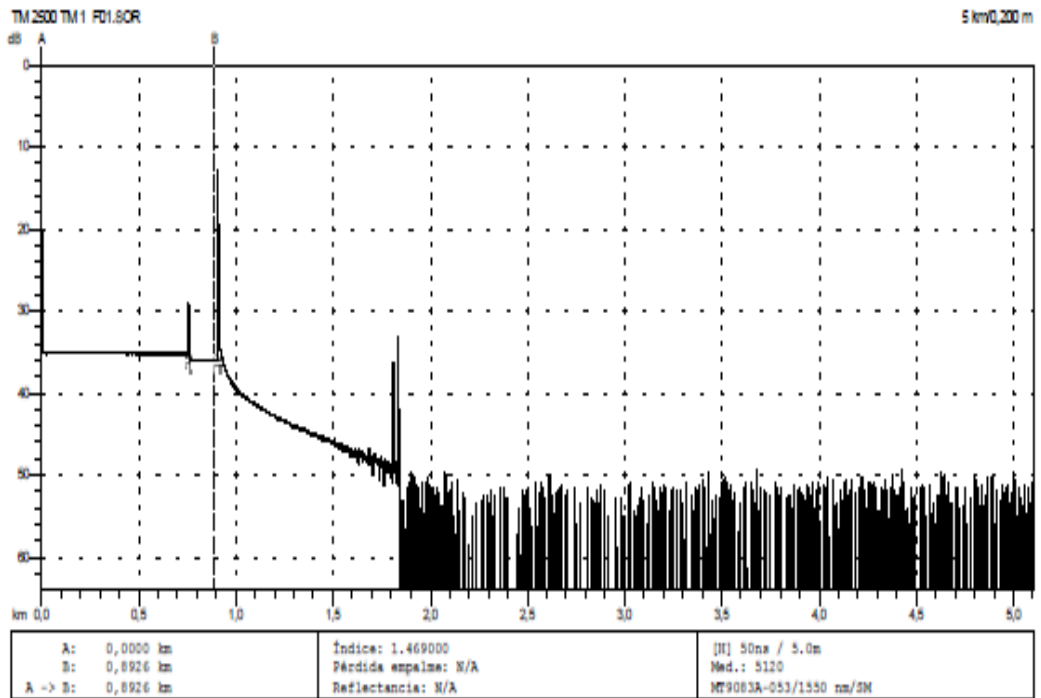
Fuente: (Autor)

11.- Antes de conectar los patch cord de FO que van a unir los ODF's con los media-converter, se realizaron pruebas de conectividad en cada uno de los hilos de los seis (6) cables de fibra. Estas pruebas se realizaron con la ayuda de un equipo opto-electrónico denominado OTDR (Optical time domain reflectometer). Entre las características a verificar tenemos: la longitud total de cada cable (esto se logró agregando una "bobina de lanzamiento" que simula mayor metraje del cable de FO para obtener una medida más precisa), además se mide la atenuación (la del cable y la inducida por los empalmes y conectores que conforman la red). En las Figura 2.38 y Figura 2.39 se puede observar el análisis realizado.



Figura 2.38. OTDR, equipo con el que se hicieron las pruebas

Fuente: (Autor)



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 01 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFFER ARUL F01 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]

```

```

Traza ppal: TM 2500 TM 1 F01.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 09:24 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral de FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.35 dB [0] [0.00,5.11]

```

Resultados del análisis TM 2500 TM 1 F01.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.07 0.087	0.79	-48.11
2/E	0.9041	0.04 0.289	-0.71	-13.50

Pérdida total (extremo a extremo): 0.90 dB

Figura 2.39. Lecturas tomadas de un hilo de FO, pruebas de conectividad

Fuente: (Autor)

12.-Se instaló el switch principal, CISCO CATALIST 2960-S en el rack de piso. Este switch consta de 24 puertos Ethernet, además de 4 conectores del tipo STP+ para fibra óptica y dos (2) puertos tipo consola (ver Figura 2.40). Este switch es el encargado conectar las seis (6) unidades de generación con el CR. Luego del montaje y previo a la puesta en marcha se configuró el switch con ayuda del software propietario de administración.



Figura 2.40. Instalación del Switch principal, posterior conexionado.

Fuente: (Autor)

2.3.3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA RED IMPLEMENTADA

Entre las provisiones que se tomaron están las siguientes:

La segmentación del tráfico de la Red y el de Gestión, se realizó mediante VLAN's, quedando de la siguiente forma: la VLAN 250 para tráfico y la VLAN 100 de Gestión, las direcciones IP se detallan en la Tabla 2.2.

VLAN	TRAFICO	IP
250	Aplicación	172.16.114.0 / 24
100	Gestión	10.5.10.192 /26

Tabla 2.2. Direccionamiento de Segmentación de red

Fuente: (Autor)

En la Tabla 2.3 se detalla el direccionamiento de cada uno de los equipos que intervienen en la red. Cabe señalar, que las direcciones ya estaban definidas en los equipos, por lo que fueron transcritas y no se modificaron, las mismas corresponden a un rango clase C. Por otro lado, para definir las máscaras de red se consideró la cantidad de host (equipos que conforman la red) que pudieran ser parte de la red, es por esto que se optó por subdividir el espacio de direcciones privadas clase C y se colocó una máscara que tiene capacidad de 16 host.

UBICACIÓN	HMI	MICRONET	MASCARA
TM1	192.168.12.98	192.168.12.96	255.255.255.240
TM2	192.168.12.93	192.168.12.91	255.255.255.240
TM3	192.168.12.88	192.168.12.86	255.255.255.240
TM4	192.168.12.78	192.168.12.76	255.255.255.240
TM5	192.168.12.68	192.168.12.66	255.255.255.240
TM6	192.168.12.58	192.168.12.56	255.255.255.240
CUARTO DE CONTROL 1	192.168.12.240	N/A	255.255.255.240
CUARTO DE CONTROL 2	192.168.12.242	N/A	255.255.255.240
CUARTO DE CONTROL	192.168.12.244	N/A	255.255.255.240

Tabla 2.3. Direccionamiento IP de los equipos de red (HMI y MICRONET)

Fuente: (Autor)

En la Tabla 2.4 se muestra a manera de ejemplo la tabla que se debe hacer para direccionar los paquetes de información de la red.

Equipo	IP	Mascara	Mac	Enlace	Switch	Interface del Sw	Vlan	Fibra
CUARTO DE CONTROL DE LAS TM								
TM1	172.16.1 14.124	255.255. 255.240	00e0. 4612. a83e	C- CONTROL --> TM1	C- CONTR L	GigabitEt hernet1/0 /1	250	Mono modo
TM2	172.16.1 14.125	255.255. 255.240	00e0. 4612. a81e	C- CONTROL --> TM2	C- CONTR L	GigabitEt hernet1/0 /2	250	Mono modo
TM3	172.16.1 14.126	255.255. 255.240	00e0. 4612. a76a	C- CONTROL --> TM3	C- CONTR L	GigabitEt hernet1/0 /3	250	Mono modo
TM4	172.16.1 14.127	255.255. 255.240	00e0. 4612. a843	C- CONTROL --> TM4	C- CONTR L	GigabitEt hernet1/0 /4	250	Mono modo
TM5	172.16.1 14.128	255.255. 255.240	00e0. 4612. a77c	C- CONTROL --> TM5	C- CONTR L	GigabitEt hernet1/0 /5	250	Mono modo
TM6	172.16.1 14.129	255.255. 255.240	00e0. 4612. a840	C- CONTROL --> TM6	C- CONTR L	GigabitEt hernet1/0 /6	250	Mono modo

Tabla 2.4. Enrutamiento de una red

Fuente: (Autor)

13.-Se conectaron los patch cord de FO entre el ODF principal y los media converter, además se conectaron los patch cord FTP entre el media converter y el switch principal.



Figura 2.41. Rack armado e interconectado todos sus elementos

Fuente: (Autor)

En la Tabla 2.5 que se muestra a continuación, se va a detallar el equipamiento utilizado, sus cantidades y donde están ubicados.

Ítem	Descripción	Ubicación	Unidad	Cantidad
1	Switch CISCO CATALIST 2960-S de 24 puertos Ethernet + 4 puertos STC	Cuarto/Control	Unidad	1
2	ODF de 18 puertos, raqueable	Cuarto/Control	Unidad	1
3	ODF de 24 puertos, raqueable	Cuarto/Control	Unidad	1

4	UPS 1500VA/1200 Watt, raqueable	Cuarto/Control	Unidad	1
5	Organizadores horizontales	Cuarto/Control	Unidad	2
6	Rack de piso de 44U, con puerta	Cuarto/Control	Unidad	1
7	Patch cord FTP, 1 metro	Cuarto/Control	Unidad	6
8	Patch cord FTP, 50 pies	Cuarto/Control	Unidad	1
9	Patch cord de FO, tipo SC, 1 metro	Cuarto/Control	Unidad	2
10	Media converter, TP-LINK, MC110CS	Cuarto/Control	Unidad	6
11	Pigtail, G.652.D, 1 metro	Cuarto/Control	Unidad	36
12	Cable FO monomodo, 6 hilos, canalizada, serie G.652.D	Cuarto/Control – TM1/2/3/4/5/6	metros	1000
13	Extensión de alimentación, tipo regleta	Cuarto/Control	Unidad	3
14	Switch, TL-LINK, 5 puertos	Cuarto/Control	Unidad	1
15	Switch, TL-LINK, 5 puertos	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6
16	Extensión de alimentación, tipo regleta	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6
17	Media converter, TP-LINK, MC110CS	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6
18	ODF de 6 puertos, de pared	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6
19	Pigtail, G.652.D, 1 metro	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	36
20	Patch cord FTP, 1 metro	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6
21	Patch cord FTP, 15 pies	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6
22	Patch cord FO, tipo SC, 1 metro	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6
23	Patch cord FTP, 3 metro	TM1/2/3/4/5/6	Unidad	6

Tabla 2.5. Elementos utilizados en la red LAN de alta velocidad

Fuente: (Autor)

El costo de todos los componentes de la red asciende a USD \$ 11,500.00 (once mil quinientos 00/100 dólares de los Estados Unidos de Norteamérica), en este valor están incluidas las fusiones (72) y pruebas de conectividad (72) que se hizo a todos y cada uno de los hilos de fibra de los seis (6) cables de FO que se

tendieron en este proyecto. Por otro lado, no están incluidos los costos de instalación, montaje y comisionamiento de la red.

Luego de realizar todas las actividades planificadas, más las que se fueron presentando durante la implementación de este proyecto, además de la interconexión de todos los elementos de la red LAN de alta velocidad, se procede a realizar una verificación visual del estado (status) de todos los componentes. Después de dicha verificación, se comprueba que todos los elementos se encuentran operando de manera correcta. Por último, se conecta y tiende un patch cord FTP de 50 pies para interconectar el switch principal (CISCO) con un nuevo switch de pared que se instaló en la oficina de los operadores de los turbogeneradores (contigua a la oficina donde están instalados los equipos de la red estrella implementada). En esta oficina se encuentran instaladas y operando tres (3) computadoras tipo laptop que son usadas como interfaz hombre-máquina (HMI), es desde estas computadoras que se administran y operan los seis (6) turbogeneradores. En las Figura 2.42 y Figura 2.43 se muestra el switch de pared y los tres (3) HMI instalados en el cuarto de control, respectivamente.



Figura 2.42. Rack armado e interconectado todos sus elementos

Fuente: (Autor)

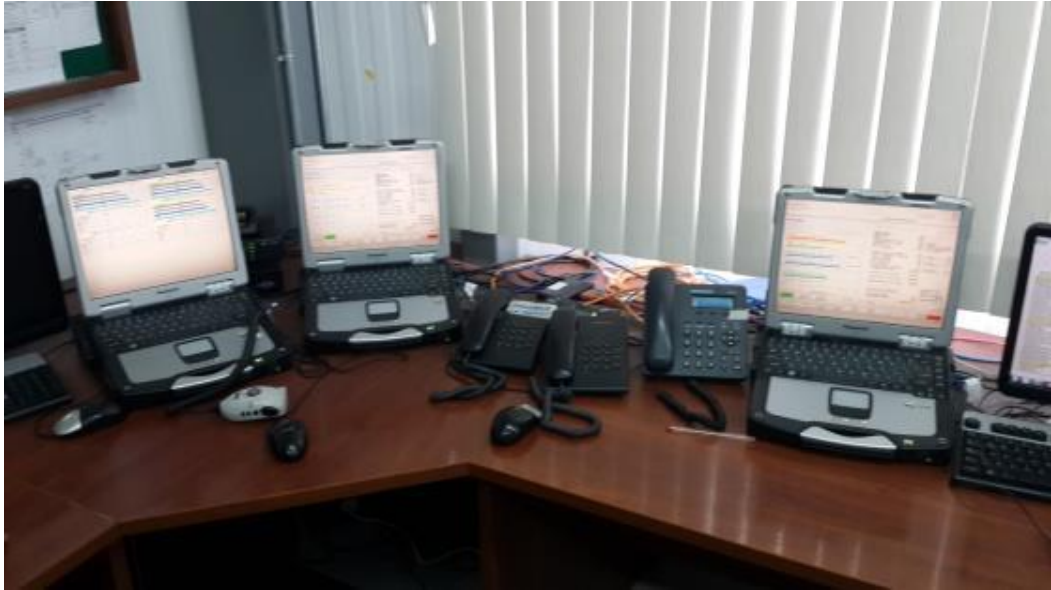


Figura 2.43. HMI, ubicados en el cuarto de control

Fuente: (Autor)

La nueva red LAN de alta velocidad es independiente, es decir, se tienen dos (2) redes para operar de manera remota los turbogeneradores de la central Termogas Machala II. Por esta razón se decidió, previa coordinación con la Jefatura de Operaciones colocar a la red estrella como principal y la red tipo anillo como respaldo (en caso de que la principal falle). Esta decisión se tomó basada en las ventajas que brinda la nueva red implementada versus la red anterior, entre las más relevantes se tienen:

1. Lecturas de parámetros en tiempo real: esto es muy importante puesto que les permite a los operadores del cuarto de control estar enterados de las lecturas de las principales variables de control, como son: temperaturas, presiones, velocidades, etc.
2. Otro beneficio que se obtiene con la red implementada es que cuando los operadores ejecutan una acción de manera remota esta se ejecuta en tiempo real. Es importante mencionar que en algunas ocasiones, de la oportuna ejecución de la orden dada va a depender la correcta operatividad de la máquina.

3. Como las máquinas no se interconectan físicamente, la gestión de la red es más conveniente. Además, si un cable de FO falla por alguna razón, solo se pierde la comunicación con ese turbogenerador en particular.

4. En el diseño de la red dedicada para la gestión de la información se tomaron en cuenta las siguientes variables: tipo de fibra; pruebas de fibra; VLAN de Gestión del switch; VLAN de Tráfico; direccionamiento IP; pruebas de campo, pruebas de comunicación y puesta en marcha del sistema.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de titulación, permitió poner en práctica una serie de conocimientos y experiencias recogidas a lo largo de casi dos (2) años de estudios en la Maestría de Telecomunicaciones, impartida en la prestigiosa Universidad Católica Santiago de Guayaquil, así como también la experiencia ganada en otros estudios cursados y la adquirida en el ámbito profesional con el transcurso de los años.

El diseño e implementación de la RED tuvo como punto de partida las constantes quejas y descontentos del personal de operaciones de la central Termogas Machala II, respecto a las deficiencias con las que contaba la red LAN de alta velocidad diseñada e implementada para el monitoreo y operación remota de las seis (6) unidades de generación eléctrica, del tipo aeroderivativas, modelo TM2500; cuyo fabricante e integrador del paquete turbo-generador es la multinacional General Electric.

A lo largo del presente trabajo de titulación se han detallado cuales eran las deficiencias de la red de datos de alta velocidad, tipo anillo que se encontraba en funcionamiento. Por otro lado, el objetivo principal de este proyecto fue el de eliminar las deficiencias de la red tipo anillo, por esta razón, se diseñó e implementó una alternativa que les brinde a los operadores confianza y seguridad al momento de monitorear y operar las máquinas de generación, situación que redundará en un aumento de la confiabilidad y disponibilidad de los activos de planta de la central Termogas Machala II.

A continuación se enlistan las conclusiones que se obtuvieron luego de realizar el presente trabajo de titulación:

Como primer punto de análisis, se enfocaron las necesidades y deficiencias que tenía la red de datos de alta velocidad, desarrollada para la operación y monitoreo remoto de las seis (6) unidades de generación eléctrica de la central Termogas Machala II; dicha red era el punto de enlace de las mencionadas máquinas con el cuarto de control de la central, espacio físico construido en función de optimizar

recursos, capital humano y llevar un control más detallado de las novedades que se pudieran presentar en los turbogeneradores. Entre las principales deficiencias que se tenían están: no actualización en tiempo real de los parámetros operativos de las máquinas, no se ejecutaban en tiempo real (algunas veces de manera no oportuna) las acciones que tomaban los operadores desde el cuarto de control (de manera remota), caída de la red cuando las máquinas de los extremos de la red en anillo estaban en falla o en mantenimiento de manera simultánea.

Una vez realizado el análisis de las necesidades y deficiencias de la red actual, se comenzó a investigar las ventajas y desventajas que tienen cada uno de los medios guiados de transmisión en el desarrollo de proyectos de cableado estructurado. Se trató de incluir todas las variables del entorno (interferencia electromagnética, ruido, inducción de estática, velocidades de transmisión requeridas, ancho de banda, entre otras), previo a seleccionar cuál de los tres medios guiados (multipar, coaxial y fibra óptica) es el adecuado para brindar una solución confiable y valedera al problema que se venía presentando en la actual red de datos. Todos los medios de transmisión revisados tenían sus ventajas y desventajas, sin embargo el medio que cumple con todas las exigencias para la implementación de este tipo de redes de datos de alta velocidad, en industrias dedicadas a la generación de energía eléctrica, mediante la quema de combustibles fósiles, es la fibra óptica.

Posterior al análisis realizado, y basado sobre todo en la interferencia electromagnética (inducida principalmente por equipos rotativos), distancias de las máquinas con el cuarto de control, tasa de transmisión de información, ancho de banda y la necesidad de que la red tenga un alto grado de confiabilidad y disponibilidad, se optó por seleccionar fibra óptica del tipo monomodo como principal elemento constitutivo de la nueva red LAN de alta velocidad. Es importante mencionar que la red de datos constituye un sistema de criticidad considerable dentro del proceso productivo de la Unidad de Negocio Termogas Machala, puesto que servirá para operar las seis (6) unidades de generación de energía eléctrica, así como monitorear los parámetros importantes (presión, temperatura, velocidad, vibraciones, entre otros) dentro del correcto y normal funcionamiento de las máquinas de la central.

Una vez seleccionado el medio de transmisión, el siguiente paso fue escoger cuál de todas las topologías de redes existentes eran la más adecuada para las necesidades de la planta; en función de costos, seguridad, menor impacto, confiabilidad, disponibilidad, rendimiento, medio ambiente, entre otras.

Luego de revisar las ventajas y desventajas de cada una de las topologías de red, y la forma de operar, monitorear y mantener los activos de planta, se seleccionó la topología estrella debido a que brinda grandes velocidades de transmisión, fácil mantenimiento a los componentes de la red, forma sencilla de agregar o suprimir nodos en la red, en caso de que alguna máquina sufra algún desperfecto solo esa se ve afectada y fácil discriminación de novedades.

Para escoger los equipos y componentes de la red de datos a diseñar e implementar, se tuvo la perspectiva de clasificarlos en dos (2) tipos, unos robustos y de grandes prestaciones (los que se consideraron principales) y unos básicos (los secundarios). A continuación se procede a enlistar cada uno de ellos y detallar sus características más importantes:

- Del tipo monomodo, de la serie G.652.D, de seis (6) hilos, estructura armada para ambientes canalizados son las principales características de la fibra óptica seleccionada para este proyecto.
- El switch principal (colocado en el cuarto de control de la central) es de marca CISCO, modelo CATALIST 2960-S, cuenta con 24 puertos Ethernet, 4 puertos del tipo STP+ y dos (2) puerto tipo consola, es el equipo principal de la red, regula el tráfico y la gestión de la misma. Los switches secundarios cuentan con 5 puertos, de marca TP-link y del tipo plug and play, es decir, no necesita ninguna configuración adicional previa para su uso.
- Para recibir, ordenar, distribuir e identificar los hilos de fibra tanto en las máquinas como en el cuarto de control, se utilizaron ODF's (Optical Distribution Frame), los dos (2) instalados en el cuarto de control son del tipo raqueable y cuentan con una capacidad de 18 y 24 puertos, mientras

que los instalados en las máquinas de generación son del tipo de pared, tienen una capacidad de seis (6) hilos.

- Para realizar la transformación de señales, se utilizan media-converter (convertidores opto-eléctricos), los convertidores utilizados son de la marca TP-LINK y cuentan con un puerto del tipo RJ-45 y un conector para FO del tipo SC+.
- Para una correcta organización e instalación de los equipos principales de red del cuarto de control, se colocó un rack de piso con puerta de vidrio con una capacidad de 44U, aunque su capacidad efectiva es de 42U; capacidad suficiente para instalar a todos los componentes de la nueva red, tipo estrella.
- Por último, se instaló un UPS de 1,5 KVA, esto con la finalidad de tener una correcta energización de los equipos electrónicos (evitar picos transitorios de voltaje) que conforman la red, además de brindar un corto tiempo de respaldo, tiempo en el cual, el personal de operaciones puede tomar acciones que le permitan mantener operativo el proceso productivo. Para realizar el dimensionamiento del UPS, se elaboró una tabla de estimación de carga, dando como resultado 0,9 KVA aproximadamente, razón por la cual se seleccionó un UPS de 1,5 KVA en función de que se puede ampliar la red o agregar nuevos equipos electrónicos.

Cuando se realizan proyectos de cableado estructurado, es una buena práctica de ingeniería (más si el medio de transmisión es FO) dejar cable de reserva para futuras modificaciones o traslados de los equipos de red. Para este proyecto en particular, se dejaron 30 metros de cable de reserva por cada recorrido, dicha reserva fue dispuesta en el cuarto de control para un mejor ordenamiento e identificación.

Debido al despacho comercial de las unidades de generación, cuando se realizó el tendido del cable de FO, las unidades se encontraban energizadas y en operación.

Por tanto, el personal que realizó dicha actividad tuvo que tomar precauciones extras para no ocasionar algún problema a los activos de planta y sobre todo precautelar su integridad física.

Previo a realizar el proceso de armado y peinado de los hilos de fibra en los ODF's, se definió el estándar o norma que se iba a seguir (ANSI/TIA/EIA 598-A) para fusionar los hilos de fibra, esto con la finalidad de evitar conflictos al momento de realizar las conexiones. Por otro lado, el estándar seleccionado es el más utilizada cuando se trabaja con FO.

Para garantizar una correcta y continua energización de los equipos de red, la alimentación del UPS del sistema, se la hizo desde la caja de breaker que está conectada al sistema principal de respaldo de energía de todo el cuarto.

Previo a la conexión de los patch cord de FO (que enlazan los ODF's con los media-converter), se realizaron pruebas de conectividad en todos los hilos de fibra de cada cable tendido para este proyecto, es importante recordar que cada cable estaba compuesto por seis (6) hilos y para la nueva red, solo se van a utilizar dos (2) hilos.

La red de datos LAN de alta velocidad y tipo estrella es de fácil administración, puesto que, en el switch CISCO CATALIST 2960-S se integrarán y gestionarán los datos e información (tráfico) de toda la red implementada.

Se realizó la segmentación del tráfico y de la gestión mediante VLAN, mismas que quedaron definidas de la siguiente forma: VLAN 250 para el tráfico y VLAN 100 para la gestión.

Para una mejor gestión de la red, se elaboró una tabla de direccionamiento IP de los equipos que conforman la red, en la misma está incluida la dirección IP y la máscara de red que tiene asignada cada equipo (HMI y MICRONET).

Los costos aproximados en la adquisición de todos los componentes de red están alrededor de USD \$ 11,500.00 (once mil quinientos 00/100 dólares de los

Estados Unidos de Norteamérica), en este valor están incluidas las fusiones (72) y pruebas de conectividad (72) que se hicieron a todos y cada uno de los hilos de fibra de los seis (6) cables de FO que se tendieron en este proyecto. Sin embargo, no están incluidos los costos de instalación, montaje y comisionamiento de los equipos y elementos de la red.

Por último, el presente trabajo de titulación consistía en un diseño y propuesta de implementación, sin embargo pudo ser desarrollado en su totalidad. Eliminando las deficiencias de comunicación que tenía la red anillo anteriormente implementada.

La implementación de este proyecto permitió al personal de operaciones obtener información más confiable y en tiempo real. Las decisiones que se tomen basados en estas lecturas tomadas, desde los HMI del cuarto de control, serán más fiables, redundando en un aumento de la confiabilidad y disponibilidad de los activos de la planta.

RECOMENDACIONES

Es una buena práctica, en el campo de la Ingeniería, realizar de forma paralela durante la implementación/ejecución de cualquier proyecto, sobre todo si es de cableado estructurado, el etiquetado y marquillado de todos y cada uno de los componentes para esto se recomienda el uso de normativas o estándares locales, nacionales y/o internacionales. Por otro lado, los nombres deben ser alusivos a lo que se está implementando, solo de esta forma en un futuro cercano se va a lograr una rápida y correcta identificación de cada uno de los componentes de la red.

Antes de iniciar la implementación de cualquier proyecto, es importante reunirse con el personal que va a ejecutarlo y definir, de manera clara y precisa, cuáles van hacer las funciones de cada uno de los miembros del equipo ejecutor, además se debe impartir de manera obligatoria la correspondiente charla de seguridad industrial (en los casos que amerite), para alertar sobre los riesgos durante la ejecución del trabajo y sus consecuencias en caso de no considerar las recomendaciones impartidas en la charla de seguridad industrial.

Para evitar fallas debido a sobre-corriente y/o sobre-voltajes, es recomendable que todos los equipos electrónicos instalados en la nueva red sean conectados a una tierra común, sea esta de los turbogeneradores y/o del cuarto de control. Además el rack de piso instalado en el cuarto de control, debe ser conectado a la tierra común del cuarto de control.

Es recomendable colocar tubillos termoretráctiles en las uniones (hilos de fibra y pigtail) en función de proteger las fusiones realizadas.

Al momento de conectar los patch cord de fibra óptica, se debe tener precaución de no forzar ángulos agudos menores, puesto que, esto podría causar distorsiones en los pulsos de luz, o que algún hilo de vidrio se rompa.

Antes de comenzar con el tendido de cable, es recomendable definir consensuadamente (entre los ejecutores y los operadores de la nueva red) la

ubicación de los equipos que se van a instalar, posterior a esto, de debe dejar señalado (de fácil visualización) el lugar acordado. Esto permitirá cortar el cable necesario para cada enlace.

BIBLIOGRAFÍA

- A Layman's Guide to Network Cable Types - Deciphering CATs, UTPs, STPs and other bits of Alphabet Soup.* (s.f.). Recuperado el Diciembre de 2014, de Directron.org:
<http://www.bing.com/images/search?q=cable+categoría+3&go=Enviar&q s=ds&form=QBIR#view=detail&id=CD43D91320319252F4931EEAE20198873B387970&selectedIndex=12>
- BEE2B.* (2011). Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de <http://www.bing.com/images/search?q=patch+cord+stp&go=Enviar&q s=d s&form=QBIR#view=detail&id=DC1B9D02F5E7CDA0249459EBDA7086B35369C9C2&selectedIndex=141>
- Buelvas, J. (14 de Noviembre de 2012). *Estándares de Fibra Óptica y de Cableado UTP.* Recuperado el 25 de Noviembre de 2014, de <http://johnbufibraopticaeutp.blogspot.com/>
- Cable Multipar.* (s.f.). Recuperado el Diciembre de 2014, de <http://www.bing.com/images/search?q=cable+MULTIPAR+utp+y+ftp+y+stp&go=Enviar&q s=ds&form=QBIR#view=detail&id=1693350AE2D80210302685AFFAD3B3637AB00A8A&selectedIndex=21>
- Carlson, B. A. (1980). *Sistemas de Comunicación* (Primera ed.). México: Libros McGraw Hill.
- Casimer, D. (2002). *Fiber Optic Data Communication: Technological Trends and Advances.* New York: Academic Press.
- CISCO CATALYST 2960 SERIES SWITCHES.* (s.f.). Recuperado el 06 de Enero de 2015, de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-2960-series-switches/index.html>
- Comer, D. (2000). *Internetworking with TCP/IP* (Cuarta ed., Vol. I). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Emisores y Receptores Ópticos.* (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2014, de Textos Científicos:
[http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/emisores-receptores.](http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/emisores-receptores)
- Fibra Óptica.* (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2014, de Wikipedia:
[http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica#mediaviewer/File:Tipos_conectores_fibra_optica.jpg.](http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica#mediaviewer/File:Tipos_conectores_fibra_optica.jpg)

- Figueiras, A. R. (2002). *Una panorámica de las telecomunicaciones*. Madrid: Pearson Educacion S.A.
- Forouzan, B. (2002). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones* (Segunda ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Garcia Ramirez, C., Perez Perez, M., & Sanchez Aviles, L. E. (s.f.). *Redes y Topologías*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2014, de <http://topologias4conalep.blogspot.mx/p/topologia-en-estrella-y-estrella.html>
- Halsall, F. (1998). *Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos* (Cuarta ed.). Pearson Educación.
- Herrera, E. (2003). *Tecnologías y redes de transmisión de datos*. México: LIMUSA.
- Hranilovic, S. (2005). *Wireless Optical Communication Systems*. Springer Science + Business Media, Inc. Boston.
- Infante, A. (s.f.). *Sistemas de transmisión ópticos*.
- McCabe, J. (2007). *Network Analysis, Architecture, and Design* (Tercera ed.). McGraw-Hill (Ed.). (s.f.). *SONET and SDH Applications*. Obtenido de Digital Engineering Library: www.digitalengineeringlibrary.com
- Mercado Libre*. (2014). Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de <http://www.bing.com/images/search?q=organizador+de+rack+pisos&go=Enviar&q=ds&form=QBIR#view=detail&id=E45C6552CB12CFE4D41BCFC7357F6185C381108F&selectedIndex=5>
- Mohammad, I., & Hussein, T. M. (2003). *The handbook of Optical Communication Networks*. Boca Ratón: CRC Press LLC.
- Murhammer, M., Lee, K., Matallebi, P., P., B., & K., W. (s.f.). *IP Network Design Guide*. Obtenido de International Technical Support Organization: <http://www.redbooks.ibm.com>
- Oppenheimer, P. (s.f.). *Top-Down Network Design. A system analysis approach to enterprise network design*. Cisco Systems, Inc.
- Optical Distribution Frame Pared*. (s.f.). Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de <http://www.bing.com/images/search?q=optical+distribution+frame+pared&go=Enviar&q=ds&form=QBIRMH&id=601DC36A492A3DF97258A5>

C2654ED393B1C3383D&selectedIndex=0#view=detail&id=C9795A262
92CAA3C0F39B5264F3BDC8FD44DB2F2&selectedIndex=0

Pannareddy, R. (1997). *Introduccion to Lightwave Communication Systems*.
Indiana: Artech House.

Patchcorduri. (2014). Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de
<http://www.bing.com/images/search?q=patch+cord+fibra+optica&go=Enviar&q=ds&form=QBIR#view=detail&id=E8F42A2C8B740AE83247A9B01DB41C5E867676F1&selectedIndex=1>

Peterson, L. L., & Davie, B. (2003). *Computer Networks: A Systems Approach*
(Tercera ed.).

RACK DE PISO. (s.f.). Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de
<http://www.bing.com/images/search?q=rack+de+pis+quest+con+puerta+de+vidrio&go=Enviar&q=ds&form=QBIRMH&id=2742CEB641C71BAB548F8287BDCC3E9C120F9CA0&selectedIndex=0#view=detail&id=2742CEB641C71BAB548F8287BDCC3E9C120F9CA0&selectedIndex=0>

Tanenbaum, A. (2003). *Computer Networks* (Cuarta ed.).

TP-LINK. (s.f.). Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de <http://www.tp-link.com/resources/images/products/Large/TL-SF1005D-01.jpg>

Tripp Lite. (2014). Recuperado el 02 de 12 de 2014, de
<http://www.tripplite.com/products/series/sid/744>

GLOSARIO

- **Hz:** Hertz, unidad de medida de la frecuencia
- **KHz:** Kilo Hertz. Es un factor multiplicador de (10^3) de la unidad de medida de la frecuencia, Hertz.
- **GHz:** Giga Hertz. Es un factor multiplicador de (10^9) de la unidad de medida de la frecuencia, Hertz.
- **CELEC EP:** Corporación Eléctrica del Ecuador Empresa Pública. Es una empresa pública estratégica, que se encarga de la generación y transmisión de energía eléctrica. Está formada por trece unidades de negocio.
- **Enrutar:** poner en ruta, direccionar. Término común en las redes de datos, se usa cuando la información paso previamente por un router, o cuando se quiere decir que una trama de datos fue direccionada por el elemento central de la red.
- **Mbps:** Megabits por segundos. Este término está asociado a la velocidad de transmisión, significa que por cada segundo se van a transmitir 10^6 bit
- **Gbps:** Gigabits por segundo. Este término está asociado a la velocidad de transmisión, significa que por cada segundo se van a transmitir 10^9 bit.
- **nm:** Nanómetro. Es la un mil millonésima parte (10^{-9}) de la unidad de longitud el metro.
- **ANSI:** American National Standards Institute. Es una organización sin fines de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos y/o servicios.
- **EIA:** Electronics Industry Association. Es una alianza de que se dedica a desarrollar componentes electrónicos especialmente de interconexión, pasivos y electromecánicos.
- **TIA:** Telecommunications Industry Association. Es un comité que desarrolla estándares en el ámbito de las telecomunicaciones.
- **FO:** Fibra óptica. Es un medio de transmisión guiado, brinda excelentes prestaciones y rendimiento para implementar redes de datos de alta velocidades en lugares con elevada interferencia electromagnética.
- **UM:** Monomodo. Es un tipo de fibra óptica, su principal característica es que solo permite la transmisión de un solo haz de luz a la vez.

- **MM:** Multimodo. Es un tipo de fibra óptica, su principal característica es que permite el paso múltiples haces de luz de forma simultaneas (hasta 1000)
- **UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones. Es un organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas, encargado de regular las Telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.
- **1U:** simbología utilizada para identificar las unidades en un rack de piso, además todos los equipos electrónicos que se instalan en Rack (de piso o de pared) vienen con esta simbología de medida
- **CR:** Cuarto de control. Espacio físico donde se encuentra el personal de operaciones, encargado del monitoreo y operación de las unidades de generación eléctrica
- **Tipo estrella:** Topología de red. En esta topología las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de este; los dispositivos no están conectados entre sí.
- **Tipo anillo:** Topología de red. En esta topología cada estación tiene una única conexión de entrada y otra de salida. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de traductor, pasando la señal a la siguiente estación.
- **UPS:** Uninterrupted Power System (Sistema de respaldo de energía). Los UPS dependiendo de su tecnología nos ayudan a mejorar la calidad de energía, regulación de voltaje, eliminación de distorsiones en forma de onda y respaldo de energía ante los cortes o variaciones del suministro eléctrico.
- **Termo retráctil:** Tubillo que se deforman ante la presencia de calor, comúnmente usados para proteger fusiones de fibra óptica.
- **Patch Cord:** Elemento de interconexión de equipos de red, viene testado y probado en fábrica.
- **Rack de piso:** Espacio físico donde se almacenan y organizan equipos de red. Tiene su propia unidad de medida [U], vienen de diferentes medidas y

con varias características diferentes, puertas metálicas, vidrio, con ruedas, entre otras.

- **TGM:** Termogas Machala. Es una Unidad de Negocio de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. Cuyo giro de negocio es la generación de energía eléctrica a base de gas natural, tiene una potencia instalada de 252 MW/h.
- **TM-2500:** Trailer Mountain 2500. Es un modelo de máquinas de generación eléctrica. De fabricación General Electric, tipo aeroderivativas y pueden generar hasta 20 MW/H.
- **GE:** General Electric. Empresa estadounidense internacional, entre sus múltiples divisiones de negocios y tecnologías, tiene una dedicada a la fabricación de máquinas industriales/aeroderivativas para la generación de energía a base de gas natural.
- **LAN:** local Access networking (red de acceso local). Una LAN es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada.
- **ODF:** Optical Distribution Frame (bastidor de distribución óptica). Es una unidad de gestión de fibra óptica utilizado para organizar las conexiones de los cables de fibra óptica. El bastidor de distribución óptica se utiliza por lo general en interiores.
- **Media Converter:** convertidor opto-eléctrico, transforma señales eléctricas en pulsos de luz y viceversa.
- **CATV:** Community antenna televisión (Televisión por cable). La televisión por cable surge por la necesidad de llevar señales de televisión y radio, de índole diversa, hasta el domicilio de los abonados, sin necesidad de que estos deban disponer de diferentes equipos receptores, reproductores y sobre todo de antenas.
- **HFC:** Hybrid fiber coaxial (red híbrida coaxial-fibra). En telecomunicaciones, es un término que define una red de fibra óptica que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha.
- **mm:** milímetros. Unidad de medida de longitud. Es la milésima parte (10^{-3}) de un metro.

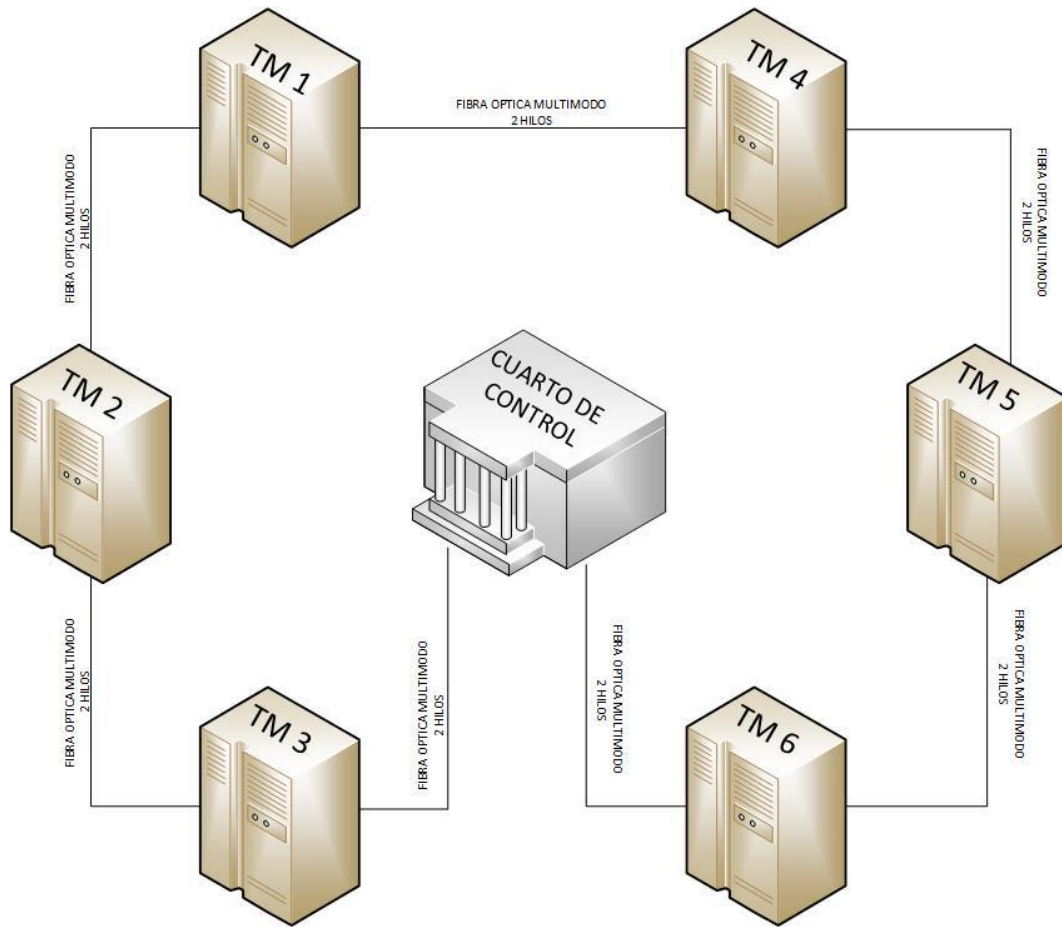
- **μm:** micrómetro. Es la millonésima parte (10^{-6}) de la unidad de longitud Metro.
- **ADN:** Ácido desoxirribonucleico. Ácido nucleico que contiene la información genética de un ser vivo y que está presente en algunos virus, en las células procariotas y en el núcleo de las células eucariotas.
- **AWG:** American wire gauge (calibre de alambre estadounidense). Es un estándar comúnmente usado en Norteamérica para identificar el calibre de los cables.
- **PSTN:** Public switched telephone network (Red telefónica pública conmutada).
- **BW:** Bandwidth (ancho de banda). El ancho de banda es la longitud, medida en Hz, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier
- **UTP:** Unshielded twisted pair (par trenzado no blindado), término usado para referirse a cables de cobre usados para redes de datos.
- **STP:** Shielded twisted pair (par trenzado con blindaje), término usado para referirse a cables de cobre usados para redes de datos.
- **FTP:** Foiled twisted pair (par trenzado apantallado). Es un tipo de cable trenzado de cobre que tiene apantallamiento, característica que mejora la protección frente a interferencias.
- **S/N:** Signal to noise ratio (relación señal /ruido). Se define como la proporción existente entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe, este margen es medido en decibelios.
- **OEM:** Ondas electromagnéticas. Son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse. Se propagan mediante la oscilación de campos eléctricos y magnéticos.
- **dB:** decibeles. Es la unidad de la intensidad de los sonidos.
- **Diodo LED:** Light emission diode (diodo emisor de luz). Es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN en la cual circula por él una corriente eléctrica.
- **mW:** milivatios. Es la milésima parte (10^{-3}) de la unidad de potencia Vatio

- **mA:** miliamperios. Es la milésima parte (10^{-3}) de la unidad de intensidad de corriente Amperio.
- **Fotodiodo PIN:** Es uno de los detectores más comunes, debido a que la capa intrínseca se puede modificar para optimizar su eficiencia cuántica y margen de frecuencia. Su nombre PIN se refiere al material del que está constituido; diodo con estructura de tres (3) capas, la intermedia es un semiconductor intrínseco y las externas de material tipo P y la otra tipo N.
- **Fotodiodo de avalancha APD:** Los fotodiodos de avalancha (APDs) son fotodetectores que se pueden considerar como el equivalente semiconductor de los fotomultiplicadores. Aplicando un alto voltaje en inversa (típicamente 100-200 V en silicio), los APD muestran un efecto interno de ganancia de corriente (aproximadamente 100) debido a la ionización de impacto (Efecto avalancha)
- **MS-6001FA:** Es una turbina a gas de un solo eje, está montada en una base o plataforma. Máquina del tipo industrial, cuyo fabricante es General Electric. Tiene una potencia nominal de 70 MW/H. Tiene varios sistemas asociados que en conjunto permiten la generación de un movimiento rotatorio, que se acopla a un generador eléctrico (por medio de una caja de engranaje) para la producción de los megavatios.
- **GG:** Generador de gases. Es una parte importante de una unidad de generación TM2500, está compuesta por tres (3) componentes: compresor axial de 16 etapas, cámara de combustión anular y turbina de alta presión.
- **MICRONET:** Sistema de control de las turbinas TM2500, del fabricante WOODWARD.
- **G.652.D.** Tipo de fibra óptica monomodo, ideal para proyectos de mediana y gran escala.
- **ST:** Es un tipo de conector para fibra óptica, se suele usar en redes de edificios o en sistemas de seguridad.
- **VAC:** Voltaje Alterno. Corresponde a la forma de oscilación del voltaje, más comúnmente utilizada es la oscilación sinusoidal con la que se consigue una transmisión más eficiente de la energía, a tal punto que al hablar de corriente alterna se sobrentiende que se refiere a la corriente alterna sinusoidal.

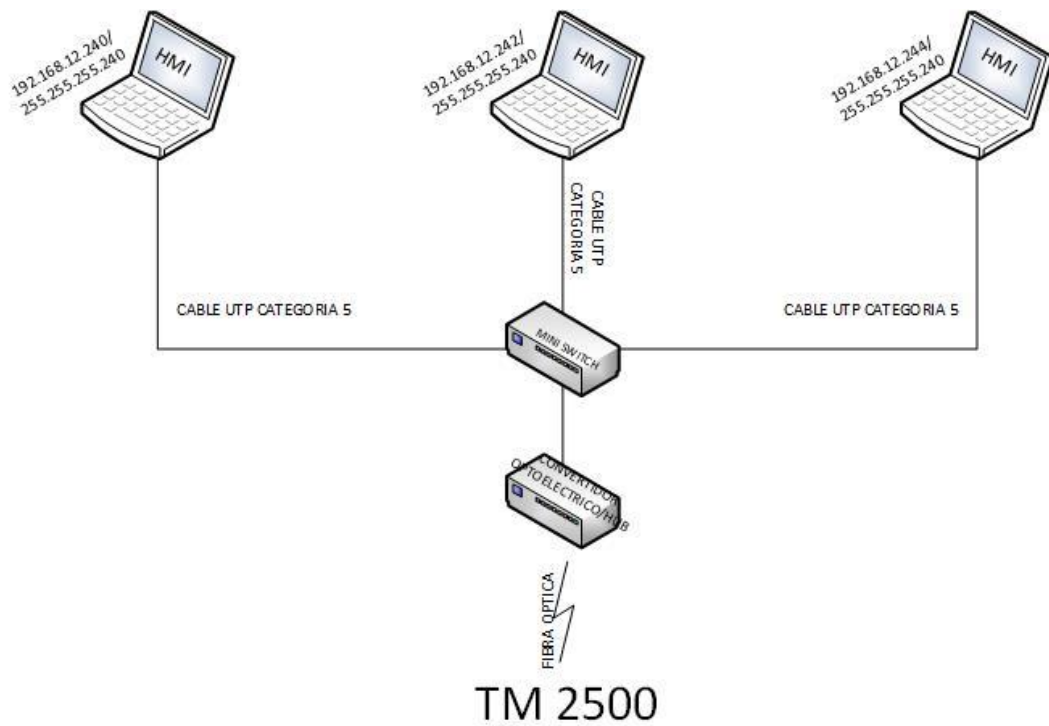
- **OTDR:** Optical Time Domain Reflectometer (reflectómetro de dominio de tiempo óptico). Es un instrumento óptico-electrónico usado para caracterizar una fibra óptica. Un OTDR puede ser utilizado para estimar la longitud de la fibra, y su atenuación, incluyendo pérdidas por empalmes y conectores. También puede ser utilizado para detectar fallos, tales como roturas de la fibra.
- **VLAN:** Virtual LAN (red de área local virtual). Es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física.¹ Varias VLAN pueden coexistir en un único conmutador físico o en una única red física. Son útiles para reducir el tamaño del dominio de difusión y ayudan en la administración de la red, separando segmentos lógicos de una red de área local
- **IP:** Término usado para referirse a la dirección o identificación de un host (computador/usuario) dentro de una red con protocolo IP.

ANEXOS

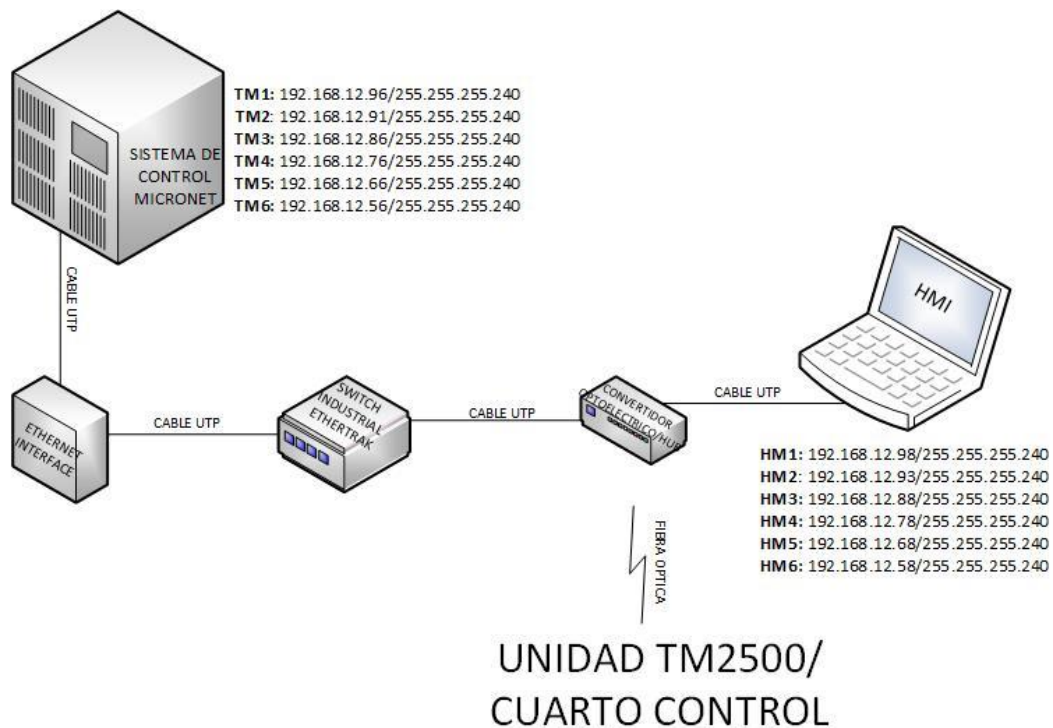
ANEXO A: ESQUEMA DE RED TIPO ANILLO



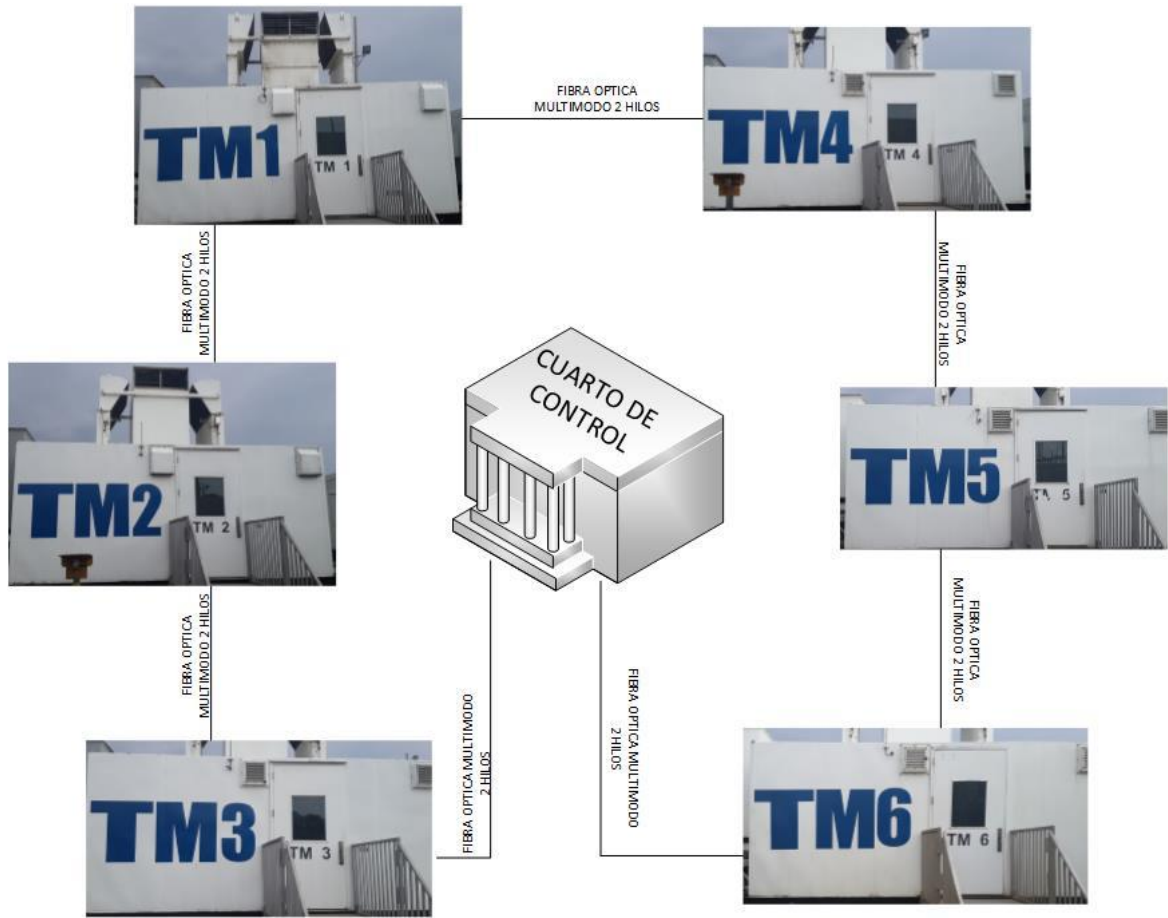
Esquema general de la red, tipo anillo



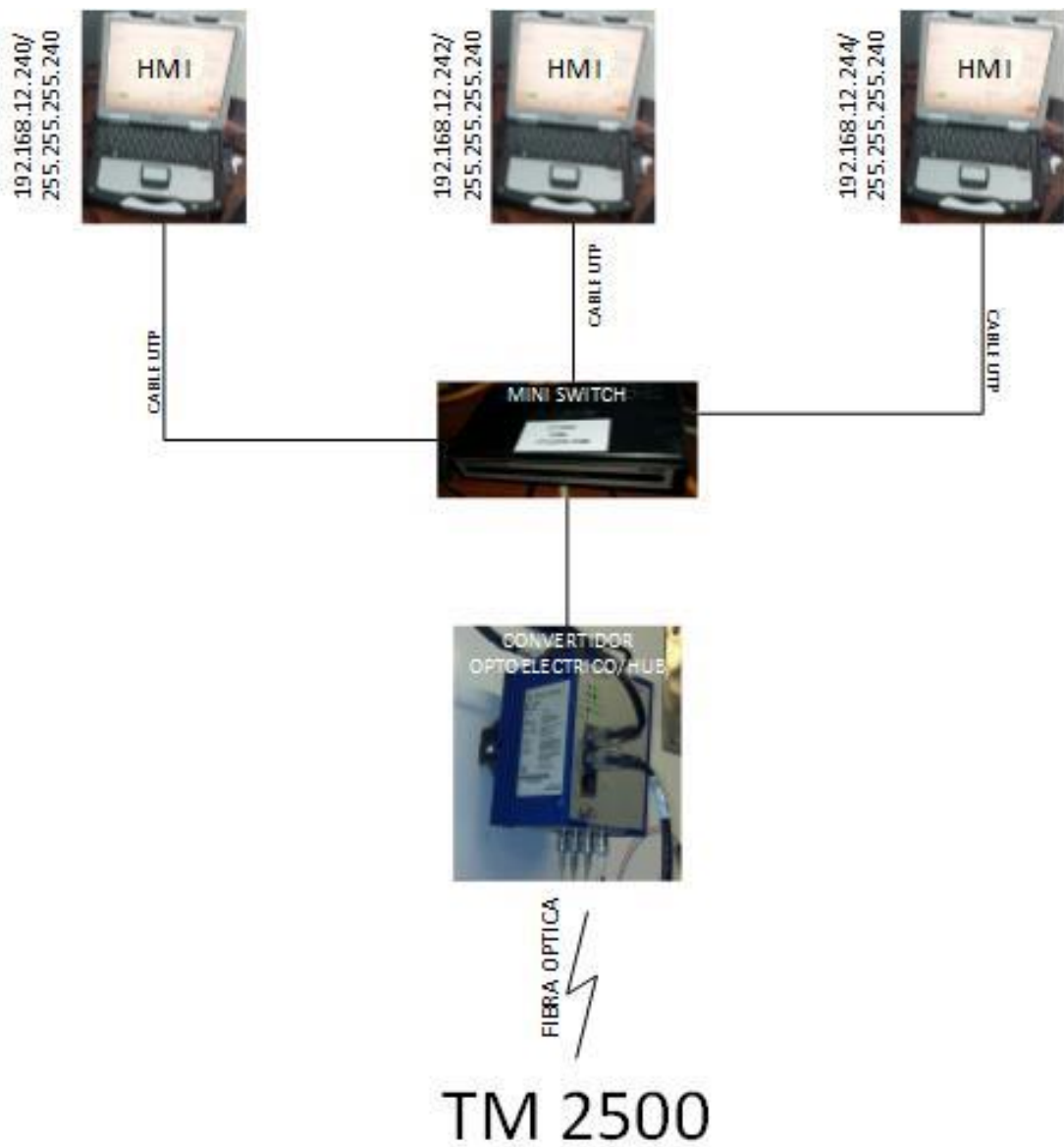
Esquema de comunicación del cuarto de control, tipo anillo



Esquema de comunicación de los turbogeneradores, tipo anillo



Esquema General de la red tipo anillo con fotos de los equipos

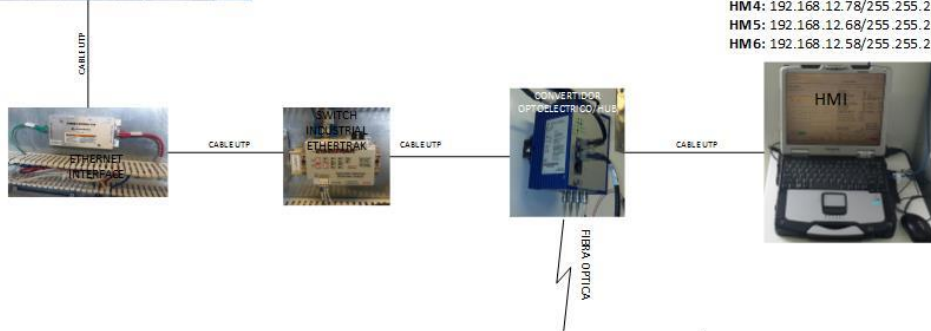


Esquema de comunicación del cuarto de control, tipo anillo con fotos de los equipos



TM1: 192.168.12.96/255.255.255.240
 TM2: 192.168.12.91/255.255.255.240
 TM3: 192.168.12.86/255.255.255.240
 TM4: 192.168.12.76/255.255.255.240
 TM5: 192.168.12.66/255.255.255.240
 TM6: 192.168.12.56/255.255.255.240

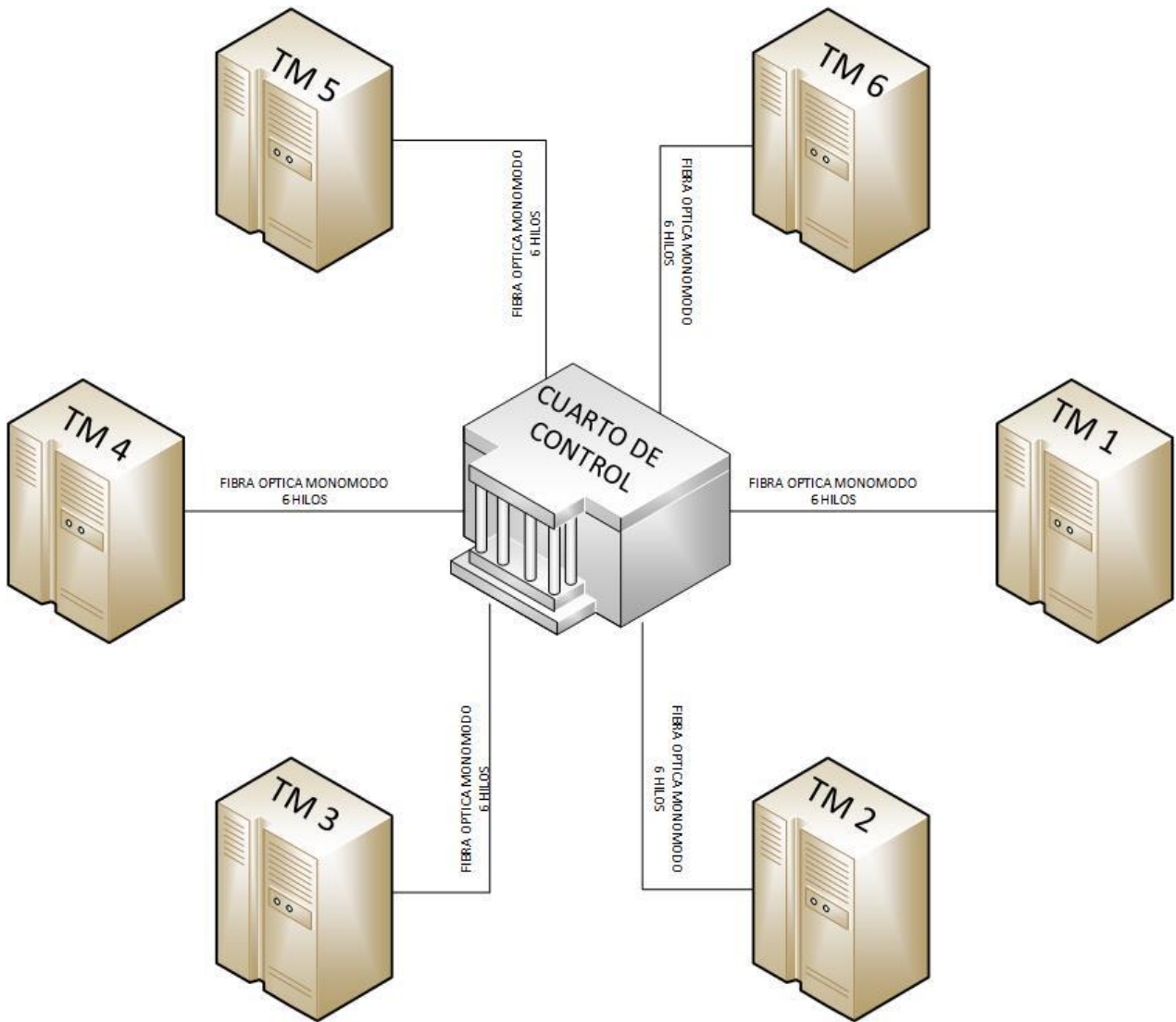
HM1: 192.168.12.98/255.255.255.240
 HM2: 192.168.12.93/255.255.255.240
 HM3: 192.168.12.88/255.255.255.240
 HM4: 192.168.12.78/255.255.255.240
 HM5: 192.168.12.68/255.255.255.240
 HM6: 192.168.12.58/255.255.255.240



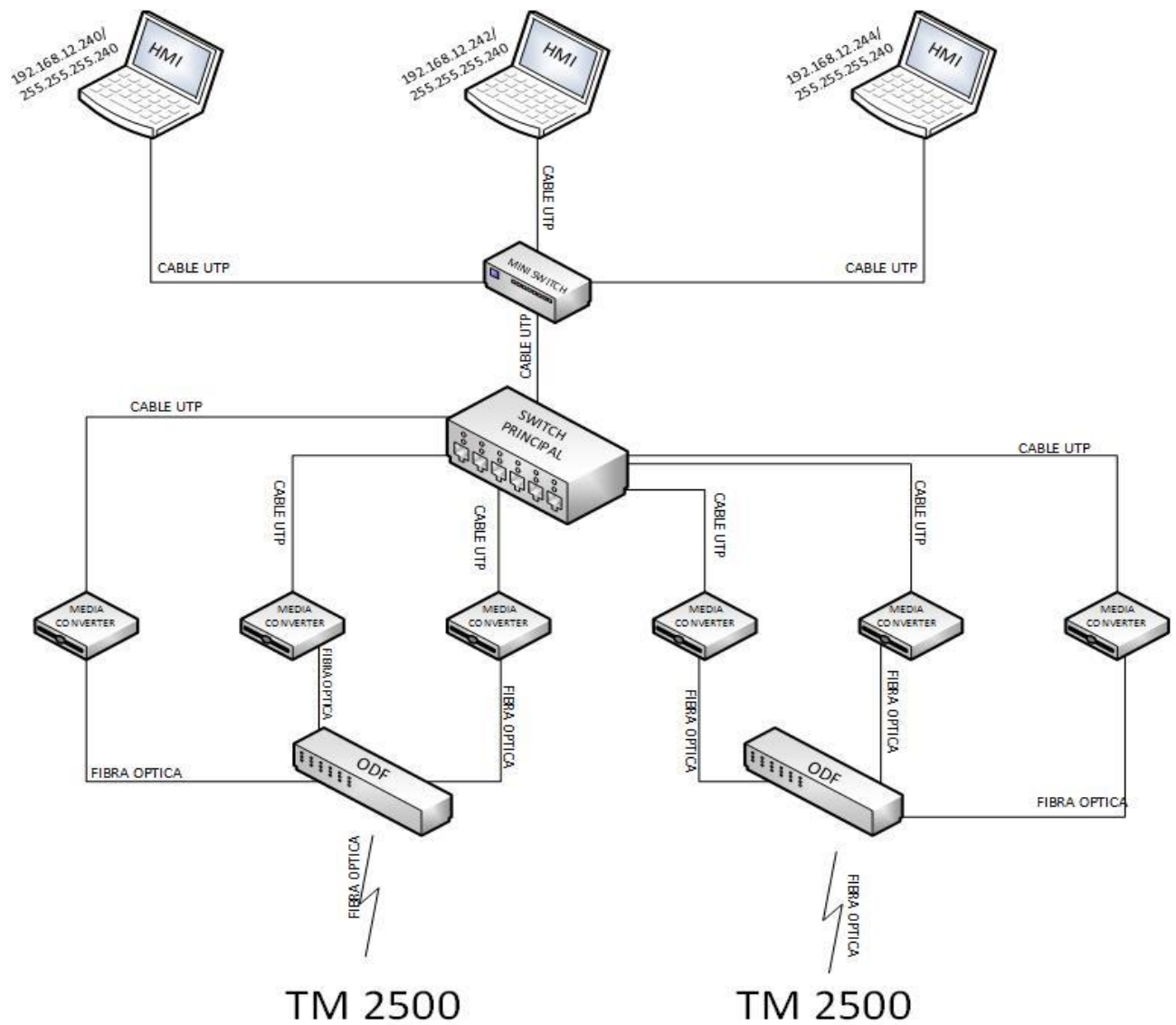
UNIDAD TM2500/
 CUARTO CONTROL

Esquema de comunicación de los turbogeneradores, tipo anillo con fotos de los equipos

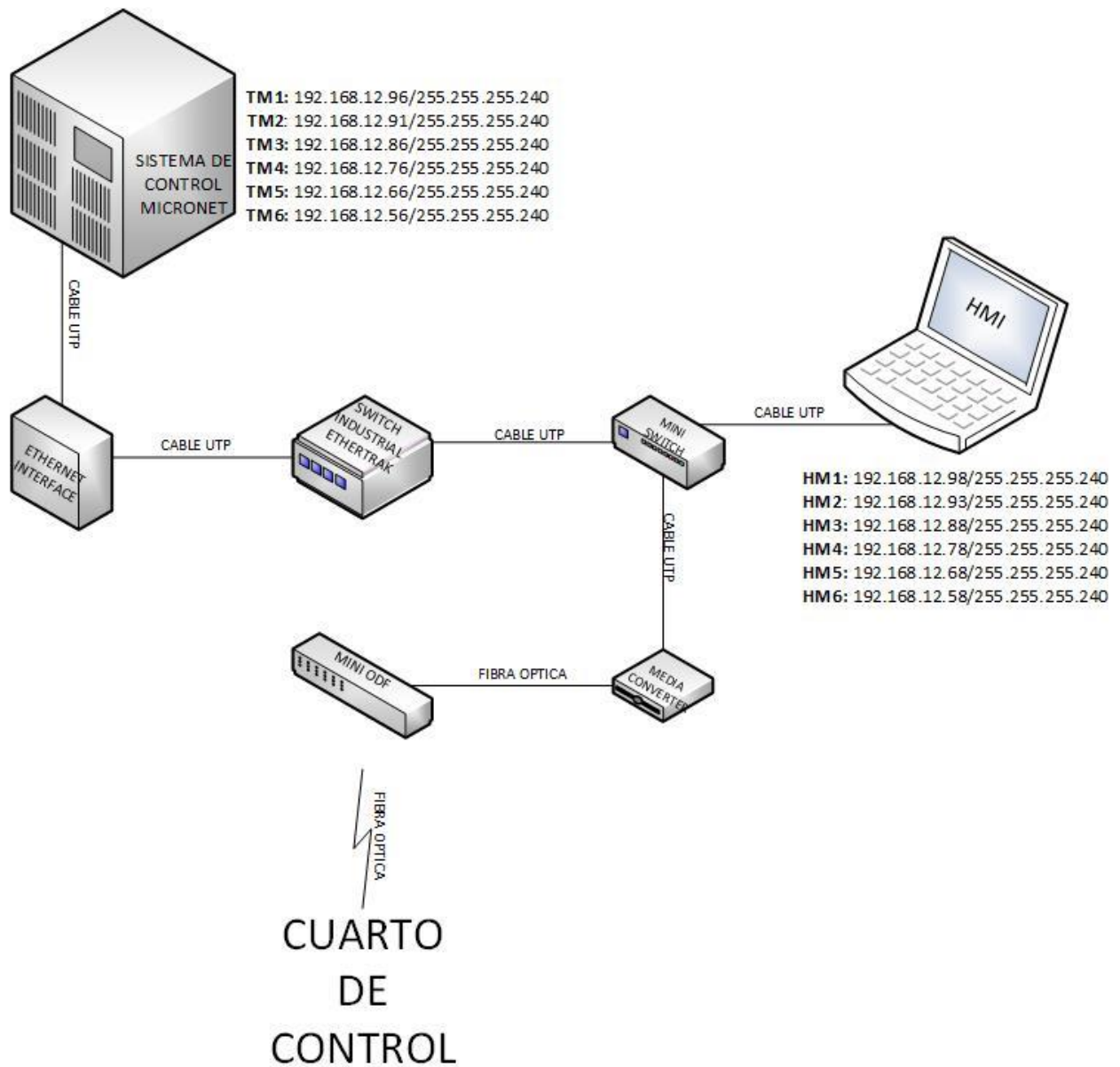
ANEXO B: ESQUEMA DE RED TIPO ESTRELLA



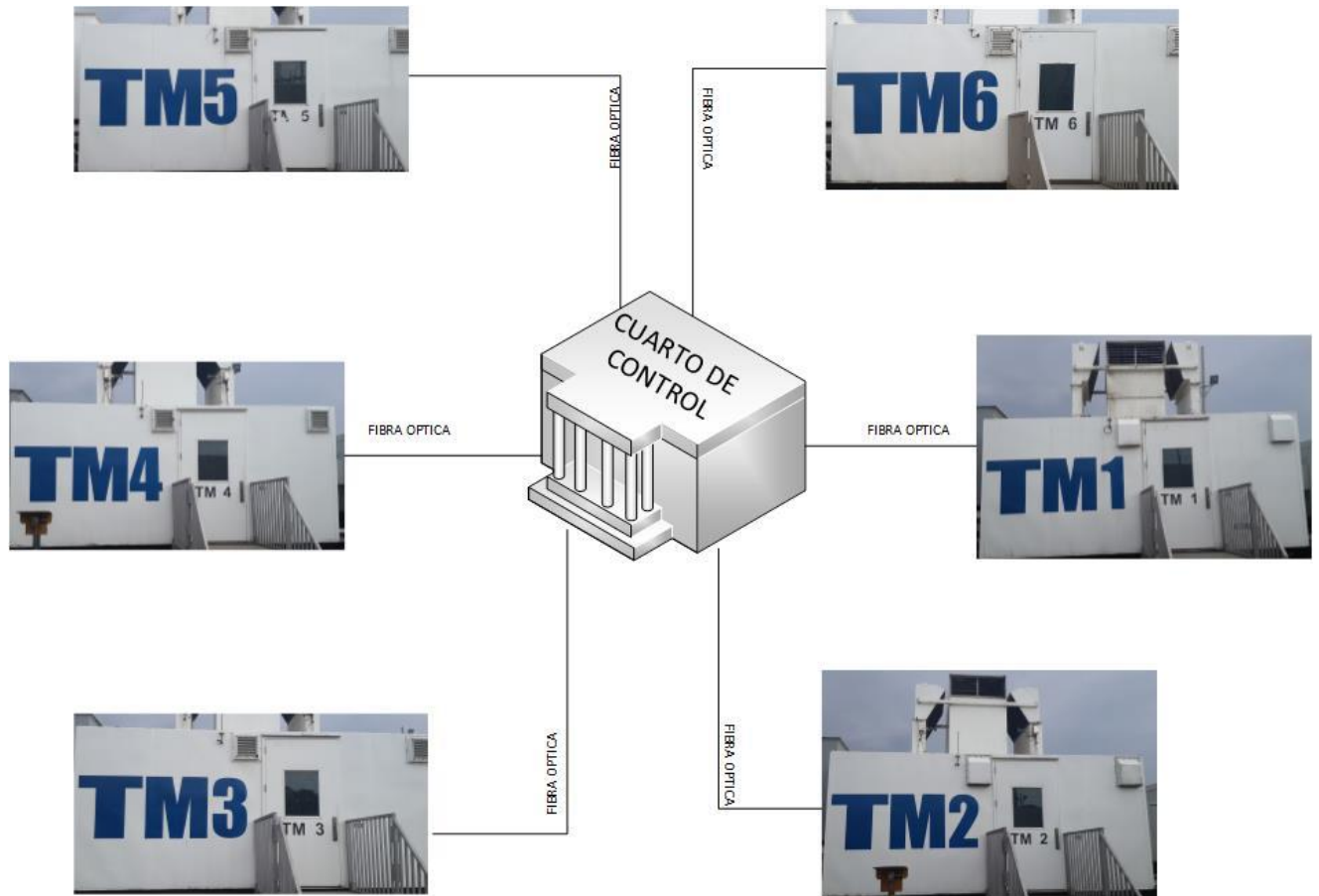
Esquema general de la red implementada, tipo estrella



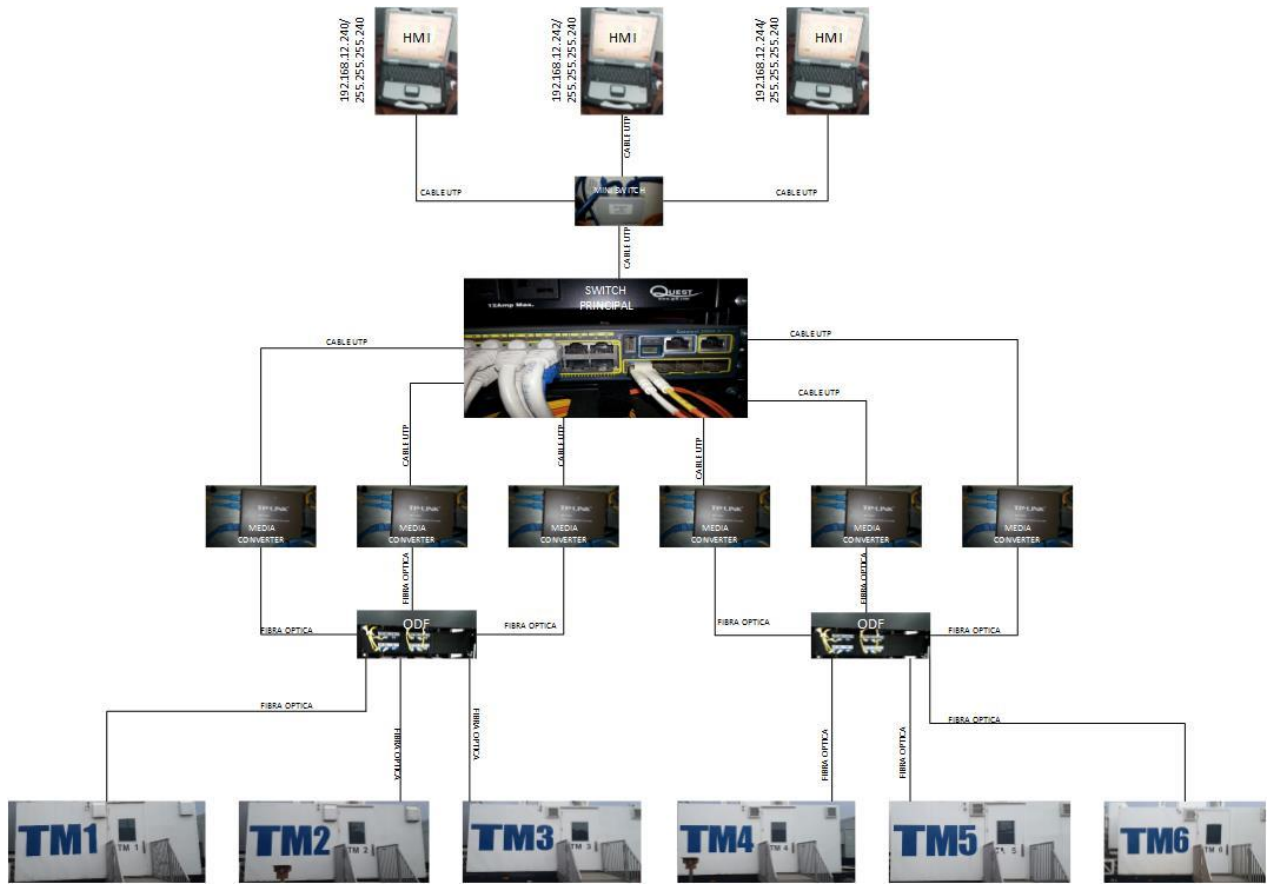
Esquema de comunicación del Cuarto de Control, implementada – tipo estrella



Esquema de comunicación del turbogenerador, implementada – tipo estrella



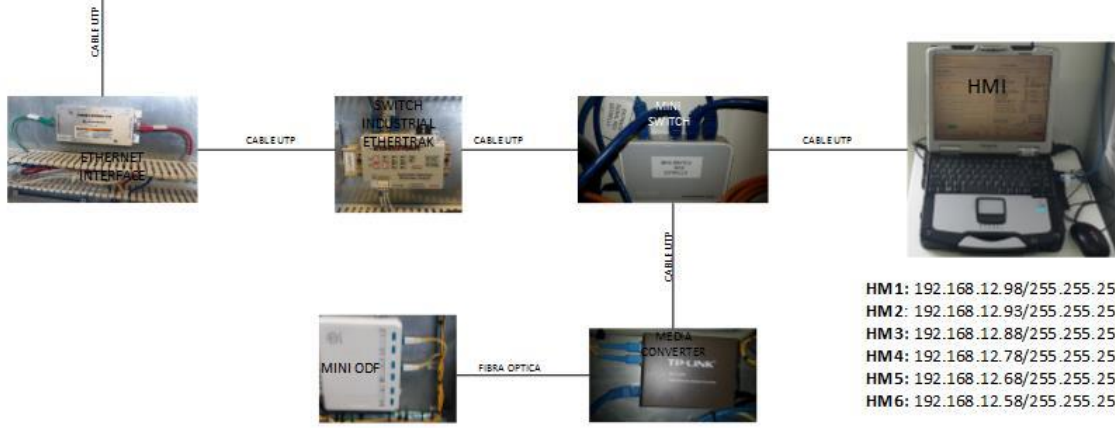
Esquema general de la red implementada, tipo estrella con fotos de los equipos



Esquema de comunicación del Cuarto de Control, implementada – tipo estrella con fotos de los equipos



TM1: 192.168.12.96/255.255.255.240
 TM2: 192.168.12.91/255.255.255.240
 TM3: 192.168.12.86/255.255.255.240
 TM4: 192.168.12.76/255.255.255.240
 TM5: 192.168.12.66/255.255.255.240
 TM6: 192.168.12.56/255.255.255.240



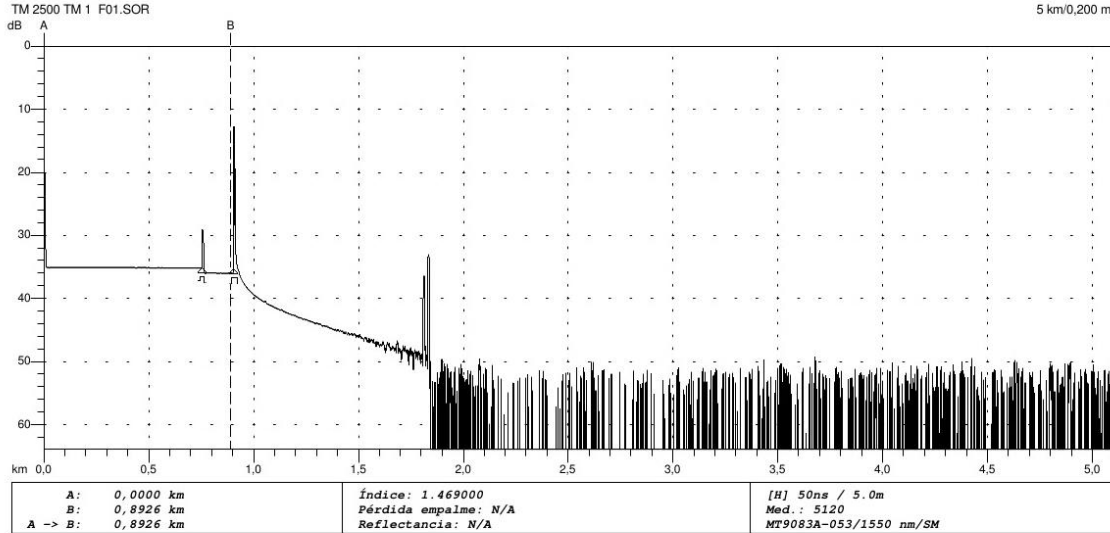
HM1: 192.168.12.98/255.255.255.240
 HM2: 192.168.12.93/255.255.255.240
 HM3: 192.168.12.88/255.255.255.240
 HM4: 192.168.12.78/255.255.255.240
 HM5: 192.168.12.68/255.255.255.240
 HM6: 192.168.12.58/255.255.255.240

FIBRA OPTICA
 CUARTO DE CONTROL

Esquema de comunicación del turbogenerador, implementada – tipo estrella con fotos de los equipos

ANEXO C: PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

Anritsu TraceView - Versión 4.1
 Fecha: 09/22/13 Hora: 03:11 PM



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 01 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F01 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

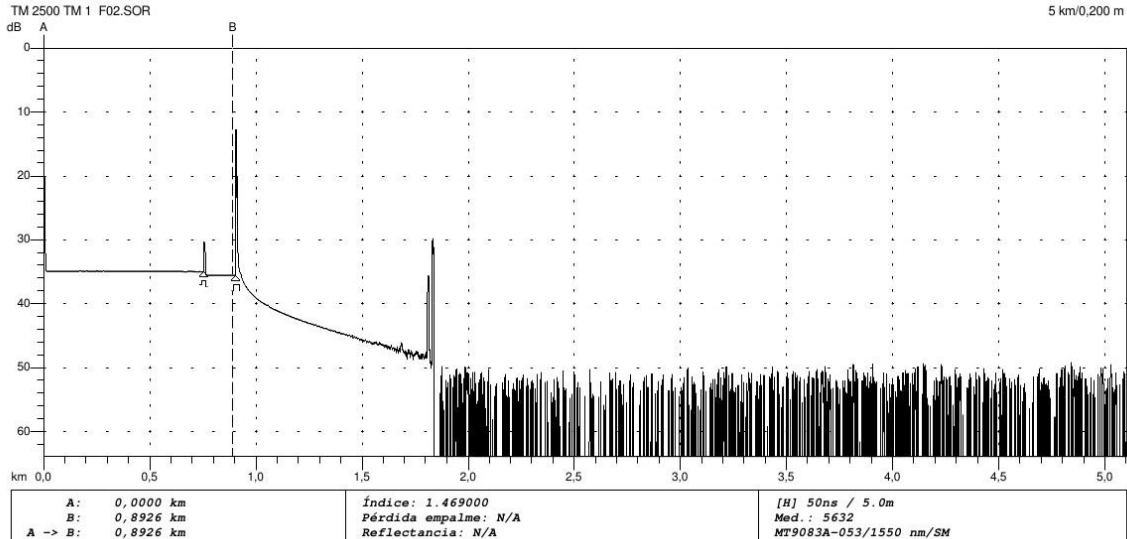
```

Traza ppal: TM 2500 TM 1 F01.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 09:24 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.35 dB [0] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 1 F01.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.07 0.087	0.79	-48.11
2/E	0.9041	0.04 0.289	-0.71	-13.50

Pérdida total (extremo a extremo): 0.90 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 01 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F02 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

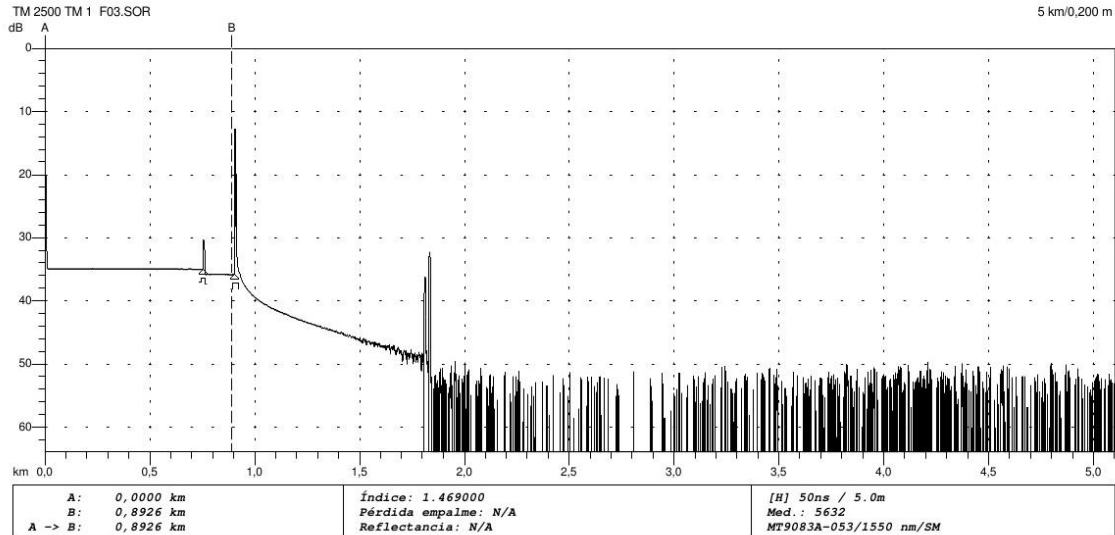
```

Traza ppal: TM 2500 TM 1 F02.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 09:34 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.69 dB [0] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 1 F02.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.04 0.048	0.55	-51.32
2/E	0.9039	0.06 0.417	>1.00	-14.34

Pérdida total (extremo a extremo): 0.65 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 01 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F03 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

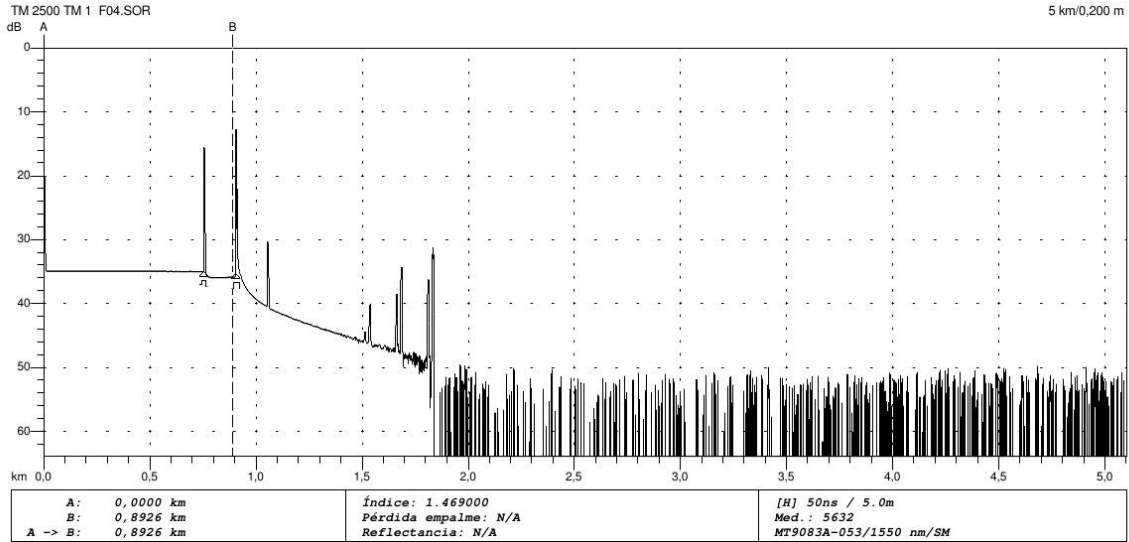
```

Traza ppal: TM 2500 TM 1 F03.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 09:36 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.71 dB [O] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 1 F03.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.04 0.056	0.82	-51.24
2/E	0.9039	0.04 0.258	-0.52	-13.81

Pérdida total (extremo a extremo): 0.90 dB



----- Page 1 -----

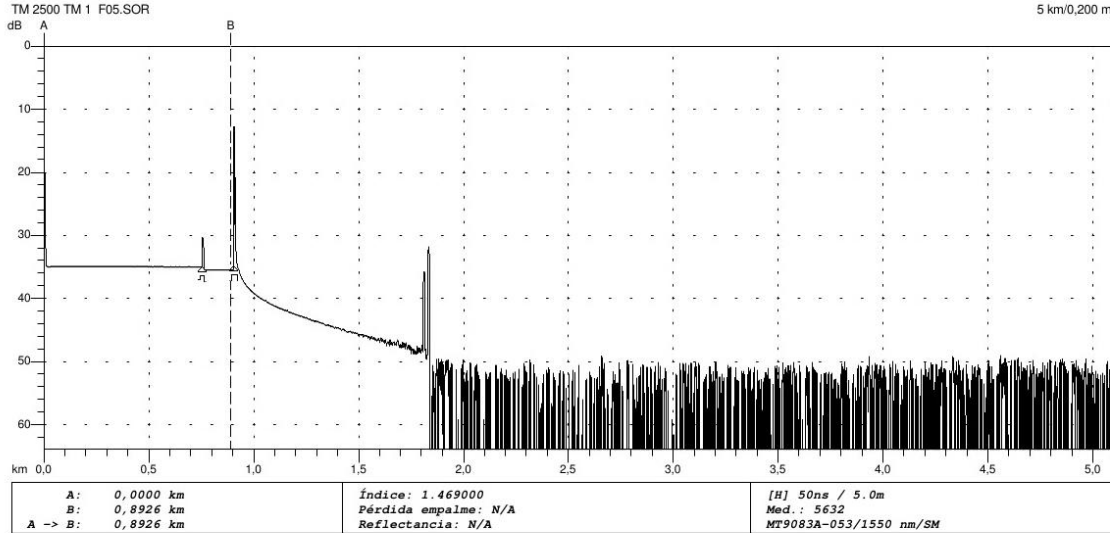
```
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 01 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F04 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
```

Traza ppal: TM 2500 TM 1 F04.SOR
 Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
 Hora: 09:36 AM Resolución: 0,200 m
 Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
 Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
 Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
 Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
 Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
 Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
 Rotura fibra: 1.00 dB
 Tirodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
 res de trazas: Análisis
 ORL: 13.62 dB [0] [0.00,5.11]

Resultados del análisis TM 2500 TM 1 F04.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7548	0.05 0.071	0.99	-21.14
2/E	0.9039	-0.12 -0.776	>1.00	-13.78

Pérdida total (extremo a extremo): 0.93 dB



----- Page 1 -----

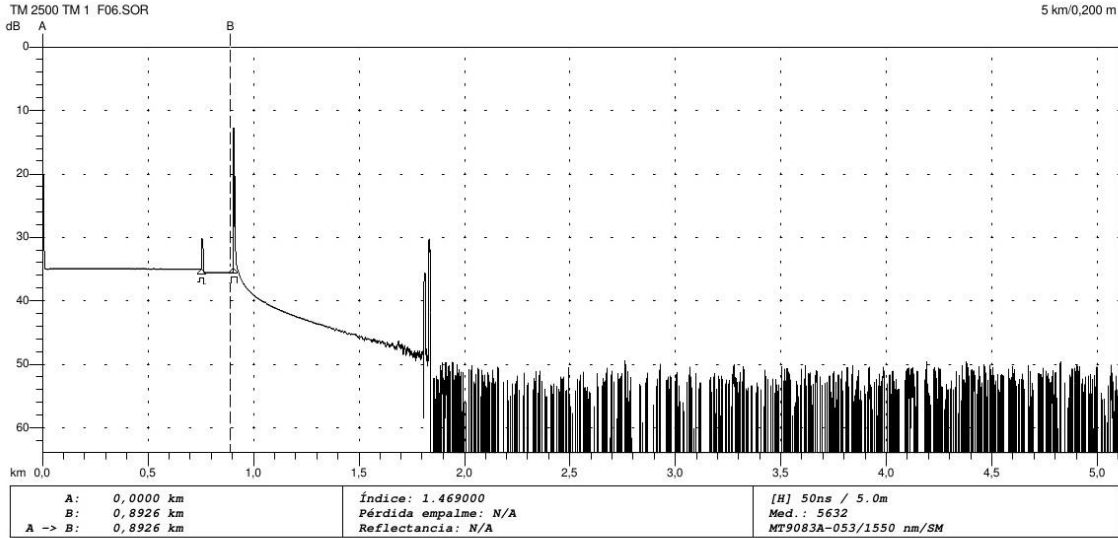
```
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 01 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F05 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
```

```
Traza ppal: TM 2500 TM 1 F05.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 09:37 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.63 dB [0] [0.00,5.11]
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 1 F05.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.04 0.047	0.47	-51.36
2/E	0.9039	0.05 0.330	>1.00	-14.51

Pérdida total (extremo a extremo): 0.55 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 01 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F06 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

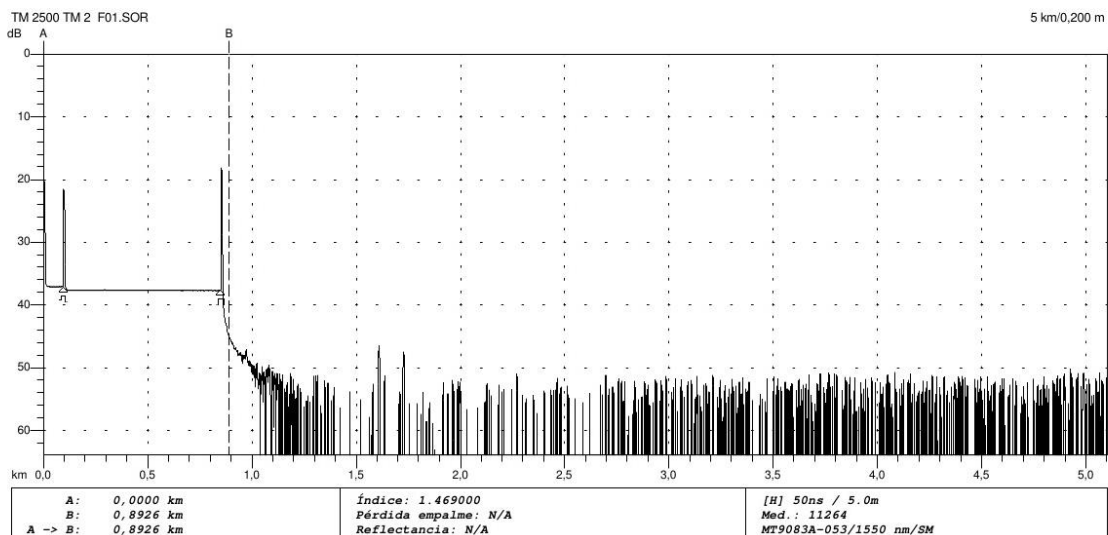
```

Traza ppal: TM 2500 TM 1 F06.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 09:38 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.68 dB [O] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 1 F06.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.03 0.045	0.53	-50.83
2/E	0.9039	0.05 0.356	>1.00	-14.36

Pérdida total (extremo a extremo): 0.62 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 02 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F01 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

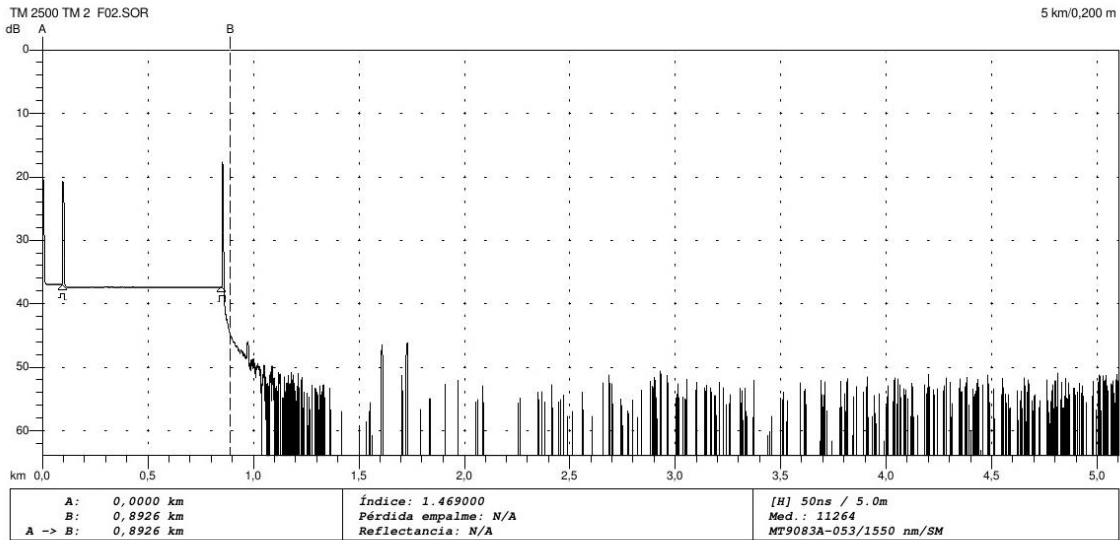
```

Traza ppal: TM 2500 TM 2 F01.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:43 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 11264
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 23.02 dB [O] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 2 F01.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0960	-0.03 -0.344	0.58	-28.94
2/E	0.8508	0.04 0.053	>1.00	-20.90

Pérdida total (extremo a extremo): 0.59 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 02 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F02 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

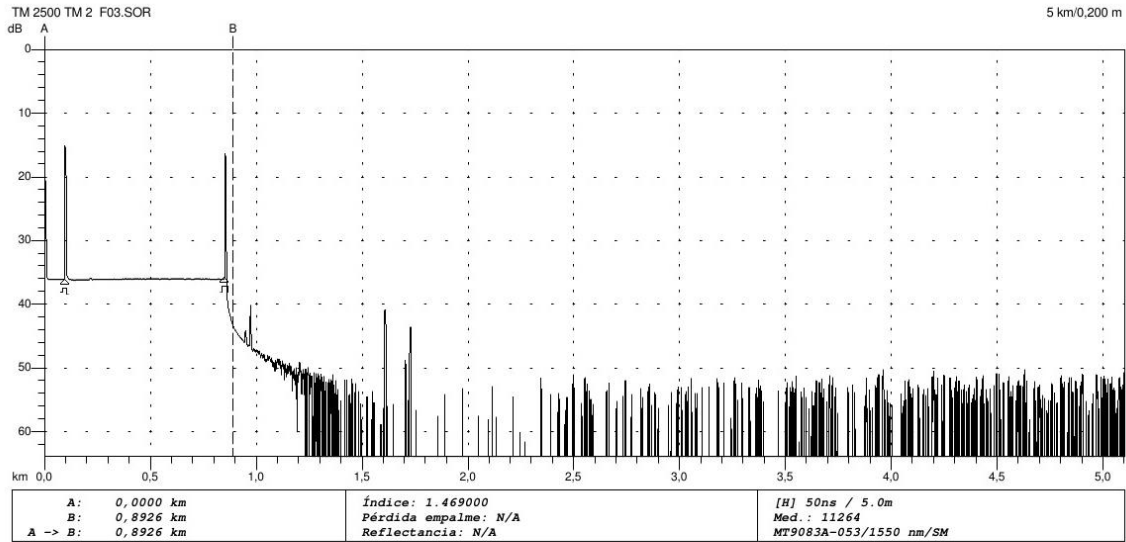
```

Traza ppal: TM 2500 TM 2 F02.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:46 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 11264
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 22.32 dB [0] [0.00, 5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 2 F02.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0960	-0.05 -0.504	0.45	-27.50
2/E	0.8508	0.03 0.044	>1.00	-20.48

Pérdida total (extremo a extremo): 0.44 dB



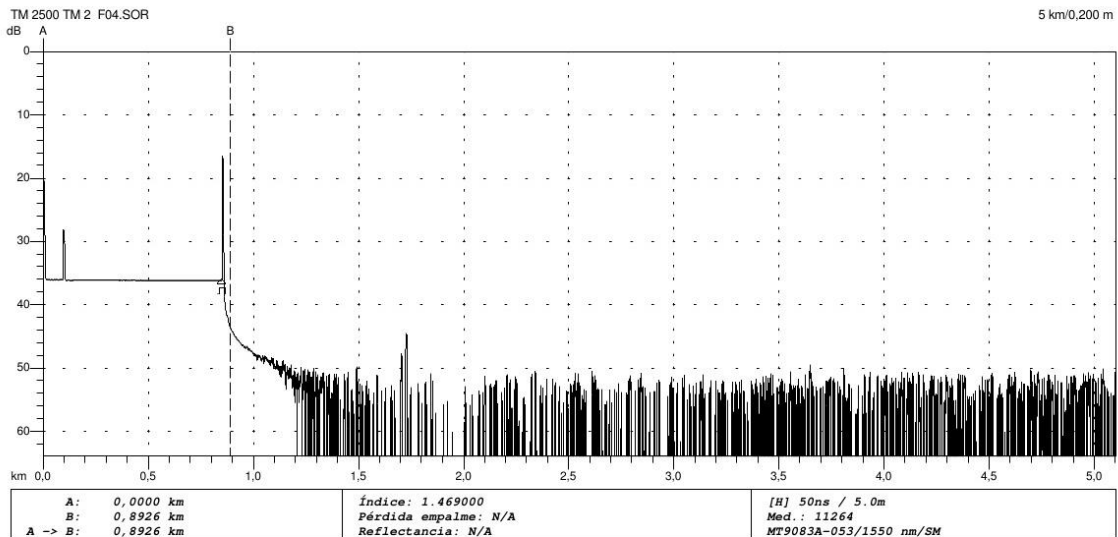
----- Page 1 -----
 [Language: EN]
 [Cable ID: CONDUMEX]
 [Fiber ID: G-652D 6 F]
 [Wavelength: 1550]
 [Org. Loc: TM 2500]
 [Term. Loc: TM 02]
 [Cable Code: CANALIZADO 2013]
 [Condition: RC]
 [Operator: LUIS]
 [Comment: BUFER AZUL F03]
 [Supplier: Anritsu]
 [OTDR Model: MT9083A-053]
 [S/N: 6200613549]
 [Optics Mod: MT9083A-053]
 [S/N: 6200613549]
 [S/W Rev.: 3.02]
 [Other:]

Traza ppal: TM 2500 TM 2 F03.SOR
 Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
 Hora: 10:57 AM Resolución: 0,200 m
 Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
 Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1,469000
 Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
 Umbrales FAS: Despl horz: 0,0000 km
 Pérdida: 0,10 dB Despl vert: 0,00 dB
 Reflectancia: -20,00 dB N° medias: 11264
 Rotura fibra: 1,00 dB
 trodispersión: -77,00 Tipo de traza: Anr SR4731
 res de trazas: Análisis
 ORL: 16,96 dB [0] [0,00,5.11]

Resultados del análisis TM 2500 TM 2 F03.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0958	-0.02 -0.191	0.13	-18.04
2/E	0.8508	-0.16 -0.206	>1.00	-20.62

Pérdida total (extremo a extremo): -0.04 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 02 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F04 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

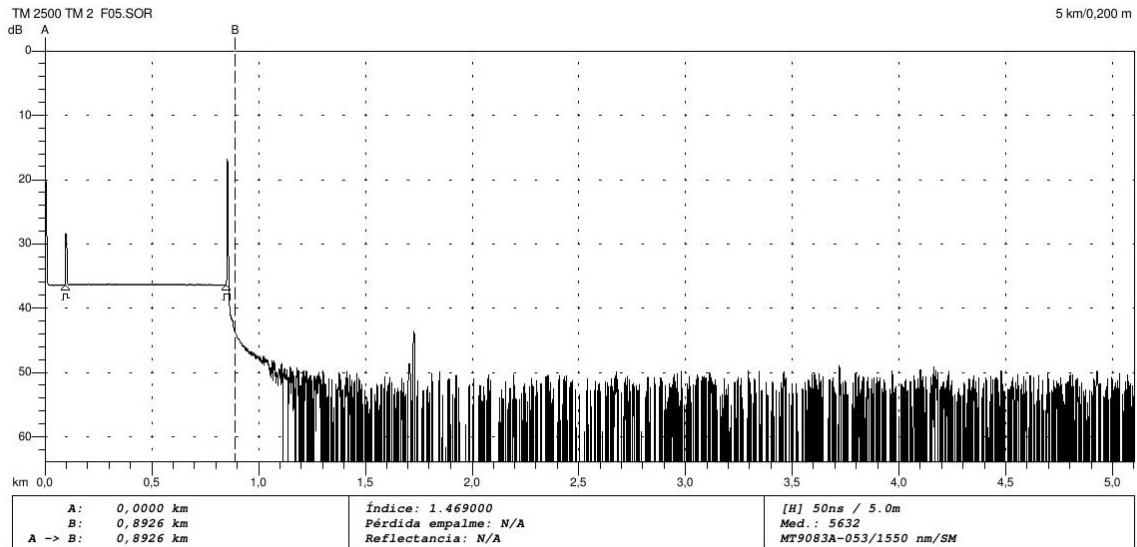
```

Traza ppal: TM 2500 TM 2 F04.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:58 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 11264
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 21.20 dB [0] [0.00, 5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 2 F04.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/E	0.8508	0.13 0.158	>1.00	-20.70

Pérdida total (extremo a extremo): 0.13 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 02 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F05 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

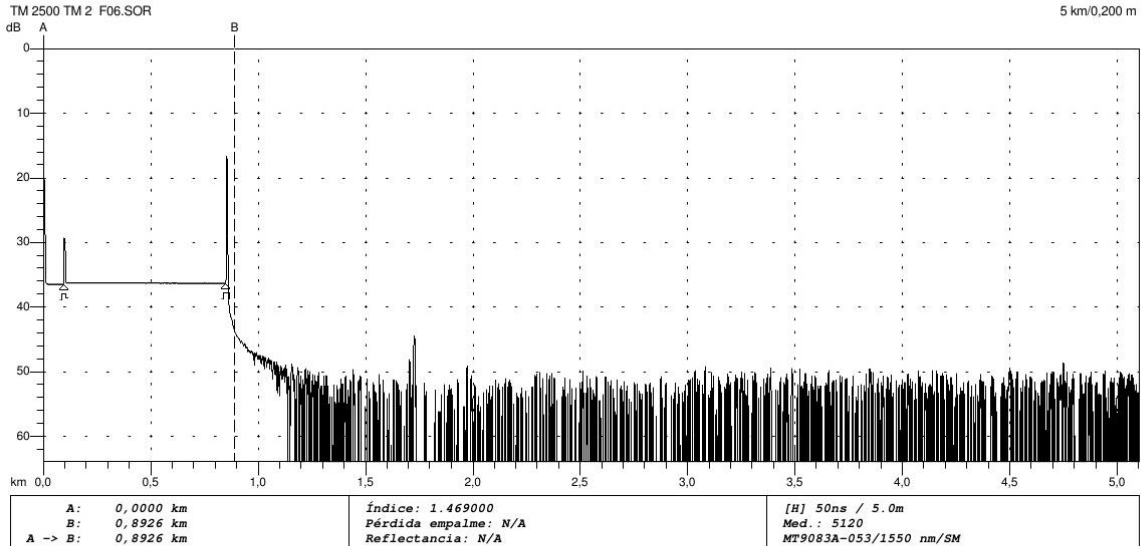
```

Traza ppal: TM 2500 TM 2 F05.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 11:01 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 21.61 dB [0] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 2 F05.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0958	-0.00 -0.007	-0.11	-44.12
2/E	0.8506	0.06 0.083	>1.00	-20.85

Pérdida total (extremo a extremo): -0.05 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 02 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F06 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

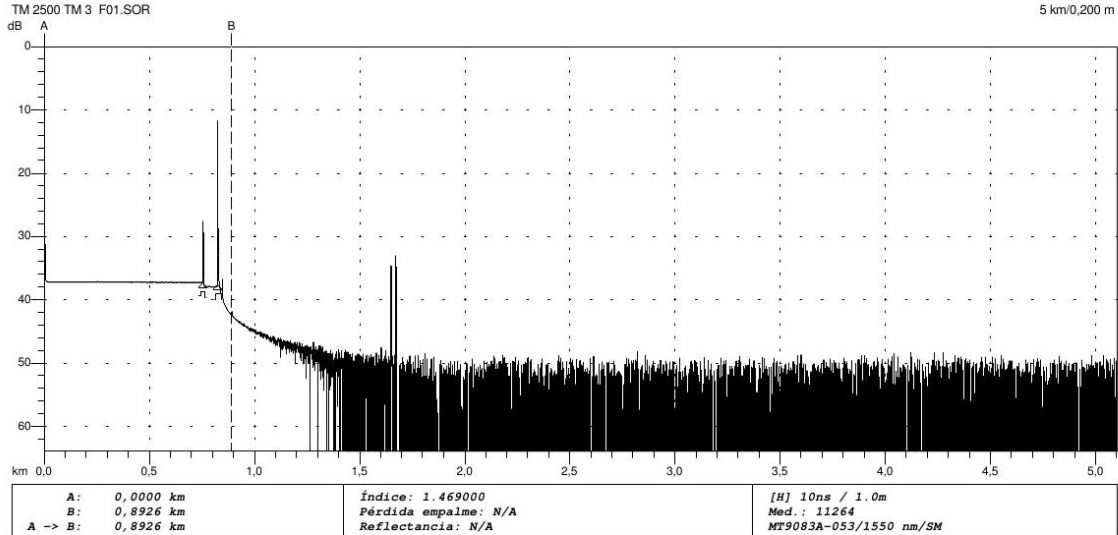
```

Traza ppal: TM 2500 TM 2 F06.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 11:04 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 21.43 dB [O] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 2 F06.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0960	-0.05 -0.497	-0.22	-45.89
2/E	0.8506	0.08 0.106	>1.00	-20.72

Pérdida total (extremo a extremo): -0.19 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 03 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F01 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

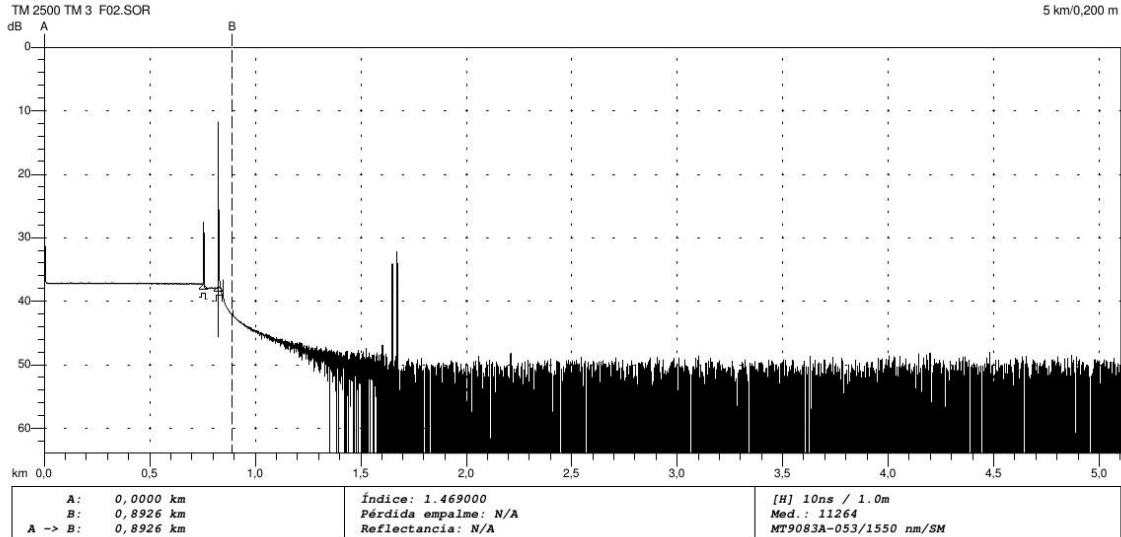
```

Traza ppal: TM 2500 TM 3 F01.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:02 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 10 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 11264
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 15.60 dB [O] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 3 F01.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7550	0.12 0.158	0.65	-47.73
2/E	0.8240	-0.01 -0.121	>1.00	-14.62

Pérdida total (extremo a extremo): 0.76 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 03 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F02 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

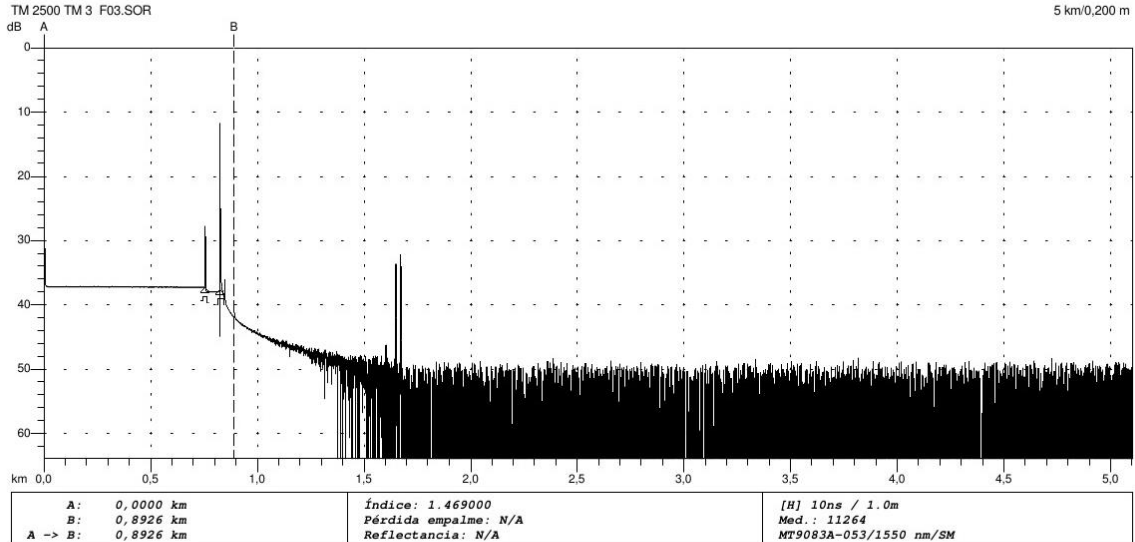
```

Traza ppal: TM 2500 TM 3 F02.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:01 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 10 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 11264
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 15.65 dB [0] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 3 F02.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7550	0.08 0.102	0.66	-47.64
2/E	0.8240	0.02 0.343	-3.78	-14.62

Pérdida total (extremo a extremo): 0.76 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 03 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F03 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

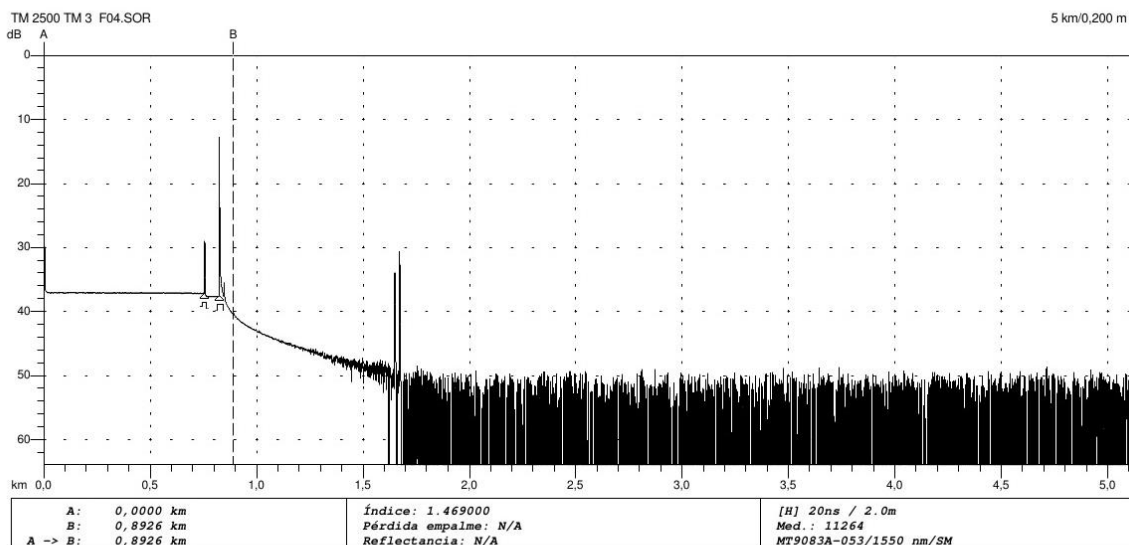
```

Traza ppal: TM 2500 TM 3 F03.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:03 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 10 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 11264
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 15.47 dB [O] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 3 F03.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7550	0.08 0.102	0.68	-48.09
2/E	0.8240	-0.01 -0.193	-4.42	-14.65

Pérdida total (extremo a extremo): 0.75 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 03 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F04 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

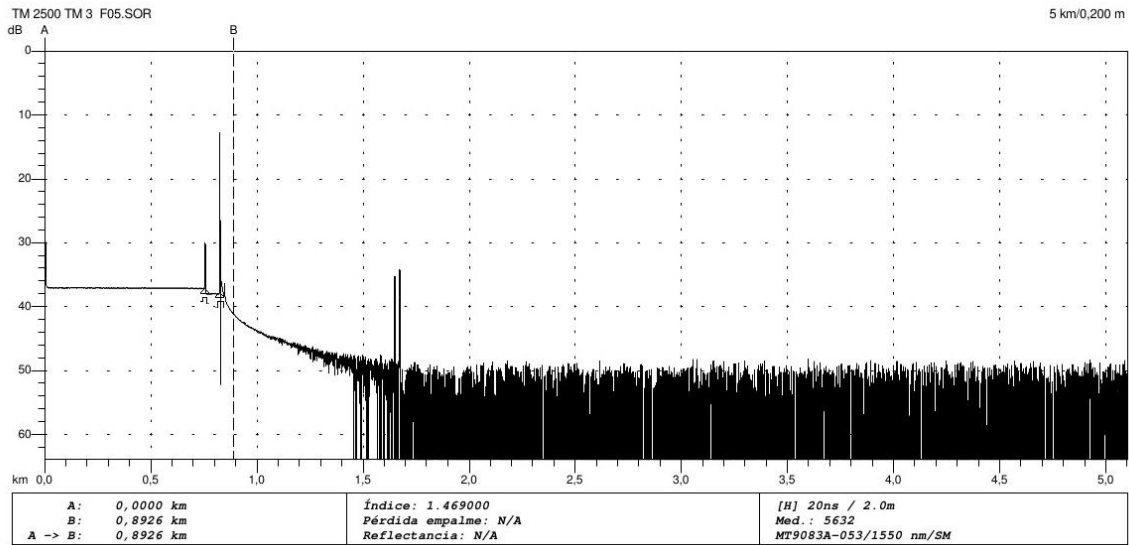
```

Traza ppal: TM 2500 TM 3 F04.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:06 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 20 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 11264
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 16.64 dB [0] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 3 F04.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.09 0.117	0.46	-47.95
2/E	0.8240	0.11 1.628	-6.52	-14.04

Pérdida total (extremo a extremo): 0.66 dB



----- Page 1 -----

```

[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 03 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F05 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

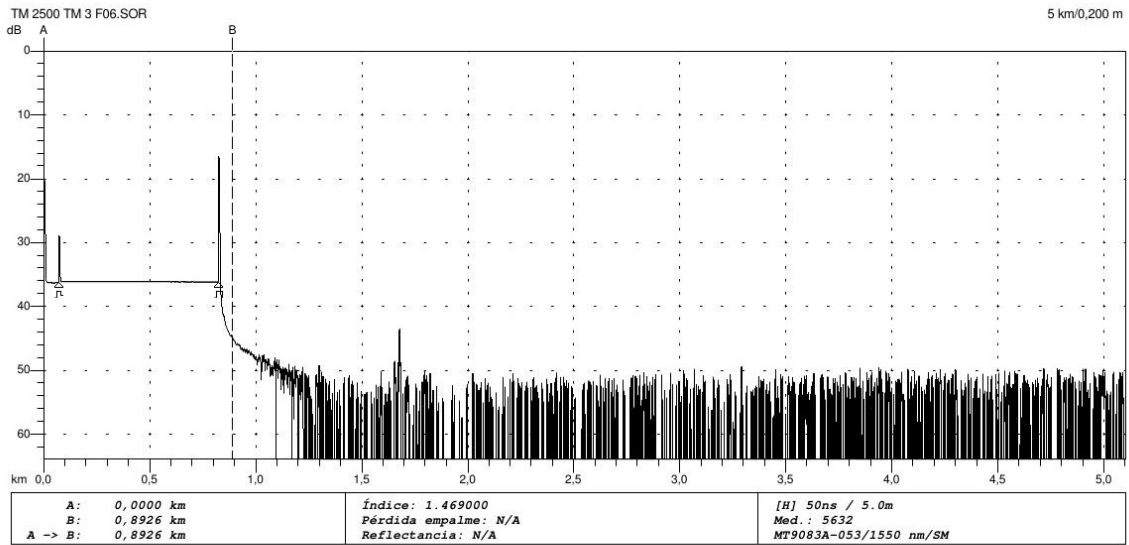
```

Traza ppal: TM 2500 TM 3 F05.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 10:08 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 20 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.34 dB [0] [0.00, 5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 3 F05.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.06 0.085	0.85	-49.91
2/E	0.8240	0.04 0.567	-5.04	-13.55

Pérdida total (extremo a extremo): 0.95 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 03 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F06 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/W Rev.: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

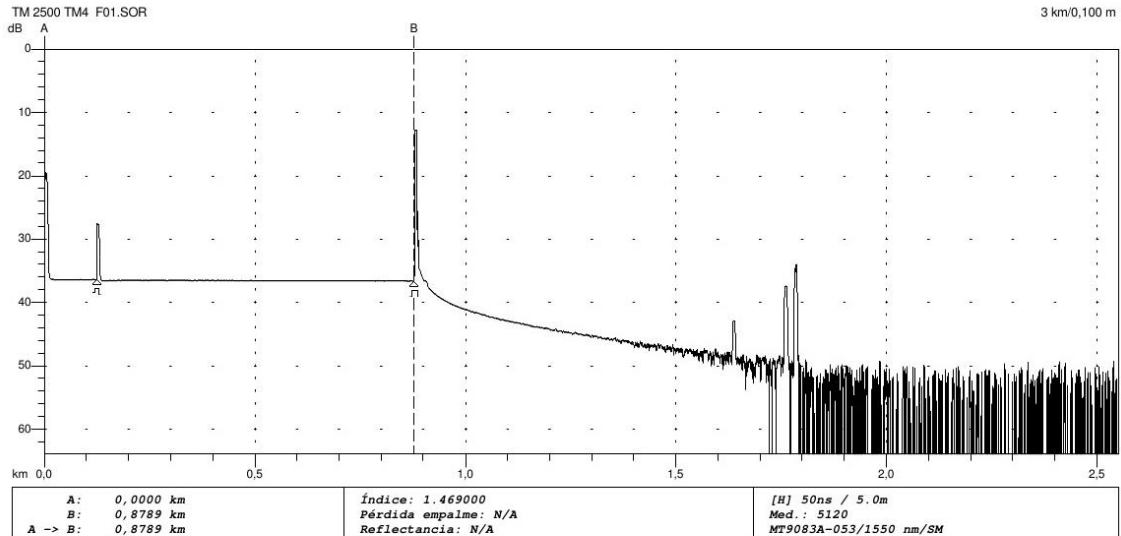
```

Traza ppal: TM 2500 TM 3 F06.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 11:08 AM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 21.17 dB [0] [0.00,5.11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM 3 F06.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0709	-0.10 -1.440	-0.19	-45.63
2/E	0.8255	0.10 0.131	>1.00	-20.69

Pérdida total (extremo a extremo): -0.19 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 04 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFFER AZUL F01 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

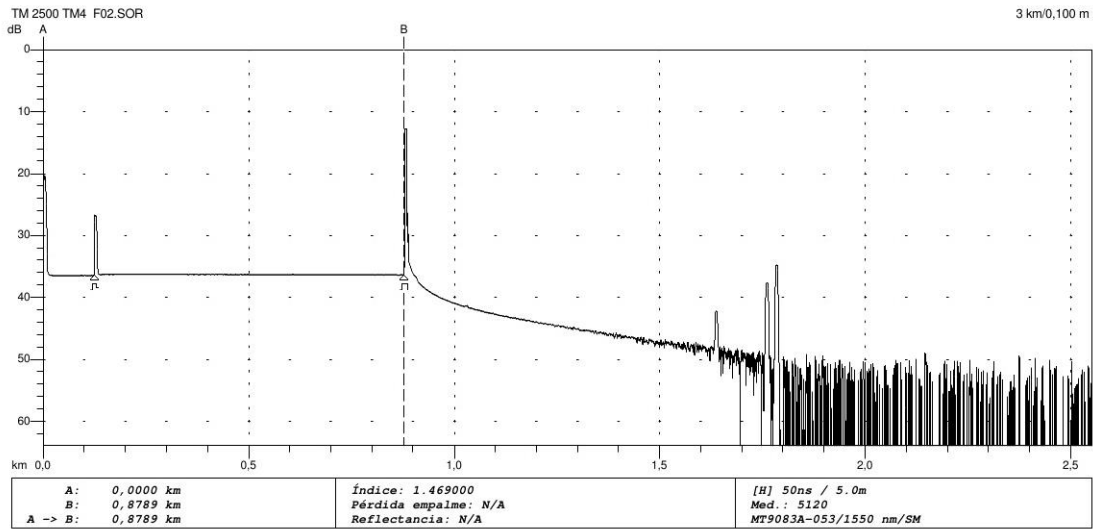
```

Traza ppal: TM 2500 TM4 F01.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:46 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.51 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM4 F01.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.1242	-0.04 -0.346	0.17	-42.39
2/E	0.8789	0.11 0.140	>1.00	-12.21

Pérdida total (extremo a extremo): 0.23 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 04 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F02 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

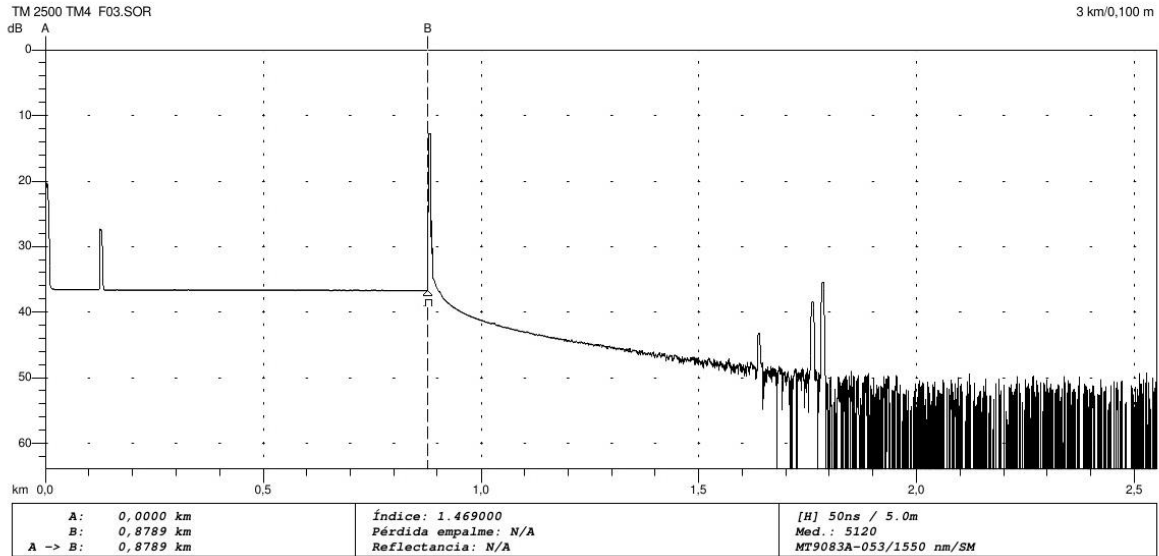
```

Traza ppal: TM 2500 TM4 F02.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:48 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.54 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM4 F02.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.1242	-0.03 -0.255	-0.17	-40.60
2/E	0.8789	0.14 0.185	>1.00	-12.66

Pérdida total (extremo a extremo): -0.06 dB



----- Page 1 -----

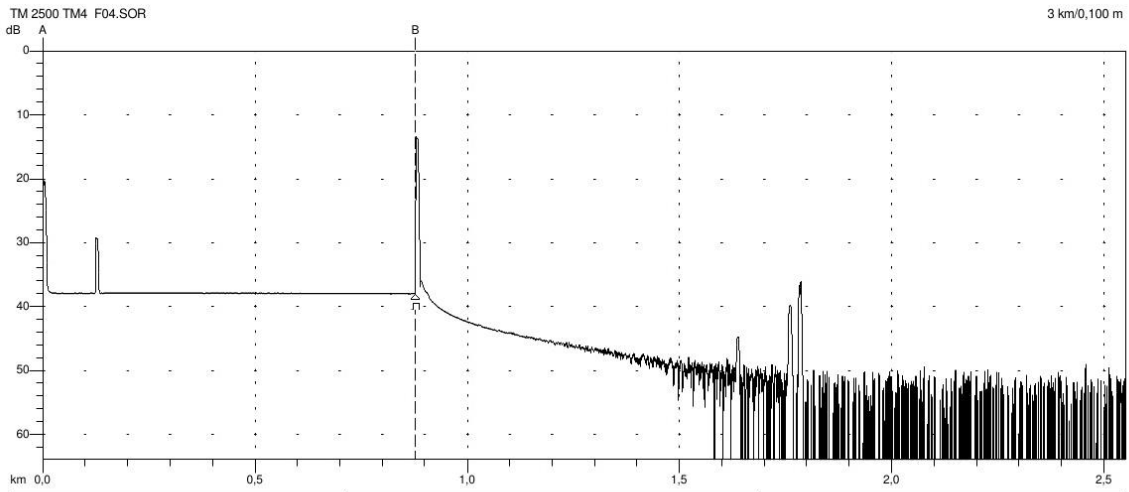
```
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 04 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F03 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
```

```
Traza ppal: TM 2500 TM4 F03.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:49 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Pérdida: 0.10 dB Despl horz: 0.0000 km
Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.60 dB [O] [0.00,2.55]
```

Resultados del análisis TM 2500 TM4 F03.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/E	0.8789	0.20 0.229	>1.00	-12.03

Pérdida total (extremo a extremo): 0.20 dB



A: 0,0000 km	Índice: 1.469000	[H] 50ns / 5.0m
B: 0,8789 km	Pérdida empalme: N/A	Med.: 5120
A -> B: 0,8789 km	Reflectancia: N/A	MT9083A-053/1550 nm/SM

```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 04 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F04 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

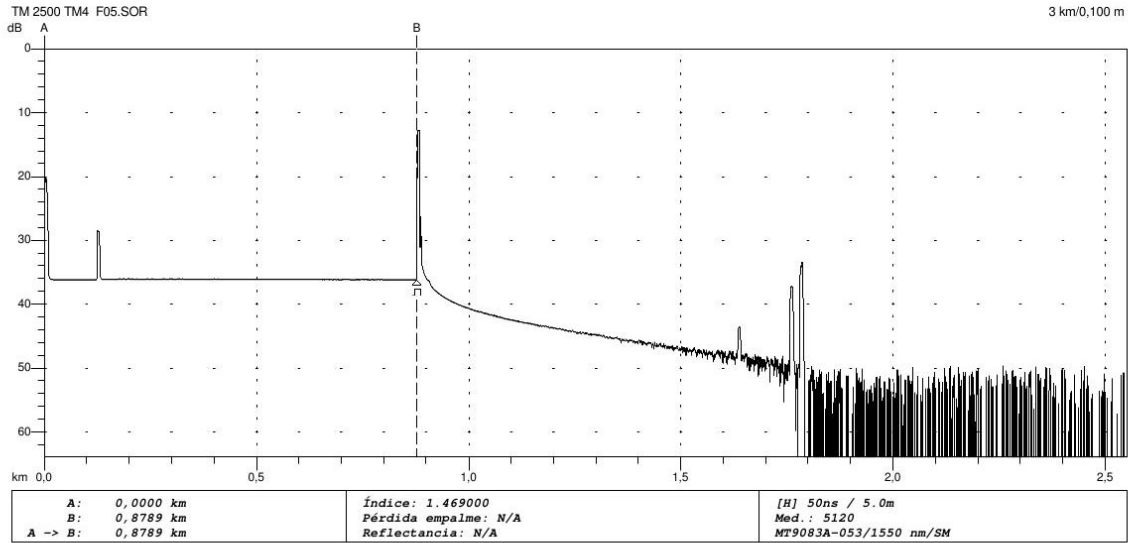
```

Traza ppal: TM 2500 TM4 F04.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:50 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 15.52 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM4 F04.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/E	0.8788	0.10 0.108	>1.00	-10.79

Pérdida total (extremo a extremo): 0.10 dB



----- Page 1 -----

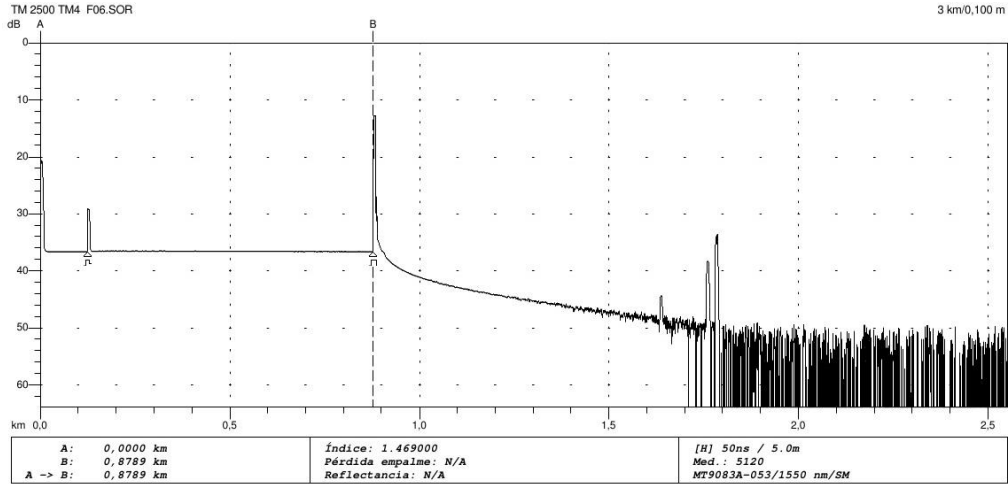
```
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 04 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F05 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
```

Traza ppal: TM 2500 TM4 F05.SOR
 Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
 Hora: 02:51 PM Resolución: 0,100 m
 Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
 Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
 Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
 Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
 Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
 Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
 Rotura fibra: 1.00 dB
 trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
 res de trazas: Análisis
 ORL: 14.49 dB [0] [0.00,2.55]

Resultados del análisis TM 2500 TM4 F05.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/E	0.8788	-0.01 -0.010	-1.57	-13.13

Pérdida total (extremo a extremo): -0.01 dB



----- Page 1 -----

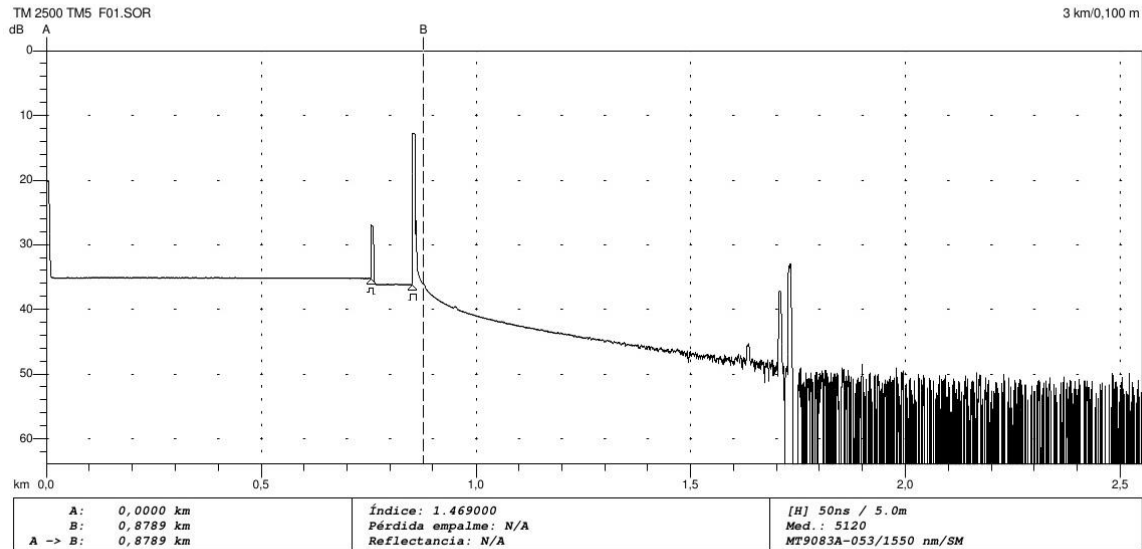
```
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 04 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F06 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
```

```
Traza ppal: TM 2500 TM4 F06.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:52 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: 0.10 dB Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB Nº medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.58 dB [0] [0.00,2.55]
```

Resultados del análisis TM 2500 TM4 F06.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.1241	-0.05 -0.373	-0.11	-45.18
2/E	0.8788	0.15 0.203	>1.00	-12.19

Pérdida total (extremo a extremo): -0.00 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 05 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F01 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

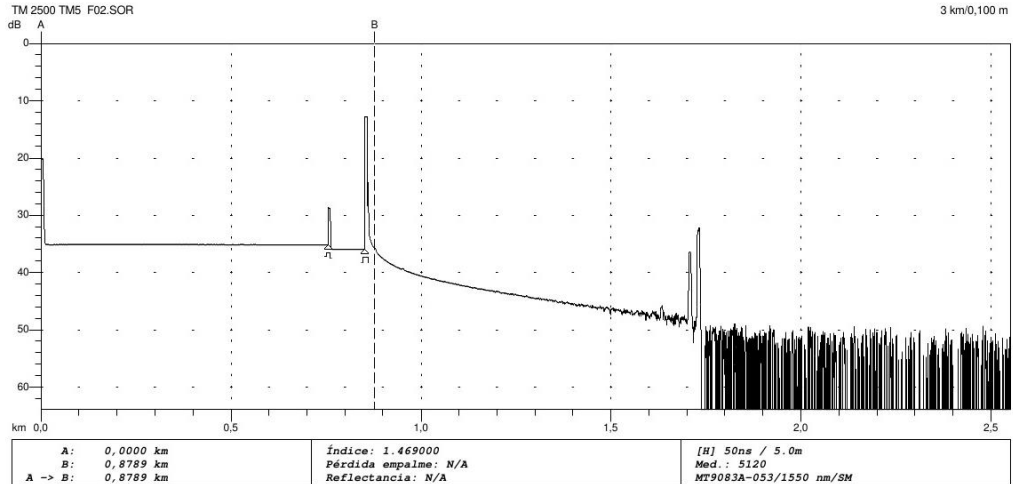
```

Traza ppal: TM 2500 TM5 F01.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 03:11 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.43 dB [O] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM5 F01.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7551	0.05 0.072	0.95	-43.56
2/E	0.8518	0.01 0.083	>1.00	-13.20

Pérdida total (extremo a extremo): 1.01 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 05 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F02 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

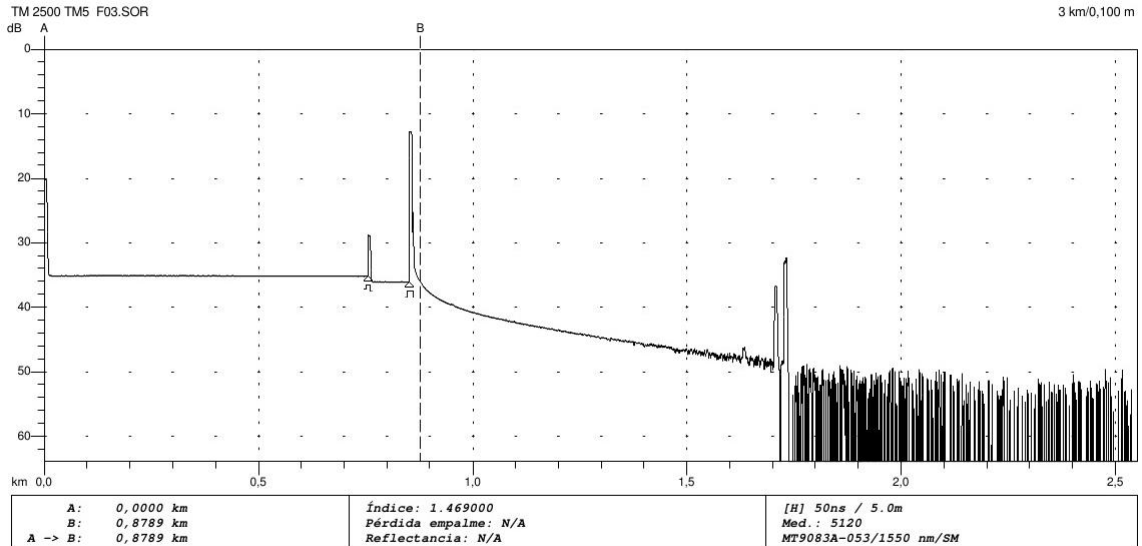
```

Traza ppal: TM 2500 TM5 F02.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 03:01 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.33 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM5 F02.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento (dB)	Evento (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.03	0.033	0.78	-47.19
2/E	0.8517	0.01	0.097	>1.00	-13.60

Pérdida total (extremo a extremo): 0.81 dB



----- Page 1 -----

```

[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 05 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F03 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

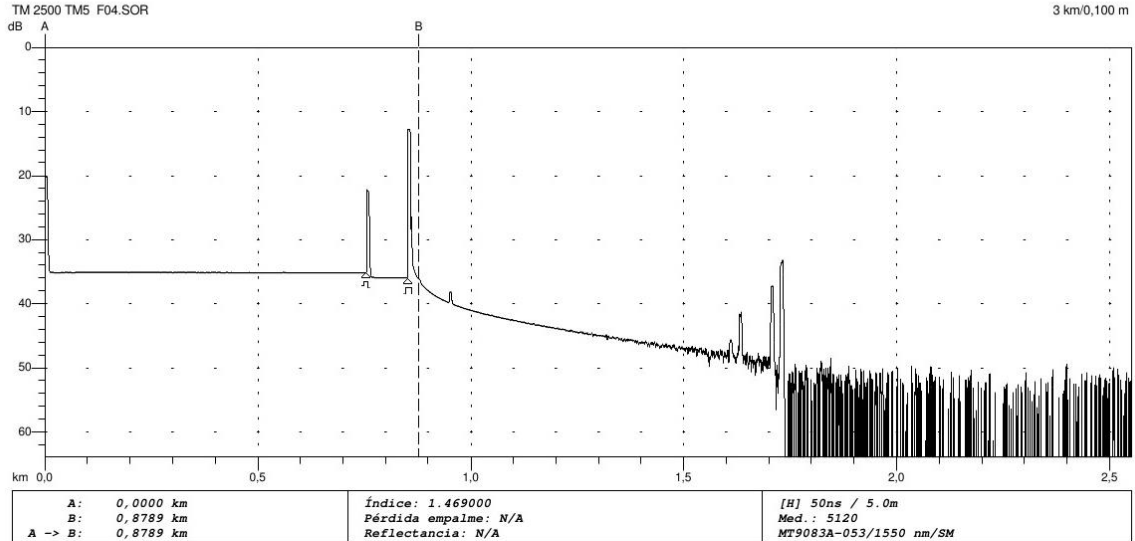
```

Traza ppal: TM 2500 TM5 F03.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 03:09 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.40 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM5 F03.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7552	0.03 0.037	0.87	-47.48
2/E	0.8517	0.04 0.432	0.36	-13.30

Pérdida total (extremo a extremo): 0.94 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 05 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F04 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

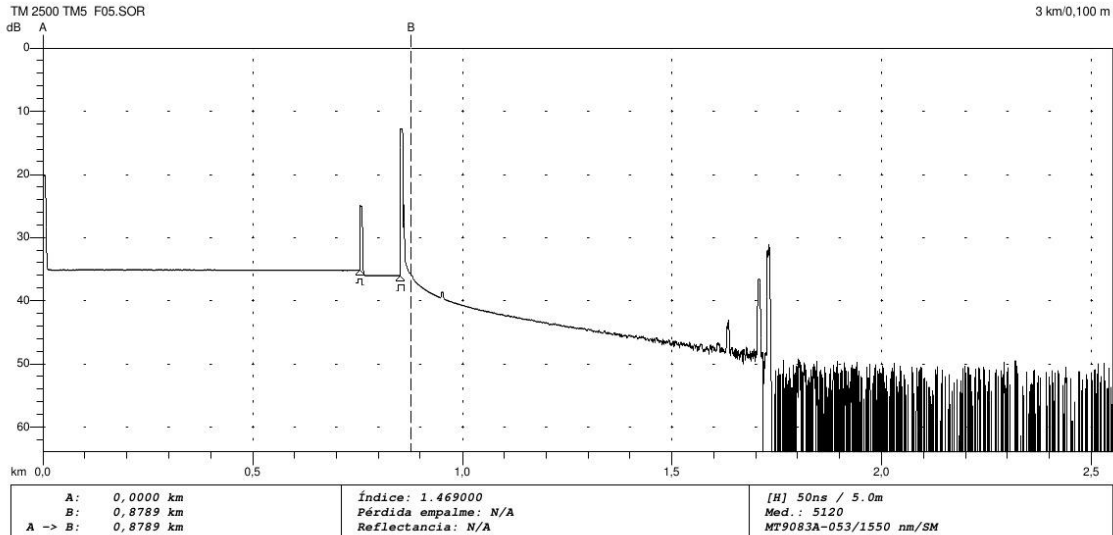
```

Traza ppal: TM 2500 TM5 F04.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 03:03 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbrales FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.38 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM5 F04.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7550	0.03 0.035	0.72	-34.02
2/E	0.8517	0.07 0.703	>1.00	-13.55

Pérdida total (extremo a extremo): 0.82 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 05 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F05 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

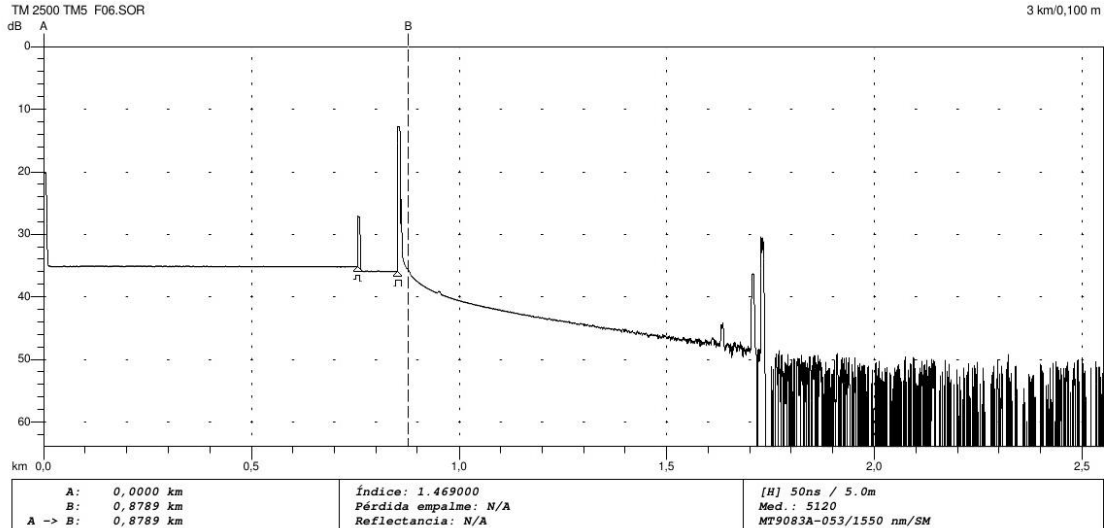
```

Traza ppal: TM 2500 TM5 F05.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 03:04 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.36 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM5 F05.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7551	0.02 0.021	0.84	-39.50
2/E	0.8516	0.02 0.242	>1.00	-13.36

Pérdida total (extremo a extremo): 0.88 dB



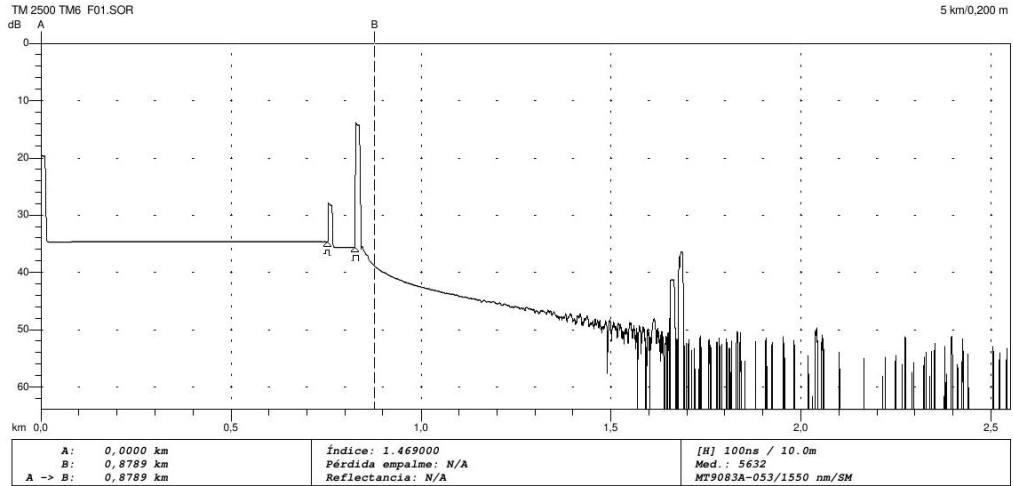
----- Page 1 -----
 [Language: EN]
 [Cable ID: CONDUMEX]
 [Fiber ID: G-652D 6 F]
 [Wavelength: 1550]
 [Org. Loc: TM 2500]
 [Term. Loc: TM 05]
 [Cable Code: CANALZADO 2013]
 [Condition: RC]
 [Operator: LUIS]
 [Comment: BUFER AZUL F06]
 [Supplier: Anritsu]
 [OTDR Model: MT9083A-053]
 [S/N: 6200613549]
 [Optics Mod: MT9083A-053]
 [S/N: 6200613549]
 [S/W Rev.: 3.02]
 [Other:]

Traza ppal: TM 2500 TM5 F06.SOR
 Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
 Hora: 03:04 PM Resolución: 0,100 m
 Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
 Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
 Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
 Umbrales FAS: Pérdida: 0.10 dB Despl horz: 0.0000 km
 Reflectancia: -20.00 dB Despl vert: 0.00 dB
 Rotura fibra: 1.00 dB N° medias: 5120
 trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
 res de trazas: Análisis
 ORL: 14.35 dB [0] [0.00,2.55]

Resultados del análisis TM 2500 TM5 F06.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7551	0.02 0.032	0.70	-43.88
2/E	0.8516	0.08 0.781	>1.00	-13.63

Pérdida total (extremo a extremo): 0.80 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 06 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F01 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

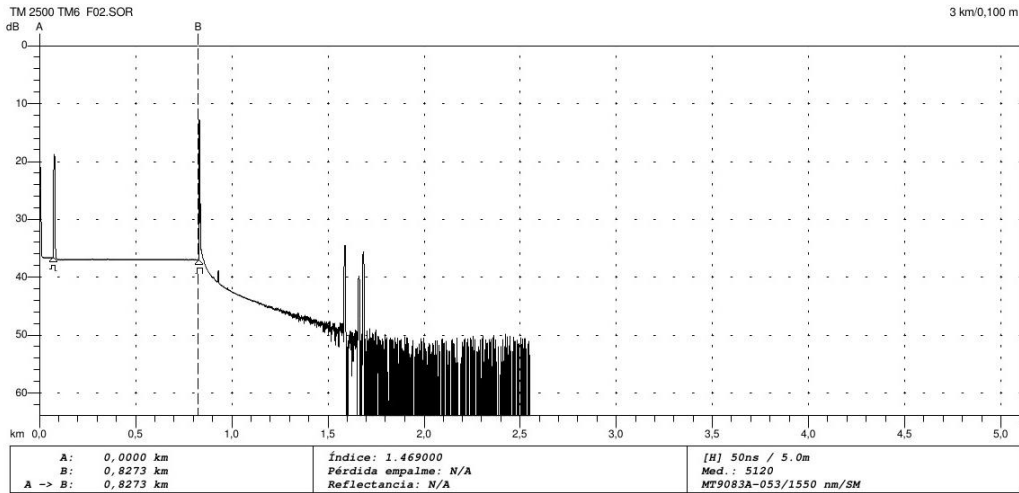
```

Traza ppal: TM 2500 TM6 F01.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 5 km
Hora: 04:46 PM Resolución: 0,200 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 100 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1,469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0,0000 km
Pérdida: 0,10 dB Despl vert: 0,00 dB
Reflectancia: -20,00 dB N° medias: 5632
Rotura fibra: 1,00 dB
trodispersión: -77,00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 16,54 dB [0] [0,00,5,11]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM6 F01.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0,7550	-0,05 -0,064	0,95	-43,59
2/E	0,8273	0,02 0,212	>1,00	-13,42

Pérdida total (extremo a extremo): 0,92 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 06 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F02 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

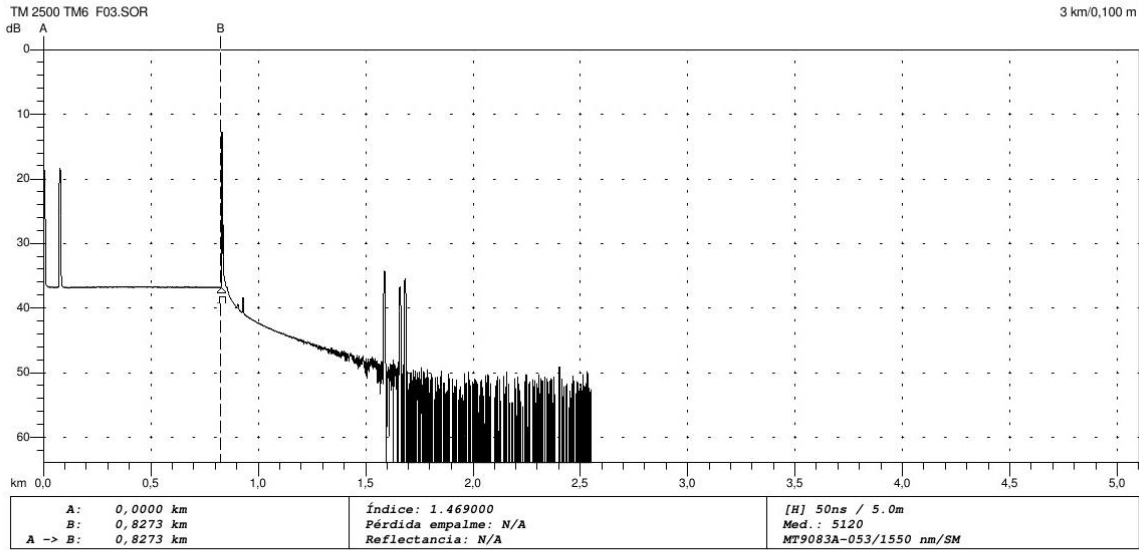
```

Traza ppal: TM 2500 TM6 F02.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:26 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.39 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM6 F02.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0741	-0.03 -0.387	0.38	-24.37
2/E	0.8290	0.02 0.030	-0.02	-11.46

Pérdida total (extremo a extremo): 0.37 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 06 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F03 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

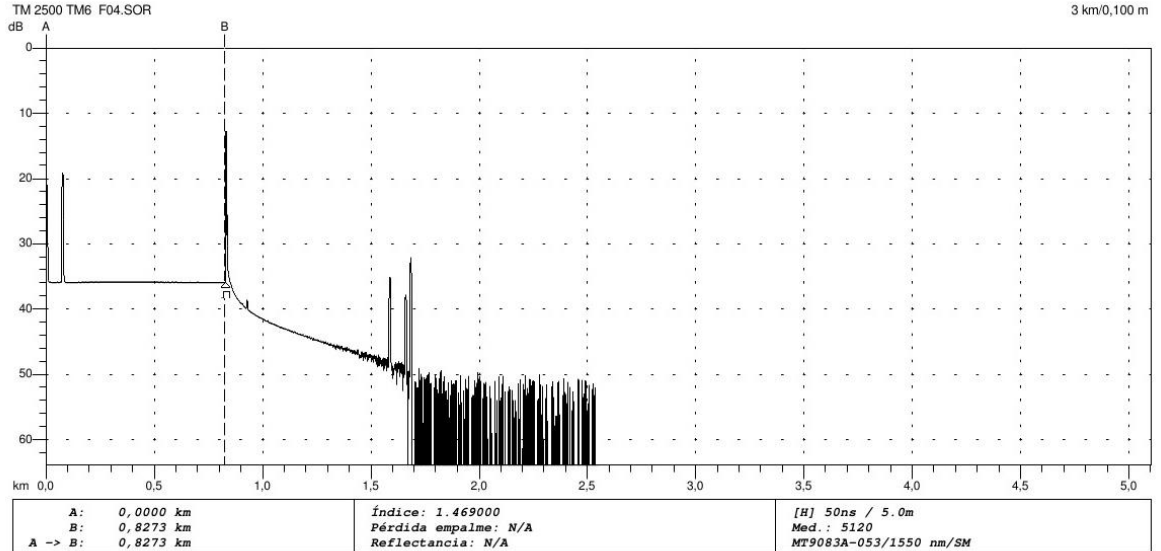
```

Traza ppal: TM 2500 TM6 F03.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:30 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.09 dB [O] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM6 F03.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB)	Pérdida (dB/Km)	Reflectancia (dB)
1/E	0.8289	0.04	0.051	>1.00 -11.93

Pérdida total (extremo a extremo): 0.04 dB



----- Page 1 -----

```

[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 06 ]
[ Cable Code: CANALIZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F04 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

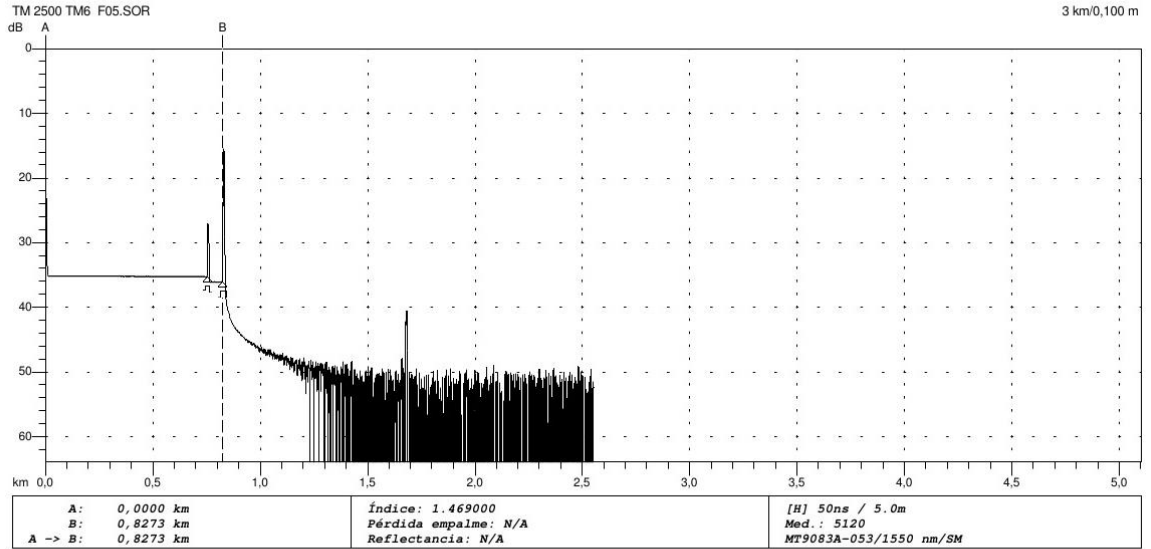
```

Traza ppal: TM 2500 TM6 F04.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:32 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.27 dB [O] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM6 F04.SOR

Función Nº/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/E	0.8289	0.03 0.039	>1.00	-13.58

Pérdida total (extremo a extremo): 0.03 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 06 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F05 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

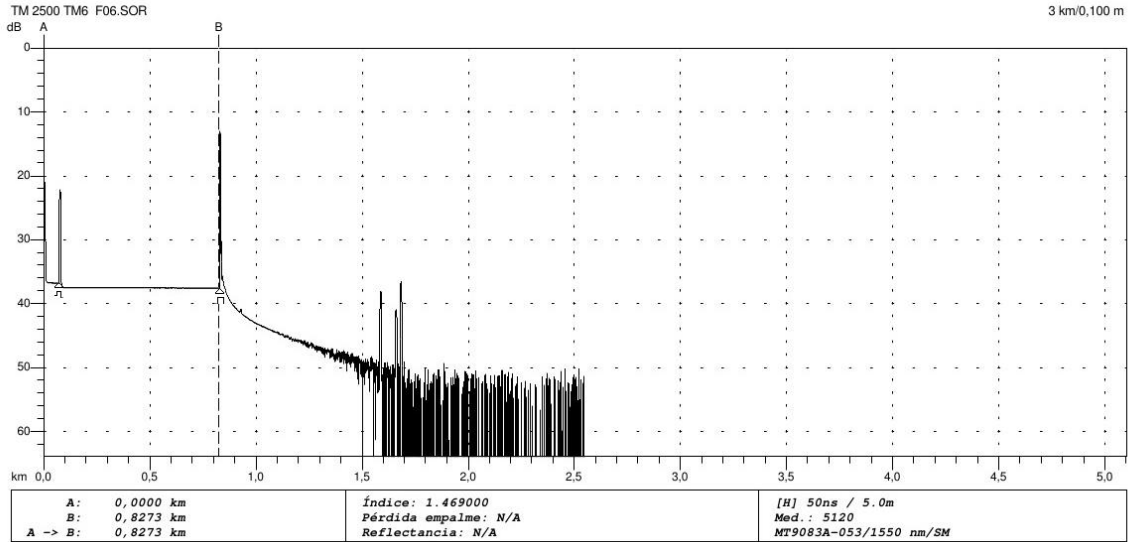
```

Traza ppal: TM 2500 TM6 F05.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 04:06 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N² medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 19.72 dB [0] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM6 F05.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.7551	0.05 0.064	0.79	-43.74
2/E	0.8273	-0.02 -0.342	>1.00	-18.96

Pérdida total (extremo a extremo): 0.82 dB



```

----- Page 1 -----
[ Language: EN ]
[ Cable ID: CONDUMEX ]
[ Fiber ID: G-652D 6 F ]
[ Wavelength: 1550 ]
[ Org. Loc: TM 2500 ]
[ Term. Loc: TM 06 ]
[ Cable Code: CANALZADO 2013 ]
[ Condition: RC ]
[ Operator: LUIS ]
[ Comment: BUFER AZUL F06 ]
[ Supplier: Anritsu ]
[ OTDR Model: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ Optics Mod: MT9083A-053 ]
[ S/N: 6200613549 ]
[ S/W Rev.: 3.02 ]
[ Other: ]
    
```

```

Traza ppal: TM 2500 TM6 F06.SOR
Fecha: 09/21/13 Rango: 3 km
Hora: 02:36 PM Resolución: 0,100 m
Producto: MT9083A-05 Ancho de imp: 50 ns
Módulo óptico: MT9083A-053 Índice: 1.469000
Tipo de fibra: Monomodo Long onda: 1550 nm
Umbral FAS: Despl horz: 0.0000 km
Pérdida: 0.10 dB Despl vert: 0.00 dB
Reflectancia: -20.00 dB N° medias: 5120
Rotura fibra: 1.00 dB
trodispersión: -77.00 Tipo de traza: Anr SR4731
res de trazas: Análisis
ORL: 14.90 dB [O] [0.00,2.55]
    
```

Resultados del análisis TM 2500 TM6 F06.SOR

Función N°/Tipo	Ubicación (km)	Evento-Evento (dB) (dB/Km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)
1/R	0.0740	0.03 0.468	0.75	-30.90
2/E	0.8288	0.07 0.096	>1.00	-10.89

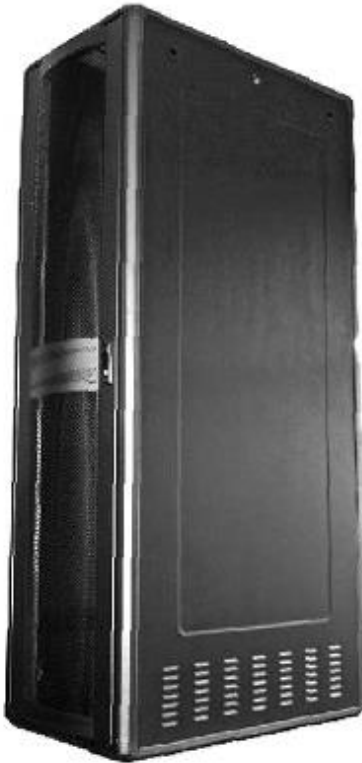
Pérdida total (extremo a extremo): 0.86 dB

ANEXO D: CARACTERÍSTICAS DEL RACK DEL PISO

Gabinetes
de Piso para
servidores

Modelo TL

QUEST
INTERNATIONAL S.A.



Modelo TL: Profundidad Extra

Los gabinetes TL con su versátil diseño además de facilitar la instalación de equipos lateralmente, permiten una ventilación pasiva apropiada en montajes de alta densidad, en donde el manejo de calor es un factor crítico.

Adicionalmente este modelo cuenta con una puerta posterior doble que le permite ahorrar espacio y la facilidad de verificar permanentemente conexiones, y el estado de los equipos entre otras.

Referencia

GF-2486

Formato de Montaje : 19"
Altura útil : 42 RU
Profundidad Interna : 38,8" (99 cm)
Color Estructura : Negro
Color Tapas : Negro

Dimensiones

Formato de Montaje : 19"
Altura útil : 42 RU
Altura externa : 78" [198 cm]
Ancho: : 22,5" [58 cm]
Profundidad interna: : 38,8" [99 cm]
Profundidad externa : 42" [106 cm]
Capacidad de carga : 2,100 lbs [1,050 kg]
Peso: : 297 lbs [148 kg]

Materiales

Estructura y Base : Acero laminado en frío, calibre 16.
Paneles Laterales : Acero laminado en frío, calibre 18.
Tapa superior : Acero laminado en frío, calibre 18.
Puerta Frontal : Marco metálico en acero laminado en frío calibre 18 con malla metálica expandida en calibre 18.
Puerta Posterior : Acero laminado en frío, calibre 18.
Cierre Frontal : Nylon y acero.
Cierres Paneles : Nylon.
Barraje a tierra : Cobre.
Acabados : Pintura electrostática.
Rodachinas : Giratorias con soporte de acero
Empaque : Caja en cartón corrugado

1

WWW.QUESTINTER.COM



CARACTERISTICAS DESTACADAS

Ventilación

Puerta Extra Ventilada



Puerta Frontal en malla metálica calibre 18 con refuerzo horizontal.

Ventilas Laterales



Ventilas laterales que facilitan el intercambio de aire al interior de la unidad.

Multiples Accesos

Paneles Desmontables



Paneles laterales y posterior desmontables que brindan facilidad en el montaje de los equipos.

Acceso para cables



Acceso de cables en la tapa superior e inferior de la unidad que permiten el manejo de cables en el interior del gabinete.

Movilidad y Estabilidad

Rodachinas



Facilitan movilizar la unidad y ubicarla en el sitio deseado, aún con equipos instalados gracias a su alta resistencia.

Niveladores



Juego de niveladores que proporcionan estabilidad a la unidad, para evitar deslizamientos y movimientos.

Seguridad y Protección

Cierre de Seguridad



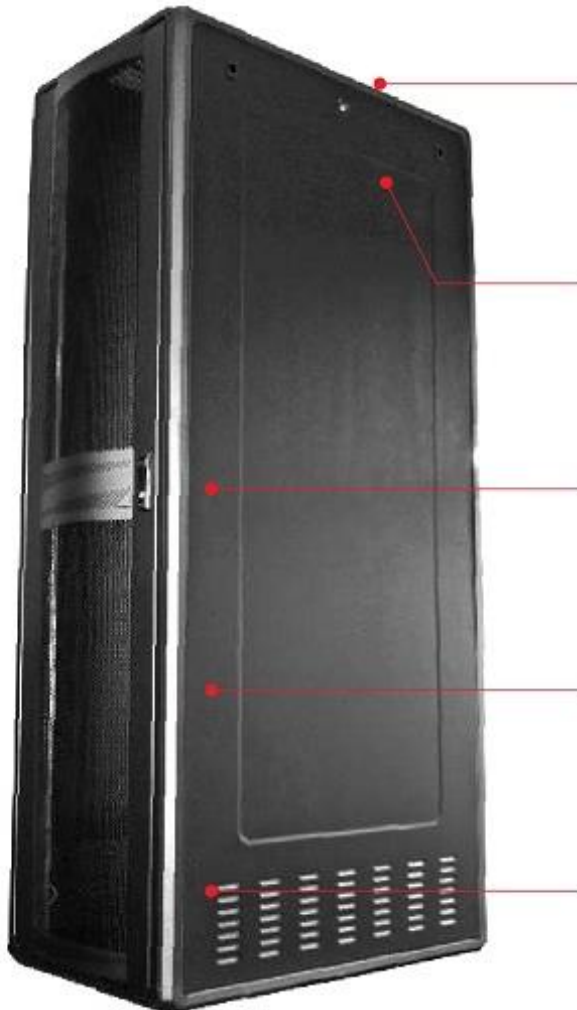
Cierre de seguridad que restringe el acceso a los equipos de personal no autorizado.

Cable Equipotencial



Permite poner a tierra, masas metálicas.

ACCESORIOS OPCIONALES



Unidad de ventilacion doble

Ideal para permitir el intercambio de aire al interior del gabinete.

- Voltaje de 110 Voltios • Volumen de aire de 90 CFM.



Multitoma Vertical

Multitoma (Regleta) eléctrica que permite la alimentación eléctrica de los equipos, además de brindar protección adicional por sobrecargas.



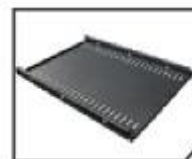
Organizador Vertical

Permite llevar cables de datos verticalmente a lo largo del gabinete de manera segura y organizada.



Sistema Periférico

ideales para el montaje de equipos pequeños, que están fuera del formato de montaje de 19".



Bandeja Ajustable

Bandeja especializada para gabinetes con profundidad hasta de 42" (99 cm) la cual cuenta con herrajes para brindar apoyo sobre los 4 paralelos.

ANEXO E: HOJAS DE DATOS DEL SWITCH



Switch Catalyst 2960-S: Guía de inicio

- [Acerca de esta guía](#)
- [Desembalaje del switch](#)
- [Ejecución de Express Setup](#)
- [Gestión del switch](#)
- [Planificación y creación de pilas de conmutadores](#)
- [Montaje en rack](#)
- [Conexión de los cables FlexStack](#)
- [Conexión a los puertos del switch](#)
- [En caso de dificultad](#)
- [Obtención de documentación y envío de una petición de servicio](#)

Acerca de esta guía

La presente guía ofrece instrucciones sobre cómo utilizar Express Setup para configurar inicialmente el switch Catalyst. Asimismo, aborda las opciones de administración del switch, el montaje básico en rack, las directrices de apilamiento, los procedimientos de conexión de módulos y puertos. También ofrece ayuda para la resolución de problemas.

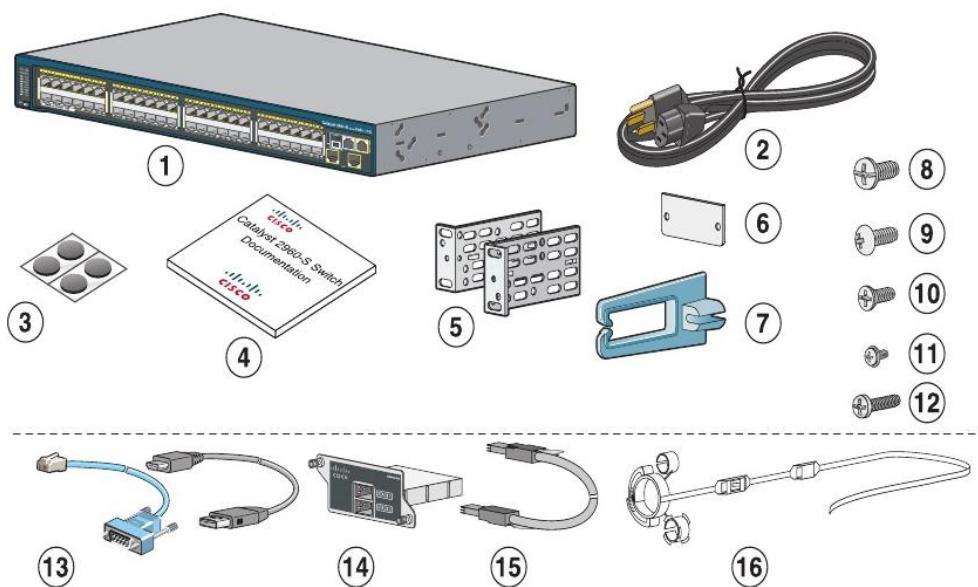
Para obtener más información sobre la configuración e instalación del switch, consulte la documentación de Catalyst 2960 en Cisco.com. Para conocer los requisitos del sistema, ver notas importantes, restricciones, fallos encontrados y resueltos y las actualizaciones más recientes de la documentación, consulte las notas de la versión también en Cisco.com. Para obtener la traducción de las advertencias que aparecen en esta publicación, consulte *Regulatory Compliance and Safety Information for the Catalyst 2960 and 2960-S Switches* (Información de seguridad y conformidad con las regulaciones de los switches Catalyst 2960 y 2960-S) en Cisco.com.

Cuando utilice las publicaciones online, consulte los documentos correspondientes a la versión del software Cisco IOS que se esté ejecutando en el switch. La versión del software se indica en la etiqueta de Cisco IOS, situada en el panel posterior del switch.

Desembalaje del switch

Siga estos pasos:

1. Desembale el switch y el kit de accesorios y extráigalos de la caja.
2. Coloque de nuevo el material de embalaje en la caja y guárdelo por si necesitase usarlo en el futuro.
3. Compruebe que ha recibido los siguientes componentes. Si falta alguno o si alguno estuviese dañado, póngase en contacto con el representante o distribuidor de Cisco para obtener instrucciones.



1	Switch Catalyst 2960-S ¹	9	Cuatro tornillos de cabeza reforzada Phillips del número 8 (48-0656-01)
2	Cable de alimentación de CA	10	Cuatro tornillos de cabeza plana Phillips del número 8 (48-0655-01)
3	Cuatro patas de montaje de goma	11	Dos tornillos de cabeza troncocónica del número 4 (48-0482-01)
4	Documentación	12	Un tornillo para metales Phillips negro (48-0654-01)
5	Dos soportes de montaje de 19 pulgadas	13	(Opcional ³) Cable USB o cable de consola
6	Tapa del conector ² para sistema de alimentación redundante	14	(Opcional ³) Módulo Cisco FlexStack
7	Guía de cable	15	(Opcional ³) Cable Cisco FlexStack
8	Cuatro tornillos de cabeza troncocónica Phillips del número 12 (48-0523-01)	16	(Opcional ³) Tope para el cable de alimentación

1. Se muestra el switch Catalyst 2960S-48FPD-L a modo de ejemplo. Su modelo de switch puede tener un aspecto diferente.

2. Disponible únicamente en algunos modelos.
3. Se puede solicitar.

Ejecución de Express Setup

La primera vez que se configure el switch, hay que utilizar Express Setup para introducir la información inicial sobre el IP. Esto permitirá al switch conectarse a los routers locales y a la red. A continuación, podrá acceder al switch a través de la dirección IP para proseguir con la configuración.

Para configurar el switch, necesita este equipo:

- Un PC que tenga instalado Windows 2000, XP, Vista o Windows Server 2003
- Un navegador web (Internet Explorer 6.0, 7.0, Firefox 1.5, 2.0 o posterior) con JavaScript habilitado



Nota Puede que funcione en otros ordenadores portátiles y navegadores.

- Un cable Ethernet de categoría 5 o 6 directo o cruzado para conectar el PC al switch



Nota Antes de ejecutar Express Setup, desactive cualquier bloqueo de las ventanas emergentes o configuración del proxy del software del navegador y cualquier cliente inalámbrico que se esté ejecutando en el PC.

Paso 1 Asegúrese de que no haya nada conectado al switch.



Paso 2 Durante la configuración con Express Setup, el switch actúa como un servidor DHCP. Si el PC cuenta con una dirección IP estática, cambie temporalmente la configuración del PC para usar DHCP antes de continuar con el paso siguiente.

Nota Anote la dirección IP estática, ya que la necesitará en el [Paso 10](#).

Paso 3 Para suministrar corriente al switch, conecte el cable de alimentación de CA a la fuente de alimentación del switch y a una toma de CA puesta a tierra.

Aproximadamente 30 segundos después de que se encienda el switch, comienza la prueba de autocomprobación de encendido (POST), que puede tardar varios minutos en finalizar.

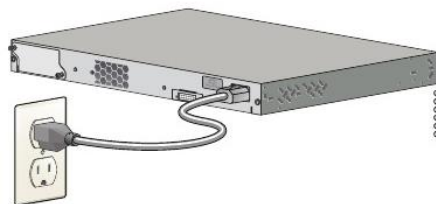
Durante la prueba POST, el LED SYSTEM parpadea en verde y los LED RPS, STATUS, DUPLEX y SPEED pasan a ser de color verde fijo.

Cuando finaliza la prueba POST, el LED SYSTEM pasa a ser de color verde fijo y el resto de LED se apagan. La única excepción es el LED STACKMASTER, que seguirá de color verde fijo si el switch es apilable y funciona como el principal de la pila.

Antes de continuar con el siguiente paso, espere a que finalice la prueba POST. Pueden transcurrir hasta 5 minutos desde que enciende el switch.

Solución de problemas:

Si el LED SYSTEM parpadea en verde, sin pasar a verde fijo, póngase en contacto con su representante o distribuidor de Cisco. El switch no pasa la prueba de autocomprobación de encendido (POST).



Paso 4 Mantenga pulsado el botón Mode hasta que todos los LED que se encuentran encima del botón Mode sean de color verde fijo. Es posible que sea necesario mantener pulsado el botón durante 3 o más segundos.

Suelte el botón Mode cuando todos los LED que se encuentran encima del botón Mode sean de color verde fijo. (El LED RPS se mantiene apagado en algunos modelos de switch y no está presente en todos los modelos.)

El switch se encuentra ahora en modo Express Setup.

Antes de continuar con el siguiente paso, asegúrese de que todos los LED que se encuentran encima del botón Mode sean de color verde fijo.

Solución de problemas:

Si, después de pulsar el botón, los LED situados encima del botón Mode parpadean, suelte el botón. El parpadeo de los LED indica que el switch ya está configurado y que no se puede pasar al modo Express Setup. Para obtener más información, consulte [“Restablecimiento del switch” en la página 30](#).



Paso 5 Conecte un cable Ethernet de categoría 5 o 6 a una de las siguientes ubicaciones:

- Cualquier puerto Ethernet 10/100 o 10/100/1000 descendente (como el puerto 1) del panel frontal del switch.
- El puerto de gestión Ethernet del panel frontal del switch.

Conecte el otro extremo del cable al puerto Ethernet del PC.

Antes de continuar con el paso siguiente, espere hasta que los LED del puerto del switch y del PC u ordenador portátil estén iluminados de color verde (fijo o intermitente). Cuando la conexión se haya establecido correctamente, los LED de los puertos se iluminarán en verde.

Solución de problemas:

Si los LED de los puertos no se iluminan en verde al cabo de unos 30 segundos, compruebe que:

- El cable Ethernet se ha conectado a uno de los puertos de switch descendentes (no a un puerto ascendente, como el puerto de doble uso).
- Está usando un cable Ethernet de categoría 5 o 6 en buenas condiciones.
- El otro dispositivo está encendido.



Paso 6 Introduzca la dirección IP **10.0.0.1** en un navegador web y pulse **Intro**.

Cuando se le solicite, introduzca la contraseña predeterminada, *cisco*.

Nota El switch ignora el texto del campo referente al nombre de usuario.

Aparecerá la ventana de Express Setup.

Solución de problemas:

Si no aparece la ventana Express Setup, asegúrese de que el navegador tenga desactivado cualquier sistema de bloqueo de ventanas emergentes o configuración de proxy, y de que los clientes inalámbricos del PC o portátil estén también desactivados.



Paso 7 Introduzca los parámetros necesarios en la ventana Express Setup.

Nota Todas las entradas deben estar en números y letras ingleses.

Campos obligatorios

Introduzca la siguiente información en los campos de Network Settings (Configuración de red):

- En el campo Management Interface (VLAN ID) [Interfaz de gestión (ID de VLAN)], el valor predeterminado es 1.

Nota Le recomendamos que utilice el valor de VLAN predeterminado, ya que durante la configuración de Express Setup, VLAN 1 es la única VLAN del switch.

Introduzca un nuevo valor de ID de VLAN sólo si desea cambiar la interfaz de gestión a través de la cual gestiona el switch. El intervalo de la ID de VLAN va de 1 a 1001.

- En el campo IP Address (Dirección IP), introduzca la dirección IP del switch.
- En el campo Subnet Mask (Máscara de subred), haga clic en la flecha del desplegable y seleccione una máscara de subred.
- En el campo Default Gateway (Gateway predeterminado), introduzca la dirección IP del gateway predeterminado (router).
- Introduzca su contraseña en el campo Switch Password (Contraseña del switch). La contraseña puede tener de 1 a 25 caracteres alfanuméricos, puede comenzar por un número, distingue entre mayúsculas y minúsculas, permite insertar espacios de separación pero nunca al principio ni al final. En el campo Confirm Switch Password (Confirmar contraseña del switch), introduzca de nuevo su contraseña.

Nota Debe cambiar la contraseña predeterminada (*cisco*).

Campos opcionales

Puede introducir otra configuración administrativa en la ventana Express Setup. Por ejemplo, la configuración administrativa opcional identifica y sincroniza el switch para mejorar la gestión. El reloj del switch se sincroniza automáticamente con el de la red a través de NTP. Podrá definir manualmente la configuración del reloj del sistema si la configuración de tiempo del switch es diferente.

Haga clic en **Submit (Enviar)** para guardar los cambios y finalizar la configuración inicial.

Para obtener más información acerca de los campos de Express Setup, consulte la ayuda en pantalla de la ventana de Express Setup.

-
- Paso 8** Cuando haga clic en **Submit (Enviar)**, ocurrirá lo siguiente:
- Se configura el switch y se cierra el modo Express Setup.
 - El navegador muestra un mensaje de advertencia y, a continuación, trata de conectarse con la dirección IP anterior del switch. Normalmente, la conexión entre el PC y el switch se pierde porque la dirección IP configurada del switch se encuentra en una subred diferente a la dirección IP del PC.
-
- Paso 9** Desconecte el switch del PC e instálelo en la red. Consulte [“Montaje en rack” en la página 19](#).
-
- Paso 10** Si ha cambiado la dirección IP estática del PC el [Paso 2](#), vuelva a cambiarla por la dirección IP estática configurada anteriormente.
-

Paso 11 Ahora podrá administrar el switch mediante Cisco Network Assistant, el administrador de dispositivos o ambos. Consulte [“Gestión del switch” en la página 12](#) para obtener información sobre la configuración y gestión del switch.

Nuestra recomendación es descargar Cisco Network Assistant de Cisco.com y utilizarlo para gestionar el switch. Consulte [“Gestión del switch” en la página 12](#) para obtener información sobre la configuración y gestión del switch.

Para acceder al administrador de dispositivos, siga estos pasos:

1. Inicie un navegador web en el PC o portátil.
2. Introduzca la dirección IP del switch, el nombre de usuario y la contraseña (asignados en el [Paso 7](#)) en el navegador, y pulse **Intro**. Aparecerá la página del administrador de dispositivos:

Solución de problemas:

Si no aparece el administrador de dispositivos:

- Asegúrese de que el LED del puerto del switch conectado a la red esté iluminado en verde.
- Asegúrese de que el PC o portátil que está utilizando para acceder al switch esté conectado a la red. Para ello, conéctelo a un servidor web conocido de su red. Si no hay conexión a la red, solucione el problema de configuración de red del PC o portátil.
- Cerciórese de que la dirección IP del switch en el navegador sea correcta.
- Si la dirección IP del switch en el navegador es correcta, el LED de la interfaz del switch está iluminado en verde y el PC o portátil tienen conexión a la red, continúe con el procedimiento de solución de problemas; para ello, vuelva a conectar el PC o el portátil al switch. Configure una dirección IP estática en el PC o el portátil que esté en la misma subred que la dirección IP del switch. Por ejemplo:
 - Si la dirección IP del switch es 172.20.20.85 y la dirección IP del PC o portátil es 172.20.20.84, ambos dispositivos están en la misma red.
 - Si la dirección IP del switch es 172.20.20.85 y la dirección IP del PC o portátil es 10.0.0.2, los dispositivos están en redes diferentes y no pueden comunicarse directamente entre sí.
- Cuando el LED del puerto del switch conectado al PC o portátil esté iluminado en verde, vuelva a introducir la dirección IP en un navegador web para acceder al administrador de dispositivos. Cuando aparezca el administrador de dispositivos, podrá continuar configurando el switch.

Gestión del switch

Tras haber completado el proceso de Express Setup e instalado el switch en la red, puede utilizar una de estas opciones para proseguir con la configuración:

- [Administrador de dispositivos](#)
- [Cisco Network Assistant](#)
- [Interfaz de línea de comandos](#)
- [Otras opciones de gestión](#)

Administrador de dispositivos

El modo más sencillo de gestionar el switch es utilizar el administrador de dispositivos en la memoria del switch. Esta interfaz web permite una rápida monitorización y configuración. Puede acceder al administrador de dispositivos desde cualquier lugar de la red a través de un navegador web.

1. Inicie un navegador web en el PC o la estación de trabajo.
2. Introduzca la dirección IP del switch en el navegador web y pulse **Intro**. Aparecerá la página del administrador de dispositivos:
3. Utilice el administrador de dispositivos para realizar tareas básicas de supervisión y configuración del switch. Para obtener más información, consulte la ayuda en pantalla del administrador de dispositivos.
4. Para realizar una configuración más avanzada, descargue y ejecute Cisco Network Assistant, como se describe en la siguiente sección.

Cisco Network Assistant

Cisco Network Assistant es un programa de software que se descarga de Cisco.com y se ejecuta en el PC. Ofrece opciones avanzadas para la configuración y monitorización de varios dispositivos, como switches, clústeres de switches, pilas de switches, routers y puntos de acceso. Cisco Network Assistant es gratuito, no se cobra nada por descargarlo, instalarlo ni utilizarlo.

1. Vaya a esta dirección web:
http://www.cisco.com/en/US/products/ps5931/tsd_products_support_series_home.html.
Debe ser un usuario registrado de Cisco.com, pero no necesita ningún otro privilegio.
2. Busque el instalador de Network Assistant.
3. Descargue el instalador de Network Assistant y ejecútelo. (Puede ejecutarlo directamente desde la Web si su navegador ofrece esta opción.)
4. Cuando ejecute el instalador, siga las instrucciones que se muestren. En el último panel, haga clic en **Finalizar** para completar la instalación de Network Assistant.

Para obtener más información, consulte la ayuda en pantalla de Network Assistant y la guía de inicio.

Interfaz de línea de comandos

Puede introducir parámetros y comandos de Cisco IOS a través de la CLI. Para acceder a la CLI, utilice una de estas opciones:

- Puerto de consola del switch
- Puerto de gestión Ethernet del switch
- Puerto USB del switch

Puerto de consola del switch

1. Conecte el cable del adaptador RJ-45-a-DB-9 al puerto serie estándar de 9 clavijas del PC. Conecte el otro extremo del cable al puerto de consola del switch.
2. Inicie un programa de emulación de terminal en el PC.
3. Configure el software de emulación de terminal del PC para 9600 baudios, 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada y sin control de flujo.
4. Utilice la CLI para introducir comandos de configuración del switch. Consulte la guía de configuración de software y la referencia de comandos para obtener más información.

Puerto de gestión Ethernet del switch

1. Conecte el cable Ethernet de categoría 5 al puerto Ethernet del PC. Conecte el otro extremo del cable al puerto de gestión Ethernet del conmutador.
2. Inicie una sesión de Telnet en el PC.
3. Introduzca la dirección IP del switch que asignó mediante Express Setup.
4. Utilice la CLI para introducir comandos de configuración del switch. Consulte la guía de configuración de software y la referencia de comandos para obtener más información.

Puerto USB del switch

1. Conecte un cable USB al puerto USB del PC. Conecte el otro extremo del cable al puerto USB (conector de 5 clavijas) mini B del switch.
2. Inicie un programa de emulación de terminal en el PC.
3. Configure el software de emulación de terminal del PC para 9600 baudios, 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada y sin control de flujo.
4. Utilice la CLI para introducir comandos de configuración del switch. Consulte la guía de configuración de software y la referencia de comandos para obtener más información.

**Nota**

No puede utilizar el puerto de consola del switch ni el puerto USB de éste al mismo tiempo para acceder a la CLI.

Otras opciones de gestión

Puede utilizar aplicaciones de gestión SNMP como, por ejemplo, la solución CiscoWorks LAN Management Solution (LMS) y Cisco netManager para configurar y gestionar el switch. También puede gestionarlo desde una estación de trabajo compatible con SNMP que ejecute plataformas como Cisco netManager o SunNet Manager.

El Cisco Configuration Engine es un dispositivo de gestión de red que funciona con agentes Cisco Networking Services (CNS) incorporados en el software del switch. Puede utilizarlo para automatizar las configuraciones iniciales y las actualizaciones de configuración del switch.

Consulte [“Acceso a la ayuda en línea” en la página 31](#) para obtener una lista de la documentación de referencia.

Planificación y creación de pilas de conmutadores

**Nota**

Esta sección sólo es aplicable a los switches apilables Catalyst 2960-S.

Antes de conectar los switches en una pila, tenga en cuenta estas directrices sobre pilas de switches:

- Conecte solo switches Catalyst 2960-X en una pila.
- Instale el módulo FlexStack y el cable FlexStack para lograr capacidad de apilamiento. Puede solicitarlos en un kit al representante de ventas de Cisco: C2960S-STACK=.
- Compruebe la longitud del cable FlexStack. Dependiendo de las configuraciones, podrían necesitarse cables de diferentes tamaños. Puede solicitarlos al representante de ventas de Cisco:
 - CAB-STK-E-0.5M= (cable de 0,5 metros)

- CAB-STK-E-1M= (cable de 1 metro)
- CAB-STK-E-3M= (cable de 3 metros)

Para conocer otras directrices de apilamiento, consulte la guía de instalación de hardware del switch en Cisco.com. Para conocer los conceptos y procedimientos de administración de pilas de conmutadores, consulte la guía de configuración de software del conmutador en Cisco.com.

Instalación del módulo FlexStack

- Paso 1** Utilice un destornillador plano para retirar la tapa del módulo FlexStack situada en el panel posterior del conmutador.



- Paso 2** Agarre el módulo FlexStack por los lados e introdúzcalo en la ranura del módulo.



- Paso 3** Fije los tornillos situados a cada lado del módulo.



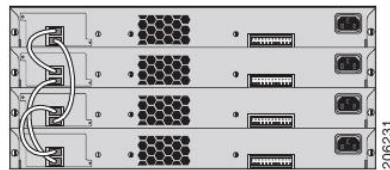
Nota Asegúrese de que los tornillos queden bien apretados utilizando los dedos, para evitar apretarlos demasiado.



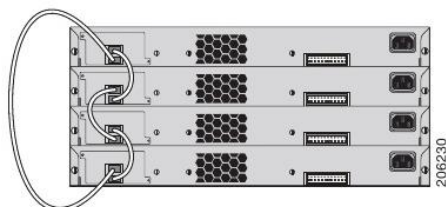
Directrices de cableado

Estas imágenes muestran las configuraciones de apilamiento de conmutadores recomendadas con conexiones de cableado de pila redundantes para lograr un ancho de banda de la pila optimizado. Para ver más ejemplos de configuración, consulte la guía de instalación de hardware en Cisco.com.

Este es un ejemplo de una conexión de cable de pila redundante usando el cable FlexStack de 0,5 metros.



Este es un ejemplo de conexión de cable de pila redundante usando los cables FlexStack tanto de 0,5 como de 3 metros.



Directrices de alimentación

Antes de suministrar alimentación a los conmutadores de una pila, tenga en cuenta estas directrices:

- Si desea que un conmutador concreto sea el principal de la pila, encienda primero dicho conmutador. Este switch pasa a ser el principal de la pila y seguirá así hasta que se requiera elegir otro switch principal. Pasados 2 minutos, encienda los otros switches de la pila.
- Apague un switch antes de añadirlo o retirarlo de una pila de switches existente.

Para obtener más información sobre la elección de los switches principales de pila, consulte el capítulo que aborda la gestión de pilas de switches de la guía de configuración de software del switch en Cisco.com.

Montaje en rack

Esta sección trata sobre las conexiones básicas de los puertos del switch y de montaje en rack de 19 pulgadas. Como ejemplo, todas las imágenes muestran el switch Catalyst 2960S-48FPD-L. Puede instalar y conectar los otros switches Catalyst 2960-S tal como se muestra en estas imágenes. Para ver procedimientos de montaje alternativos, tales como la instalación del switch en un rack de 24 pulgadas o en una pared, y para obtener más información sobre el cableado, consulte la guía de instalación de hardware en Cisco.com.

Herramientas necesarias

Necesita un destornillador Philips del número 2 para montar el switch en el rack.

Antes de comenzar

Antes de instalar el switch, asegúrese de que se cumplan estas directrices:

- La separación con los paneles frontales es suficiente para que se puedan leer fácilmente los LED.
- Dispone de acceso al panel posterior del switch para conectar la fuente de alimentación redundante (RPS) Cisco 2300 opcional o para apilar los switches. Si no tiene acceso al panel posterior, debería cablear los switches antes de montarlos en el bastidor.
- El cable de alimentación de CA llega desde la toma de alimentación de CA al conector situado en el panel posterior del switch.
- El cableado se encuentra alejado de fuentes de ruido eléctrico, tales como radios, líneas de corriente y aparatos de iluminación fluorescentes. Asegúrese de que el cableado se encuentre alejado de forma segura de otros dispositivos que puedan dañar los cables.
- El flujo de aire en torno al switch y a través de los orificios de ventilación no se encuentra obstaculizado.
- La temperatura en torno a la unidad no supera los 113°F (45°C). Si se instala el switch en un montaje de varios racks o cerrado, la temperatura en torno a él podría ser superior a la temperatura ambiente normal.

- La humedad en torno al switch no supera el 85%.
- La altitud del lugar de instalación no supera los 3050 metros (10 000 pies).
- En el caso de puertos fijos 10/100 o 10/100/1000, los cables desde el switch hasta los dispositivos conectados pueden llegar a medir hasta 100 m (328 pies).
- En el caso de longitudes de cable para conexiones de módulos SFP, consulte la guía de instalación de hardware en Cisco.com y la documentación incluida con el módulo.

Advertencias sobre la instalación

Esta sección incluye las advertencias básicas sobre la instalación. El documento *Regulatory Compliance and Safety Information for the Catalyst 2960 and 2960-S Switches (Información de seguridad y conformidad con las regulaciones de los switches Catalyst 2960 y 2960-S)*, disponible en Cisco.com, contiene las traducciones de los mensajes de advertencia.



Advertencia

Para evitar daños físicos al montar o reparar esta unidad en un rack, debe prestar especial atención a que el sistema se mantenga estable. Le ofrecemos las siguientes directrices para garantizar su seguridad:

Esta unidad debe montarse en la parte inferior del rack si es la única unidad del rack.

Al montar esta unidad en un rack parcialmente completo, cargue el rack de abajo a arriba con el componente más pesado en la parte inferior.

Si el rack cuenta con dispositivos que proporcionen estabilidad, instale estos dispositivos antes de montar o reparar la unidad en el rack. Extracto 1006



Advertencia

Producto láser de clase 1. Extracto 1008

**Advertencia**

Este equipo debe conectarse a tierra. No desactive nunca el conductor de puesta a tierra ni utilice el equipo sin un conductor de puesta a tierra correctamente instalado. Póngase en contacto con la autoridad de inspección eléctrica pertinente o con un electricista si no está seguro de contar con una conexión a tierra apropiada. Extracto 1024

**Advertencia**

Para evitar que el sistema se sobrecaliente, no lo utilice en una zona que supere la temperatura ambiente máxima recomendada de: <math><45\text{ }^{\circ}\text{C}</math> (113 °F). Extracto 1047

**Advertencia**

Para evitar que se restrinja el flujo de aire, deje un espacio en torno a los orificios de ventilación de al menos: 7,6 cm (3 pulgadas). Extracto 1076

Antes de instalar los soportes

Para instalar el conmutador en un bastidor, primero deberá retirar los tornillos del chasis del conmutador de forma que se puedan instalar los soportes de montaje.

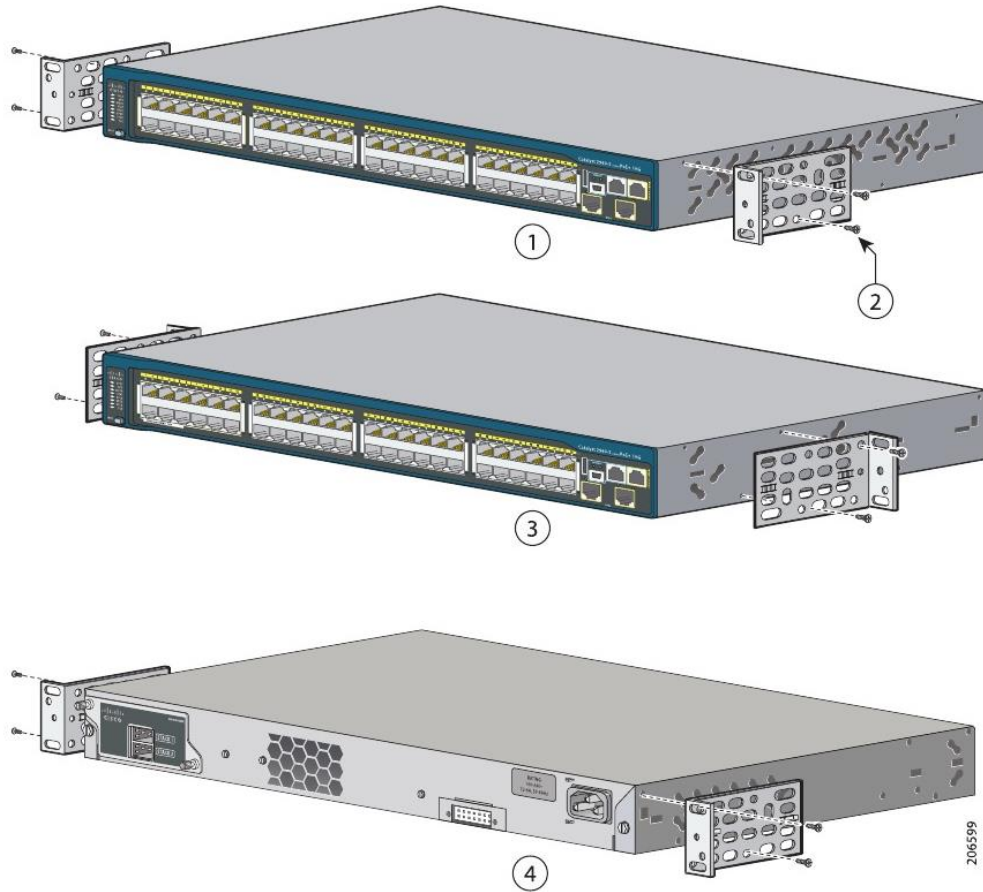
**Nota**

No es necesario retirar los tornillos para instalar los soportes en la posición de montaje posterior.



Conexión de los soportes

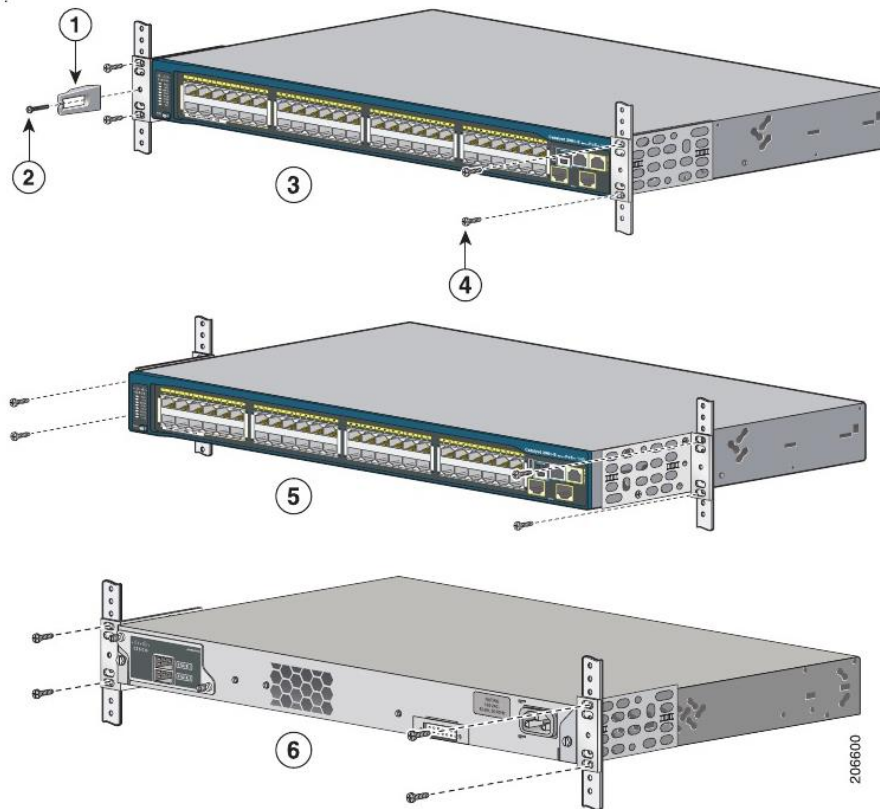
Utilice cuatro tornillos de cabeza plana Phillips para instalar la parte larga de los soportes en switches Catalyst 2960-S en una de las tres posiciones de montaje.



1	Posición de montaje frontal	3	Posición de montaje intermedia
2	Tornillos de cabeza plana Phillips del número 8 (48-0655-01)	4	Posición de montaje posterior

Montaje en bastidor del conmutador

Utilice los cuatro tornillos para metales Philips del número 12 para instalar los soportes en el bastidor. Utilice el tornillo para metales Phillips negro para conectar la guía de cable al soporte izquierdo o derecho.

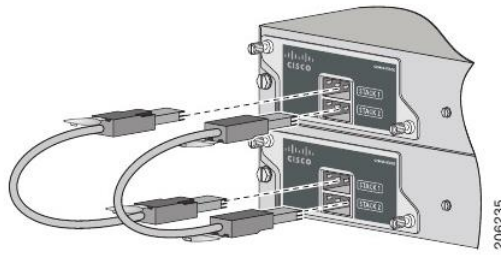


1	Guía de cable	4	Tornillos de cabeza troncocónica del número 12 (48-0523-01)
2	Tornillo para metales Phillips negro (48-0654-01)	5	Posición de montaje intermedia
3	Posición de montaje frontal	6	Posición de montaje posterior

Conexión de los cables FlexStack

Utilice siempre un cable FlexStack aprobado por Cisco para conectar los conmutadores. Conecte sólo switches Catalyst 2960-X en una pila.

- Paso 1** Retire las fundas de los cables FlexStack y guárdelas para su futuro uso.



- Paso 2** Inserte un extremo del cable FlexStack en el puerto de pila del primer conmutador. Inserte el otro extremo del cable en el puerto de pila del otro conmutador.



Nota

Cuando conecte el cable FlexStack en el puerto STACK 1, la pestaña debería quedar encima del conector. Cuando conecte el cable FlexStack en el puerto STACK 2, debería invertir el cable de modo que la pestaña quede debajo del conector.

- Paso 3** Coloque de nuevo las fundas cuando retire los cables FlexStack de los conectores.

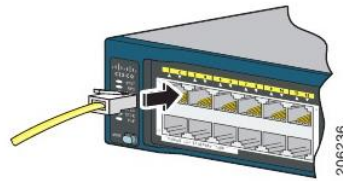
Extraer e instalar el cable FlexStack puede reducir su vida útil. No extraiga e inserte el cable con más frecuencia de la que sea absolutamente necesaria.

Conexión a los puertos del switch

Esta sección describe cómo conectar a los puertos del conmutador fijos y a los puertos del módulo SFP.

Conexión a los puertos 10/100 o 10/100/1000

Paso 1 Cuando conecte con servidores, estaciones de trabajo, teléfonos IP, puntos de acceso inalámbrico y routers, inserte un cable de categoría 5, de cuatro pares trenzado y directo en un puerto 10/100 o 10/100/1000 del switch. Utilice un cable de categoría 5, de cuatro pares trenzado y cruzado cuando conecte con otros conmutadores, hubs o repetidores.



Paso 2 Inserte el otro extremo del cable en un puerto RJ-45 del otro dispositivo.

Los puertos fijos de los switches Catalyst 2960-S Power over Ethernet Plus (PoE+) ofrecen:

- Compatibilidad con PoE+ para dispositivos que cumplen con IEEE 802.3at
- Compatibilidad con PoE para dispositivos que cumplen con IEEE 802.3af
- Compatibilidad con PoE mejorada (ePoE) de Cisco

También ofrecen compatibilidad PoE estándar previa para teléfonos IP Cisco y puntos de acceso Cisco Aironet. Consulte la guía de hardware del switch para obtener información sobre presupuesto de PoE.

De forma predeterminada, un puerto PoE del switch Catalyst 2960-S suministra energía automáticamente cuando se conecta un dispositivo compatible, incluidos ePoE, PoE, y PoE+. Para obtener información sobre la configuración y monitorización de puertos PoE y PoE+, consulte la guía de configuración de software del switch.

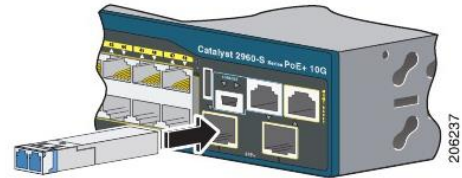
**Nota**

De forma predeterminada, la función de detección cruzada de interfaces dependientes de medios automática (auto-MDIX) está activada. El conmutador detecta el tipo de cable necesario para conexiones Ethernet de cobre y configura las interfaces consecuentemente. Por lo tanto, puede utilizar un cable cruzado o uno directo para conexiones a un puerto de módulo 10/100 o 10/100/1000 de cobre en el switch, independientemente del tipo de dispositivo que haya al otro extremo de la conexión.

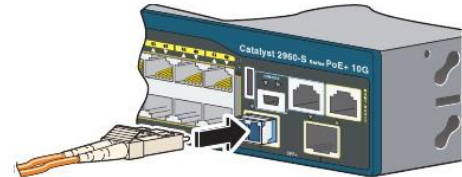
Instalación de los módulos SFP o SFP+

Algunos switches Catalyst 2960-S tienen ranuras de módulo SFP y otros switches tienen ranuras de módulo SFP+. Las ranuras SFP sólo admiten módulos SFP. Las ranuras SFP+ admiten tanto módulos SFP como SFP+.

Paso 1 Agarre el módulo por los lados e insértelo en la ranura del switch hasta que encaje en su lugar.



Paso 2 Inserte el cable adecuado en el puerto del módulo. Inserte el otro extremo del cable en el otro dispositivo.



Para obtener una lista de los módulos compatibles, consulte las notas de la versión en Cisco.com. Para obtener instrucciones pormenorizadas sobre la instalación, extracción y conexión a módulos SFP, consulte la documentación incluida con el módulo SFP.

**Precaución**

La extracción e instalación de un módulo SFP puede acortar su vida útil. No extraiga ni inserte módulos SFP con más frecuencia de la que sea absolutamente necesaria.

Comprobación de la conectividad de los puertos

Después de conectar el puerto del conmutador y otro dispositivo, el LED del puerto se pone en ámbar mientras el conmutador establece una conexión. Este proceso tarda unos 30 segundos y, a continuación, el LED se pone verde. Si el LED se apaga, el dispositivo objetivo podría no estar encendido, podría haber un problema con el cable o podría haber un problema con el adaptador instalado en el dispositivo objetivo. Consulte [“En caso de dificultad” en la página 28](#) para obtener información sobre la asistencia en línea.

En caso de dificultad

Si experimenta alguna dificultad, puede encontrar ayuda en esta sección y también en Cisco.com. La presente sección incluye métodos de resolución de problemas de Express Setup, cómo restablecer el switch, cómo acceder a la ayuda en línea y dónde encontrar más información.

Resolución de problemas de Express Setup

Si no se ejecuta Express Setup o si no aparece la página de Express Setup en su navegador:

¿Comprobó que se hubiera ejecutado el POST de forma satisfactoria antes de iniciar Express Setup?	De no ser así, asegúrese de que sólo estén en verde los LED SYST y STAT antes de pulsar el botón Mode para entrar en el modo Express Setup. Los errores de POST normalmente resultan fatales. Póngase en contacto con su representante de soporte técnico de Cisco si el conmutador no realiza el POST.
¿Pulsó el botón Mode mientras el conmutador estaba todavía ejecutando el POST?	De ser así, espere a que finalice el POST. Reinicie el conmutador. Espere a que termine el POST. Confirme que los LED SYST y STAT estén en verde. Pulse el botón Mode para entrar en el modo Express Setup.
¿Trató de continuar sin comprobar que el conmutador se encontraba en el modo Express Setup?	Compruebe que todos los LED situados por encima del botón Mode estén en verde. (El LED RPS está apagado.) Si fuera necesario, pulse el botón Mode para entrar en el modo Express Setup.
¿Tiene su PC una dirección IP estática?	De ser así, antes de conectarlo al conmutador, cambie los parámetros del PC para utilizar temporalmente DHCP.
¿Conectó un cable cruzado en lugar de un cable Ethernet directo entre un puerto del conmutador y el puerto Ethernet del PC?	De ser así, conecte un cable directo a un puerto Ethernet del conmutador y el PC. Espere 30 segundos antes de introducir 10.0.0.1 en el navegador.
¿Conectó el cable Ethernet al puerto de consola en lugar de a un puerto Ethernet 10/100 o 10/100/1000 del switch?	De ser así, desconecte el cable del puerto de consola. A continuación, conecte el cable a un puerto Ethernet del conmutador y el PC. Espere 30 segundos antes de introducir 10.0.0.1 en el navegador. Nota El puerto de consola está señalado en azul y el puerto Ethernet en amarillo.

¿Esperó 30 segundos después de haber conectado el conmutador y el PC antes de introducir la dirección IP en el navegador?	De no ser así, espere 30 segundos, vuelva a introducir 10.0.0.1 en el navegador y pulse Intro .
¿Introdujo la dirección errónea en el navegador o existe algún mensaje de error?	De ser así, vuelva a introducir 10.0.0.1 en el navegador y pulse Intro .

Restablecimiento del switch

Siga estos pasos para restaurar los valores predeterminados de fábrica del conmutador. A continuación, se indican los motivos por los que podría querer restablecer el conmutador:

- Instaló el switch en la red y no puede conectarse a él porque asignó la dirección IP equivocada.
- Quiere borrar todas las configuraciones del conmutador y asignar una nueva dirección IP.
- Quiere restablecer la contraseña del switch.



Precaución

Al restablecer el switch, se elimina la configuración y se reinicia el switch.

Para restablecer el switch:

Mantenga pulsado el botón Mode. Los LED del conmutador comienzan a parpadear después de unos 3 segundos. Siga manteniendo pulsado el botón Mode. Los LED dejan de parpadear después de más de 7 segundos y, a continuación, el conmutador se reinicia.

Ahora el switch se comporta como si no se hubiese configurado. Puede introducir la información IP del mismo utilizando Express Setup como se describe en [“Ejecución de Express Setup” en la página 4](#).

Acceso a la ayuda en línea

Primero, busque una solución a su problema en la sección de resolución de problemas de la guía de instalación de hardware del conmutador o la guía de configuración de software del conmutador en Cisco.com. También puede acceder a la web de documentación y soporte técnico de Cisco para ver una lista de los problemas de hardware conocidos y una amplia documentación sobre resolución de problemas.

Para obtener más información

Para obtener más información sobre el switch, consulte estos documentos en Cisco.com:

- *Catalyst 2960-S Switch Hardware Installation Guide*
- *Regulatory Compliance and Safety Information for the Catalyst 2960 and 2960-S Switches*
- *Release Notes for the Catalyst 2960-S Switch*
- *Catalyst 2960 and 2960-S Switch Software Configuration Guide*
- *Catalyst 2960 and 2960-S Switch Command Reference*
- *Catalyst 3750, 3560, 2975, 2960, and 2960-S Switch System Message Guide*
- Ayuda en línea del administrador de dispositivos (disponible en el switch)
- *Cisco Small Form-Factor Pluggable Modules Installation Notes*

Obtención de documentación y envío de una petición de servicio

Para conseguir información sobre cómo obtener documentación, enviar una petición de servicio y reunir información adicional, consulte las *Novedades de la documentación sobre productos de Cisco* mensuales, que también incluyen toda la documentación técnica de Cisco nueva y revisada en:

<http://www.cisco.com/en/US/docs/general/whatsnew/whatsnew.html>

Suscríbase a *Novedades de la documentación sobre productos de Cisco* como fuente RSS y configure el contenido para que le sea enviado directamente a su escritorio usando una aplicación de lectura. Las fuentes RSS son un servicio gratuito. Cisco admite actualmente la versión 2.0 de RSS.

Cisco y el logotipo de Cisco son marcas comerciales o marcas registradas de Cisco o de sus filiales en EE. UU. y en otros países. Si desea consultar una lista de las marcas comerciales de Cisco, visite www.cisco.com/go/trademarks. Todas las marcas registradas de terceros mencionadas en este documento pertenecen a sus respectivos propietarios. El uso de la palabra partner no implica la existencia de una asociación entre Cisco y cualquier otra empresa. (1110R)

Las direcciones de protocolo de Internet (IP) utilizadas en este documento no son reales. Todos los ejemplos, resultados de comandos y figuras incluidos en este documento se proporcionan con fines ilustrativos únicamente. El uso de direcciones IP reales en el contenido ilustrativo es fortuito e inintencionado.

© 2010-2012 Cisco Systems Inc. Todos los derechos reservados.

ANEXO F: MINI SWITCH DE PARED

TP-LINK®

User Guide

TL-SF1005D

TL-SF1008D

TL-SF1016D

10/100Mbps Desktop Switch

EAC



REV 3.0.1
7106504531

FCC STATEMENT



This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions:

- 1) This device may not cause harmful interference.
- 2) This device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Any changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

CE Mark Warning



This is a class B product. In a domestic environment, this product may cause radio interference, in which case the user may be required to take adequate measures.

Package Contents

The following items should be found in your box:

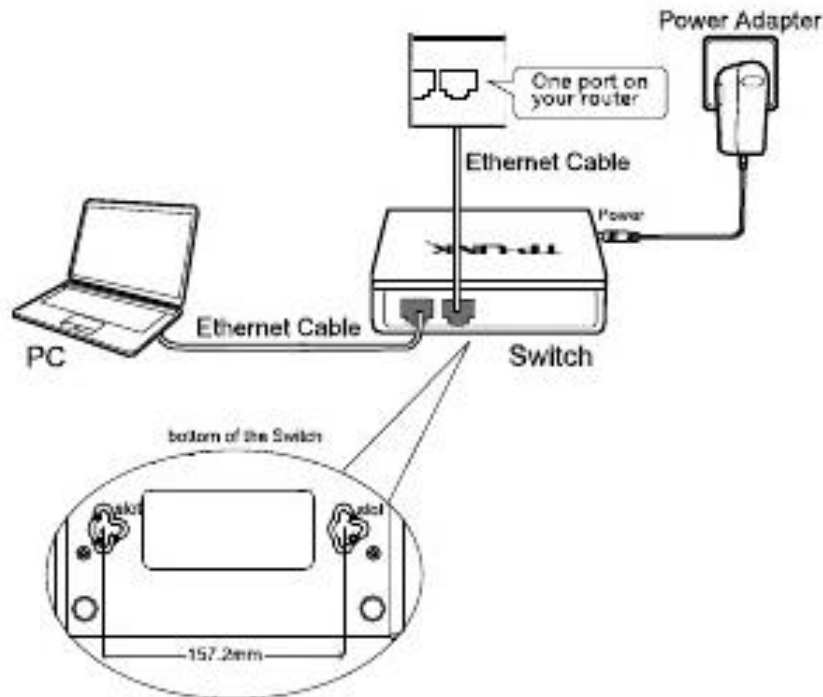
- One TL-SF1005D/TL-SF1008D/TL-SF1016D Switch
- One Power Adapter
- This User Guide

Note:

The wall-mounting screws are not provided. Please contact your distributor if any of the listed items are damaged or missing.

The Switch mentioned in this User Guide stands for TL-SF1005D/TL-SF1008D/TL-SF1016D 10/100Mbps Desktop Switch without any explanation. For Simplicity, we will take TL-SF1016D for example throughout this Guide.

TL-SF1016D can be mounted on a wall.



Refer to the steps below to mount the Switch on a Wall.

1. Drill two holes into the wall. Insert a screw into each hole and leave a part of its head exposed.
2. Place the two wall-mounting slots over the screws and slide the Switch down to fasten it.

Note: Without slots on the bottom, TL-SF1005D or TL-SF1008D cannot be mounted on a wall.

The Switch's LEDs are located on the front panel:

LED	Status	Indication
Power	On	The switch is powered on.
	Off	No Power Source. *Please check if the power cord is connected to the Switch properly, and make sure the power is ON.
Ethernet LED	On	The corresponding ethernet port is connected to a network device.
	Flashing	Data is being transmitted or received.
	Off	No device is connected to the corresponding port. *Please check if the cable connectors are firmly plugged into the switch and the device, and verify that the connected device is turned on and working well.

COPYRIGHT & TRADEMARKS

TP-LINK® is a registered trademark of TP-LINK TECHNOLOGIES CO., LTD. Other brands and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Copyright © 2013 TP-LINK TECHNOLOGIES CO., LTD.
All rights reserved.

<http://www.tp-link.com>

5-Port 10/100Mbps Desktop Switch TL-SF1005D

⦿ Features:

- Up to 200Mbps full duplex bandwidth for high-speed data processing
- 5 10/100Mbps Ethernet ports
- Auto MDI/MDIX eliminates the need for crossover cables
- Auto-Negotiation ports provide smart integration between 10Mbps and 100Mbps hardware
- IEEE 802.3x flow control provides reliable data transfer
- Innovative energy-efficient technology saves up to 60% of power consumption
- Plug and play design simplifies installation



⦿ Description:

The 5-Port 10/100Mbps desktop switch TL-SF1005D provides an easy way to expand your wired network. All 5 ports support Auto MDI/MDIX, eliminating the need to worry about the type of cable to use. Featuring full duplex mode, the TL-SF1005D can process data at a rate of up to 200Mbps making it an ideal choice for expanding your high performance wired network. Moreover, with innovative energy-efficient technology, the TL-SF1005D can save up to 60% of power consumption, making it an eco-friendly solution for your home or office network.

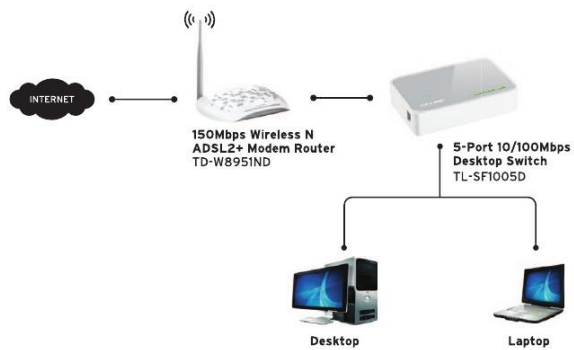
5-Port 10/100Mbps Desktop Switch

Specifications:

Standards	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Protocol	CSMA/CD
Interface	5 10/100Mbps ports, Auto-Negotiation, Auto MDI/MDIX
Switching Features	Half and Full Duplex MAC Address Learning 1.0 Gbps Backplane Bandwidth
Forwarding Rates	10BASE-T: 14880pps/port 100BASE-TX: 14880pps/port
Data Rates	10/100Mbps at Half Duplex 20/200Mbps at Full Duplex
LEDs	Power, Ethernet Ports (1, 2, 3, 4, 5)
Transfer Method	Store and Forward
Power Supply	External Power Adapter (Output: 5.0V/0.6A)
Certifications	CE, FCC, RoHS
Dimensions	4.1 x 2.8 x 0.9 in. (103.5 x 70 x 22 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10% ~ 90%, non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing

Diagram:

TYPICAL NETWORK SETUP



Package:

- 5-Port 10/100Mbps Desktop Switch TL-SF1005D
- Power Adapter
- User Guide

Related Products:

- 150Mbps Wireless N ADSL2+ Modem Router TD-W8951ND
- 8-Port 10/100Mbps Desktop Switch TL-SF1008D
- 5-Port Gigabit Desktop Switch TL-SG1005D

Specifications are subject to change without notice. TP-LINK is a registered trademark of TP-LINK Technologies Co., Ltd. Other brands and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders. Copyright © 2014 TP-LINK TECHNOLOGIES CO., LTD. All rights reserved.

www.tp-link.com

ANEXO G: UPS SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA



Tripp Lite
1111 W. 35th Street
Chicago, IL 60609 USA
Telephone: 773.869.1234
www.tripplite.com

UPS de Doble Conversión En Línea SmartOnline de 1.5kVA, 2U en Rack/Torre, tomacorrientes NEMA de 100/110/120V

NÚMERO DE MODELO: SU1500RTXL2UA



General

Sistema UPS de 1500VA, en línea, de doble conversión para equipos críticos de telecomunicaciones, redes y servidores. Factor de forma para instalación en rack 2U con profundidad de instalación de sólo 48.26 cm [19 pulgadas] Autonomía ampliable con módulos de baterías externas opcionales BP48V24-2U (límite 1) y BP48V60RT-3U (compatible con varios módulos) Salida de onda sinusoidal constante de 100, 110 ó 120V con regulación del voltaje de +/-2% Suministro de energía ininterrumpible (UPS) en línea, de doble conversión; convierte activamente la entrada bruta de CA a CD y luego la reconvierte a salida de CA filtrada, completamente regulada. Opera continuamente sin utilizar la energía de la batería durante las caídas de voltaje de hasta 65V y sobrevoltajes de hasta 150V. Funcionamiento extremadamente eficiente en el modo económico opcional disminuye la salida de calor y ahorra en los costos de energía. Clavija de entrada NEMA 5-15P y receptáculos de salida NEMA 5-15R. Supresión de sobretensiones de CA de grado de red y supresión de ruido. Cero tiempo de transferencia entre CA y el funcionamiento a batería. Las interfaces de administración de redes soportan comunicaciones simultáneas a través del puerto USB, el puerto serial DB9 y la ranura SNMPWEBCARD. El puerto DB9 incorporado ofrece tanto datos de monitoreo RS-232 como la capacidad de monitoreo de cierre de contactos mejorados. La interfaz USB compatible con HID permite la integración con las funciones incorporadas de administración de energía y apagado automático de Windows y Mac OS X. Soporta el monitoreo detallado simultáneo de los niveles de carga de los equipos, datos de la auto-prueba y condiciones de la energía de la red pública mediante las 3 interfases de red. Incluye el software de monitoreo PowerAlert y cableado completo. Interfaz de Apagado de Emergencia (EPO). PDU controlable integrado; de dos bancos soporta la eliminación de cargas no críticas y el reinicio remoto de los equipos conectados. LEDs de medición de tres etapas de monitoreo de corriente y estado de carga de la batería. El panel LED de visualización gira fácilmente para poder verlo en configuraciones de rack o de torre. Supresión de sobretensiones en la línea de datos para conexiones telefónicas, DSL o redes Ethernet. LEDs para la energía de la red pública y regulación de voltaje. Alarma sonora. Auto-diagnóstico. Modo de derivación automática tolerante a fallas. Incluye accesorios para instalación en rack de 4 postes; dispone del juego para torre 2-9U STAND y rack de 2 postes 2POSTRMTKITWM con accesorios para instalación en pared. Las baterías internas y los módulos de baterías externas se pueden reemplazar en el campo y en operación. Atractiva gama de negros. Garantía por 2 años y \$250,000 [de seguro para los equipos conectados](#); garantía extendida y contratos de servicio técnico disponibles

Características

Destacado

- UPS de doble conversión, en línea de 1500VA / 1.5kVA / 1200 watts, para instalar en 2U en rack/torre
- Salida de 100/110/120V +/-2% a 50/60Hz, alta eficiencia con la opción de modo económico
- Tiempo de autonomía ampliable, módulos de batería Hot-Swap, profundidad instalada de solamente 48,3 cm / 19 pulgadas;
- Puertos USB, RS232 y EPO; soporte para opciones de tarjeta SNMP/WEB
- LEDs de estado en el panel frontal con medición detallada de carga y batería
- 2 bancos de carga de salida conmutables independientemente
- Entrada NEMA 5-15P; Tomacorrientes 5-15R

El Paquete Incluye

- Sistema UPS de conversión doble, en línea, SU1500RTXL2UA
- Software PowerAlert y cableado
- Herramientas para montaje en racks de 4 puestos
- Manual de instrucciones



Tripp Lite
1111 W. 35th Street
Chicago, IL 60609 USA
Telephone: 773.869.1234
www.tripplite.com

- Sistema UPS SmartOnline de alto rendimiento; es ideal para aplicaciones críticas de voz, datos, médicas y redes industriales.
- UPS 100% en línea, de doble conversión ofrece una salida de onda sinusoidal perfectamente regulada dentro del 2% de 100/110/120 V (que el usuario puede seleccionar) en todas las condiciones de uso
- Mantiene el funcionamiento continuo durante apagones, fluctuaciones de voltaje y sobretensiones con cero tiempo de transferencia.
- Funcionamiento extremadamente eficiente, en la configuración opcional de modo económico, disminuyendo la producción de calor BTU y ahorrando en los costos de energía
- Elimina la distorsión armónica, los impulsos eléctricos rápidos, las variaciones de frecuencia y otros problemas de la energía difíciles de resolver que no solucionan otros tipos de UPS.
- Corrige las condiciones de voltaje de la línea desde sólo 65V y hasta 150 V a valores seleccionables de 100/110/120V (+/-2%)
- El juego de baterías internas estándar ofrece 14 minutos de autonomía con media carga (600W) y 5 minutos a plena carga (1200W)
- Dispone de autonomía extendida con los módulos opcionales de baterías externas BP48V24-2U (límite 1) o BP48V60RT3U (sin límite)
- Algunas configuraciones de baterías externas requieren del uso de [software para configuración de baterías externas](#) de Tripp Lite (ver manual)
- Factor de forma compacto para instalación en rack se instala en sólo dos espacios de rack (2U) con una profundidad de instalación máxima de 19 pulgadas
- Se envía con todos los accesorios para la instalación en rack de 4 postes
- El juego 2POSTRMKITWM opcional permite la instalación en rack de 2 postes o la instalación en la pared.
- El accesorio 2-9USTAND opcional permite la colocación en torre vertical de tamaño reducido.
- La derivación electrónica tolerante a fallas, mantiene la salida de la energía de la red pública durante una variedad de condiciones de falla del UPS
- Las interfaces de red soportan comunicaciones simultáneas a través del puerto USB, de serie DB9 / cierre de contactos y de la ranura SNMPWEBCARD incorporados.
- La interfaz USB compatible con HID permite la integración con las funciones incorporadas de administración de energía y de apagado automático de Windows y Mac OS X.
- Software de monitoreo para UPS PowerAlert, incluido, admite el cierre seguro sin supervisión, el monitoreo y control mediante servidores locales conectados, además de cualquier cantidad de servidores adicionales sobre IP.
- La interfaz del UPS soporta batería en uso, batería baja, restauración de la potencia, voltaje CA, voltaje CD, monitoreo de la corriente de salida, corriente de la carga de batería, capacidad de la batería, frecuencia de línea de CA, apagado programado del inversor, activación del auto-diagnóstico y control de potencia de la salida de los bancos de carga y reinicio remoto, el ajuste de voltaje nominal del UPS y los puntos de ajuste del voltaje de la alimentación de la línea a la batería del UPS.
- Interfaz de Apagado de Emergencia (EPO) incorporada, con cable
- Clavija de entrada NEMA 5-15P; receptáculos de salida NEMA 5-15R
- PDU controlable integrado con 2 bancos; permite la administración remota de tomacorrientes para la eliminación de cargas no críticas o la reinicialización remota de los bancos de carga individuales (el banco uno tiene 2 tomacorrientes, el banco dos tiene 4 tomacorrientes)
- LEDs en el panel frontal ofrecen monitoreo de la corriente e información sobre el nivel de carga de la batería.
- El UPS se envía totalmente ensamblado cumpliendo por completo con las regulaciones del Departamento de Transporte [DOT]; sin necesidad de que el usuario invierta tiempo conectando las baterías internas
- Supresión de sobretensiones para una única línea telefónica/DSL o para la red Ethernet
- Garantía de 2 años del fabricante sobre el producto; \$250,000 de [Seguro Máximo de por Vida](#)

Especificaciones

SALIDA	
Capacidad de Salida en Volt Amperes (VA)	1500



Tripp Lite
 1111 W. 35th Street
 Chicago, IL 60609 USA
 Telephone: 773.869.1234
 www.tripplite.com

Capacidad de salida (kVA)	1,5
Capacidad de Salida (Watts)	1200
Capacidad de salida (kW)	1,2
Factor de Potencia	0.8
Factor de cresta	03:01:00
Voltaje(s) Nominal(es) de Salida Soportado(s)	100V; 110V; 120V
Detalles del voltaje nominal	120V predeterminado
Compatibilidad de Frecuencia	50 / 60 Hz
Detalles de Compatibilidad de Frecuencia	La frecuencia de salida coincide con la nominal de entrada durante el arranque, pasa a 60 Hz por defecto durante el arranque en frío.
Regulación del voltaje de salida (modo de línea)	+/- 2%
Regulación del voltaje de salida (modo de línea económica)	+/- 10%
Regulación del voltaje de salida (modo de batería)	+/- 2%
Tomacorrientes del UPS	6 tomacorriente(s) 5-15R
Tomacorrientes con Administración de Carga	Dos bancos de carga conmutables %-15R (banco 1: dos tomacorrientes, banco 2: 4 tomacorrientes)
Forma de onda de CA de salida (modo de CA)	Onda sinusoidal
Forma de onda de CA de salida (modo de batería)	Onda sinusoidal pura
ENTRADA	
Corriente especificada de entrada (Carga Máxima)	12A
Voltaje(s) Nominal(es) de Entrada Soportado(s)	100V CA; 110V CA; 120V CA
Tipo de conexión de entrada del UPS	5-15P
Breakers de entrada	20A
Longitud del cable de alimentación del UPS (pies)	10
Longitud del cable de alimentación del UPS (m)	3
Servicio eléctrico recomendado	15A 120V
Fase de Entrada	Monofásicos
BATERÍA	
Autonomía a Plena Carga (min.)	5 min. (1200w)

3 / 6



Tripp Lite
 1111 W. 35th Street
 Chicago, IL 60609 USA
 Telephone: 773.869.1234
 www.tripplite.com

Autonomía a Media Carga (min.)	14 min. (600w)
Tiempo de Autonomía Ampliable por Batería	Se puede expandir el tiempo de autonomía de la batería con módulos de baterías externas opcionales
Compatibilidad con módulo de baterías externas	BP48V24-2U (límite 1); BP48V60RT-3U (compatible con multi-paquete); BP48V27-2US (compatible con multi-paquete)
Voltaje CD del sistema (VCD)	48
Tasa de Recarga de Baterías (Baterías Incluidas)	Menos de 6 horas desde el 10% hasta el 80%.
Cartucho de Batería Interna de Reemplazo para UPS	RBC94-2U
Acceso a la Batería	Puerta de acceso a la batería en el panel frontal
Descripción de reemplazo de batería	Baterías que se pueden cambiar en operación y reemplazables por el usuario
REGULACIÓN DE VOLTAJE	
Descripción de regulación de voltaje	Acondicionamiento de la energía de doble conversión, en línea
Corrección de Sobrevoltaje	Regulación de tensión de salida del 2% durante sobrevoltajes a 150
Corrección de bajo voltaje	Regulación del 2% de la tensión de salida durante baja tensión hasta 80V.
Corrección de bajo voltaje severo	Regulación del voltaje de salida del 2% durante baja tensión de hasta 65 (únicamente bajo 70% de carga)
ALARMAS DE LED E INTERRUPTORES	
Indicadores LED	14 LEDs indican alimentación de línea, modo en línea, modo económico/derivación, a batería, sobrecarga, batería baja, reemplazar batería y falla; el medidor de 4 LEDs muestra los niveles de carga y de carga de batería; el panel de LEDs gira para su visualización en formatos en rack y torre.
alarma acústica	La alarma sonora indica el arranque del UPS, fallas del suministro eléctrico, sobrecarga, batería baja, fallas del UPS y condiciones de apagado
Operación para cancelar la alarma	La alarma de falla del suministro eléctrico se puede silenciar utilizando el interruptor de cancelación de alarma; una vez silenciada, la alarma volverá a emitir sonido para indicar el estado de batería baja
Interruptores (botones)	Incluye 2 interruptores - en el panel frontal; un interruptor principal de encendido y apagado y otro de doble función: boton para "cancelar alarma"/"autotest"
SUPRESIÓN DE SOBRECARGA / RUIDO	
Valor nominal en joules de supresión CA del UPS	600
Tiempo de respuesta de supresión de CA del UPS	Instantáneo
Supresión en la Línea de Datos del UPS	1 línea TEL/DSL (1 entrada / 1 salida); T Ethernet 10/100Base
Supresión de Ruido EMI / RFI en CA	Sí
FÍSICAS	
Factores de forma de instalación soportados por los accesorios incluidos	rack de 19 pulgadas con 4 postes



Tripp Lite
 1111 W. 35th Street
 Chicago, IL 60609 USA
 Telephone: 773.869.1234
 www.tripplite.com

Factores de forma de instalación soportados con accesorios opcionales	Rack con 2 postes (2POSTRMKITWM); Soporte de pared (2POSTRMKITWM); Torre (2-9USTAND)
Factor de forma primario	Rack
Dimensiones del Módulo de potencia del UPS (Al x An x Pr / pulgadas)	3.5 x 17.5 x 19
Dimensiones del Módulo de potencia del UPS (Al x An x Pr / cm)	8.9 x 44.4 x 48.3
Altura del Rack	2U
Peso del Módulo de potencia del UPS (lb)	44.1
Peso del Módulo de potencia del UPS (kg)	20
Dimensiones de Envío del UPS (Al x An x Pr / pulgadas)	9.8 x 20.2 x 24
Dimensiones de Envío del UPS (Al x An x Pr / cm)	24.8 x 51.4 x 61
Peso de Envío (lb)	54
Peso de Envío (kg)	24.5
Método de Enfriamiento	Ventilador
Material del Gabinete del UPS	Acero
AMBIENTALES	
Rango de temperatura operativa	+32 °F a +104 °F / 0 °C a +40 °C.
Rango de temperatura de almacenamiento	+5 °F a +122 °F / -15 °C a +50 °C.
Humedad relativa	0 a 95%, sin condensación.
Modo de CA BTU / Hr. (Plena carga)	609.7
Modo Económico de CA BTU / Hr. (Plena carga)	260.4
Modo de Batería BTU / Hr. (Plena carga)	664.2
Clasificación de eficiencia del modo de CA (100% de carga)	87%
Clasificación de eficiencia del modo económico de CA (100% de carga)	94%
COMUNICACIONES	
Interfaz de Comunicaciones	USB (HID habilitado); DB9 Serial; Cierre de contacto; EPO (apagado de emergencia); Ranura para interfaz SNMP/Web
Descripción del Puerto de Monitoreo de Red	Soporta el monitoreo detallado de las condiciones energéticas del UPS y del sitio; el puerto DB9 soporta comunicaciones RS232 y de cierre de contacto
Software PowerAlert	Incluido



Tripp Lite
 1111 W. 35th Street
 Chicago, IL 60609 USA
 Telephone: 773.869.1234
 www.tripplite.com

Cable de comunicaciones	Cableado USB y DB9 serial incluido
Compatibilidad con WatchDog	Soporta la aplicación Watchdog, las opciones de reinicio mediante OS o apagado y encendido para aplicaciones remotas
TIEMPO DE TRANSFERENCIA LÍNEA / BATERÍA	
Tiempo de Transferencia	Sin tiempo de transferencia (0 ms.) en modo en línea, de conversión doble.
Transferencia de Bajo Voltaje a Energía de Batería (Calibración)	80V (carga al 100%), 65V (carga menor de 70%)
Transferencia de Alto Voltaje a Energía de Batería (Calibración)	150
FUNCIONES ESPECIALES	
Arranque en Frío (Arranque en Modo de Batería durante una falla del suministro eléctrico)	Soporta el funcionamiento con arranque en frío.
Funciones del UPS de alta disponibilidad	Derivación de inversor automático; Baterías de cambio en operación
Características de Ahorro de Energía Ecológico	Operación en modo de ahorro de energía de alta eficiencia; Bancos de carga controlables individualmente; Horas diarias programables de operación en modo económico
CERTIFICACIONES	
Certificaciones del UPS	Probado conforme a UL1778 (EE. UU.); Probado conforme a CSA (Canadá); Probado conforme a NOM (México); Cumple con FCC Parte 15 Clase A (EMI)
GARANTIA	
Periodo de garantía del producto (A Nivel Mundial)	garantía limitada de 2 años
Seguro para los equipos conectados (USA, Puerto Rico y Canadá)	250,000 dólares de seguro máximo de por vida

© 2014 Tripp Lite. Todos los Derechos Reservados.

TP-LINK®

User Guide

MC100CM

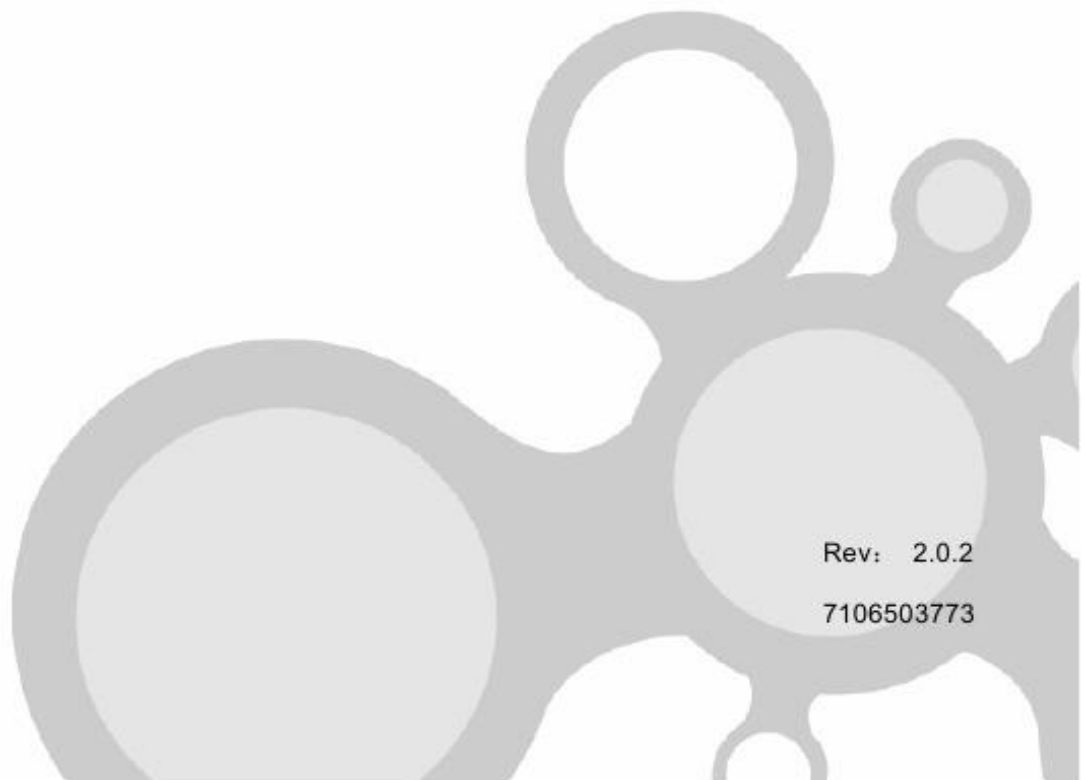
MC110CS

Fast Ethernet Media Converter

MC111CS

MC112CS

WDM Fast Ethernet Media Converter



Rev: 2.0.2

7106503773

COPYRIGHT & TRADEMARKS

Specifications are subject to change without notice. **TP-LINK**[®] is a registered trademark of TP-LINK TECHNOLOGIES CO., LTD. Other brands and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

No part of the specifications may be reproduced in any form or by any means or used to make any derivative such as translation, transformation, or adaptation without permission from TP-LINK TECHNOLOGIES CO., LTD. Copyright © 2013 TP-LINK TECHNOLOGIES CO., LTD. All rights reserved.

<http://www.tp-link.com>

FCC STATEMENT



This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions:

- 1) This device may not cause harmful interference.
- 2) This device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Any changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

CE Mark Warning



This is a class A product. In a domestic environment, this product may cause radio interference, in which case the user may be required to take adequate measures.

IC STATEMENT

This Class A digital apparatus complies with Canadian ICES-003.

Cet appareil numérique de la classe A est conforme à la norme NMB-003 du Canada.

CONTENTS

Package contents	1
Chapter 1 Introduction	2
1.1 Overview of the Converter	2
1.2 Conventions	3
1.3 Features	3
1.4 Connectors and Network Cables Supported	3
1.5 Appearance Indication	4
1.5.1 LED Indicators	4
1.5.2 Switch	6
1.5.3 Link Fault Pass Through Function	7
Chapter 2 Installation Guide	9
2.1 Fast Ethernet Media Converter	9
2.2 WDM Fast Ethernet Media Converter	9
Chapter 3 Configuration	11
3.1 Installation Procedure	12
Appendix: Specifications	13

Package contents

The following items should be found in your package:

- One Converter
- One AC-DC Power Adapter (DC9V/600mA)
- One User Guide
- One Purchasing Guide



Note:

Make sure that the package contains the above items. If any of the listed items are damaged or missing, please contact your distributor.

Chapter 1 Introduction

Thank you for choosing the **MC100CM/MC110CS Fast Ethernet Media Converters** or the **MC111CS/MC112CS WDM Fast Ethernet Media Converters!**

1.1 Overview of the Converter

MC100CM and MC110CS are Fast Ethernet Media Converters. MC111CS and MC112CS are WDM Fast Ethernet Media Converters, which adopt WDM (Wavelength Division Multiplexing) technology that increases the information carrying capacity of fiber via multiplex transmit and receive signals at different wavelengths on single strand cable. You can save half cabling cost when you use MC111CS and MC112CS instead of your original dual fiber converter.

The converter mediates between a 10/100Base-TX segment and a 100Base-FX segment. It is primarily designed for large, higher speed/bandwidth demanding workgroups that require expansion of the Fast Ethernet network.

The converter also features the LFP (Link Fault Pass through) function, and for its procedure illustrates, please refer to the section 1.5.3.



1.2 Conventions

The Converter mentioned in this guide stands for Fast Ethernet Media Converters or the WDM Fast Ethernet Media Converters without any explanation.

The TP port mentioned in this User Manual stands for the TX port without any explanations.



Note:

The four converters are sharing this User Guide. The differences between them please refer to the table of the section 1.4.

1.3 Features

- Complies with 802.3u 10/100Base-TX, 100Base-FX standards.
- Provides one SC fiber connector and one RJ-45 connector.
- Supports auto negotiation of duplex mode on TP port.
- Supports auto negotiation of 10/100Mbps and auto MDI/MDI-X for TP port.
- Supports Link Fault Pass Through function and Far End Fault function.
- Extends fiber distance up to 2km for multi-mode fiber and 20km for single-mode fiber.
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily.
- External power supply.

1.4 Connectors and Network Cables Supported

The connectors and network cables supported by the converter are listed as follows.

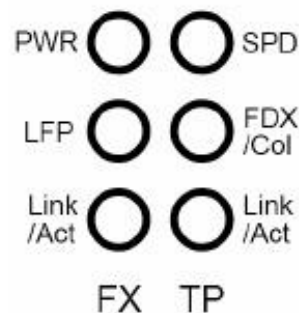
- **Connectors:** RJ-45, SC.
- **Network Cables:** Cat.5 Twisted-Pair (below abbreviated as TP), 9/125um Single-mode fiber and 50/125, 62.5/125um Multi-mode fiber.

Model NO.	Interface	Transmission Distance	Transmission Media	Output Center Wavelength
MC100CM	RJ45--SC	2km	Multi-mode Fiber, TP	1310nm
MC110CS	RJ45--SC	20km	Single-mode Fiber, TP	1310nm
MC111CS	RJ45--SC	20km	Single-mode Fiber, TP	1550nmTX 1310nmRX
MC112CS	RJ45--SC	20km	Single-mode Fiber, TP	1310nmTX 1550nmRX

1.5 Appearance Indication

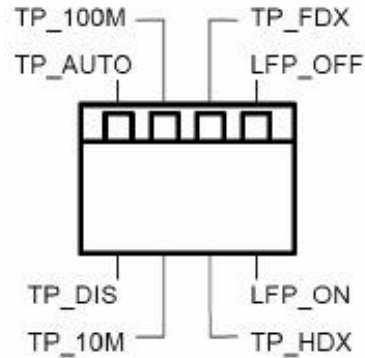
1.5.1 LED Indicators

The converter has LED indicators which can provide a real-time report. When you take a look at these indicators, you will know what's happening on your network. For details, please refer to the table as shown below.



Name		Status	Indication
PWR		On	Power on
		Off	Power off
LFP		On	The Link Fault Pass Through function enable.
		Off	The Link Fault Pass Through function disable.
FX	Link/Act	On	There's a valid link.
		Flashing	The converter is receiving or transmitting data from the fiber optic connector.
		Off	There's no valid link.
TP	SPD	On	The TP port is connected to 100Base-Tx
		Off	The TP port is connected to 10Base-Tx device or no connection.
	FDX/Col	On	The TP port is operating in Full-Duplex
		Flashing	There's a collision.
		Off	The TP port is operating in Half-Duplex mode.
	Link/Act	On	There's a valid link.
		Flashing	The converter is receiving or transmitting data from the TP port.
		Off	There's no connection on the TP port.

1.5.2 Switch



- **TP_AUTO:** The TP port operates in Auto-Negotiation mode;
- **TP_DIS:** The TP port operates in FORCE mode;
- **TP_100M:** The TP port operates in 100Base-Tx;
- **TP_10M:** The TP port operates in 10Base-T mode;
- **TP_FDX:** The TP port operates in Full-Duplex mode;
- **TP_HDX:** The TP port operates in Half-Duplex mode;
- **LFP_OFF:** The Link Fault Pass Through function disable;
- **LFP_ON:** The Link Fault Pass Through function enable.

Connect different devices, we suggest leaving the switches like these as shown below, otherwise the Media Converter may not work normally.

The Mode Of The Device	Switch
TP:AUTO; LFP ON	TP_AUTO, TP_100M, TP_FDX, LFP_ON
TP:AUTO; LFP OFF	TP_AUTO, TP_100M, TP_FDX, LFP_OFF
TP:FORCE,100M,FULL; LFP ON	TP_DIS, TP_100M, TP_FDX, LFP_ON
TP:FORCE,100M,FULL; LFP OFF	TP_DIS, TP_100M, TP_FDX, LFP_OFF
TP:FORCE,100M, HALF; LFP ON	(TP_DIS or TP_AUTO), TP_100M, TP_HDX, LFP_ON
TP:FORCE,100M, HALF; LFP OFF	(TP_DIS or TP_AUTO), TP_100M, TP_HDX, LFP_OFF
TP:FORCE,10M,FULL; LFP ON	TP_DIS, TP_10M, TP_FDX, LFP_ON
TP:FORCE,10M,FULL; LFP OFF	TP_DIS, TP_10M, TP_FDX, LFP_OFF
TP:FORCE,10M, HALF; LFP ON	(TP_DIS or TP_AUTO), TP_10M, TP_HDX, LFP_ON
TP:FORCE,10M, HALF; LFP OFF	(TP_DIS or TP_AUTO), TP_10M, TP_HDX, LFP_OFF



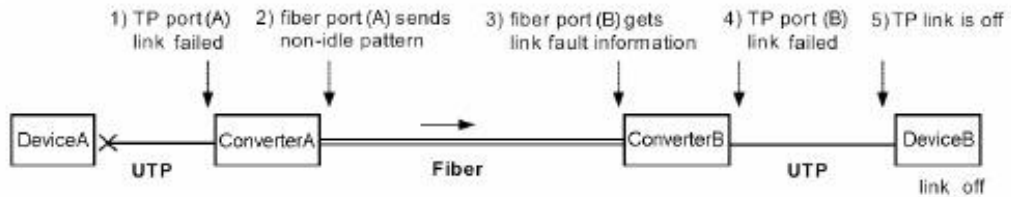
Note:

- 1) We suggest leaving the switches on TP_AUTO, TP_100M, TP_FDX, and LFP_ON, because this configuration is suitable for lots of situations.
- 2) You have to reset the converter after configuring the switches.

1.5.3 Link Fault Pass Through Function

In common situations, when one side of the link fails, the other side continues transmitting packets, and waiting for a response that never arrives from the disconnected side.

With the Link Fault Pass Through function enabled (optional with switch LFP), TP port and FX port of the same converter will inform each other the fault link status so that when one side of the link fails, the other side will force the link to shut down as soon as noticed. The procedure will be illustrated as shown below.



The procedure of link fault pass through

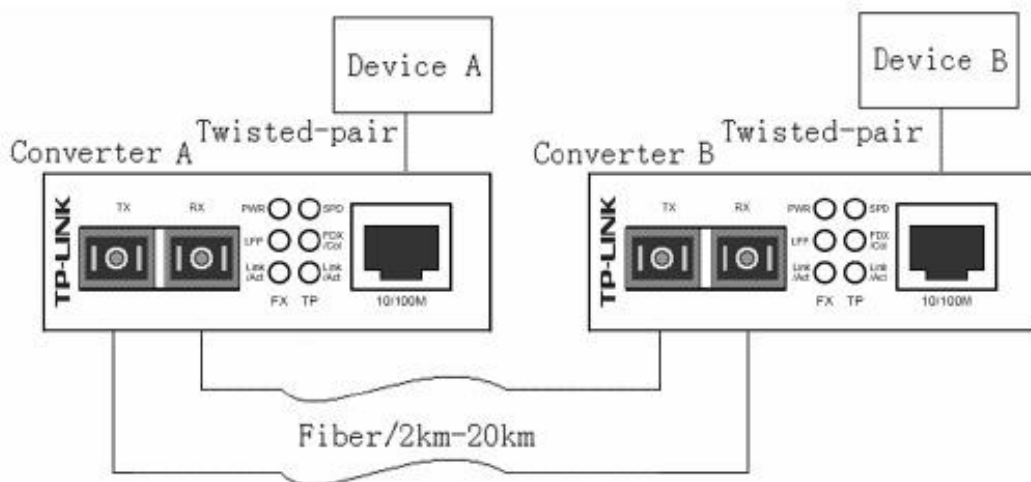
If link fail happens on TP port (A), the FX port (A) sends non-idle pattern to notice the FX port (B). The FX port (B) then forces its TP port (B) to link failed after receiving the non-idle pattern. Link status LED will also be off for both Converters and Devices as shown below.

	Link LED		
Device A	Off		
Device B	Off		
	FX_LFP	FX_Link/Act	TP_Link/Act
Converter A	On	Off	Off
Converter B	On	Off	Off

Chapter 2 Installation Guide

2.1 Fast Ethernet Media Converter

1. The SC fiber connector of MC100CM transmits/receives data by 1310nm short wave laser on multi-mode fiber.
2. The SC fiber connector of MC110CS transmits/receives data by 1310nm short wave laser on single-mode fiber.



Transmits and receives data on different fibers



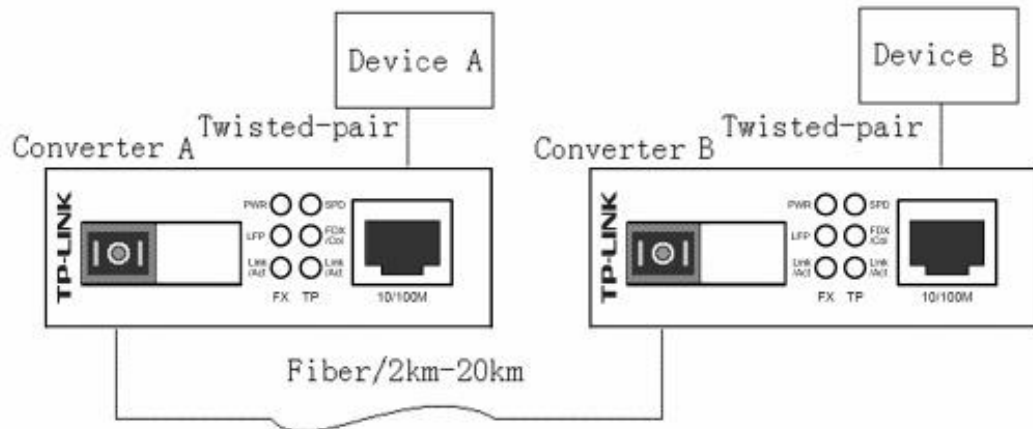
Note:

You have to use either two MC100CM connectors or two MC110CS connectors to cooperate.

2.2 WDM Fast Ethernet Media Converter

1. The SC fiber connector of MC111CS transmits data by 1550nm short wave laser while receives data by 1310nm short wave laser on one single-mode fiber.

- The SC fiber connector of MC112CS transmits data by 1310nm short wave laser while receives data by 1550nm short wave laser on one single-mode fiber.



Transmits and receives data on the same fiber



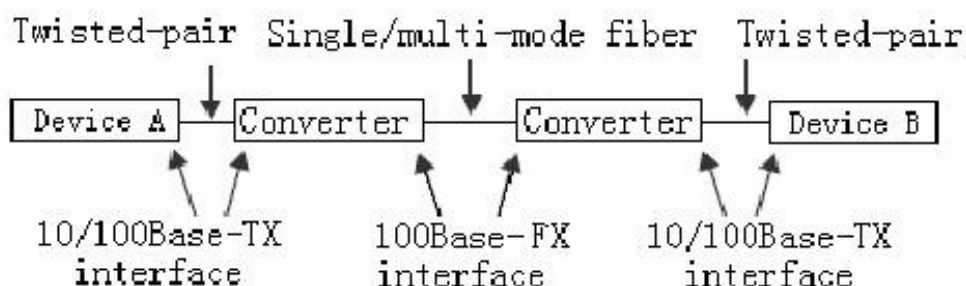
Note:

You have to use MC111CS and MC112CS at the same time to cooperate.

Chapter 3 Configuration

In order to achieve the aim of effectively expanding a Fast Ethernet network, you can use the converter like the following examples:

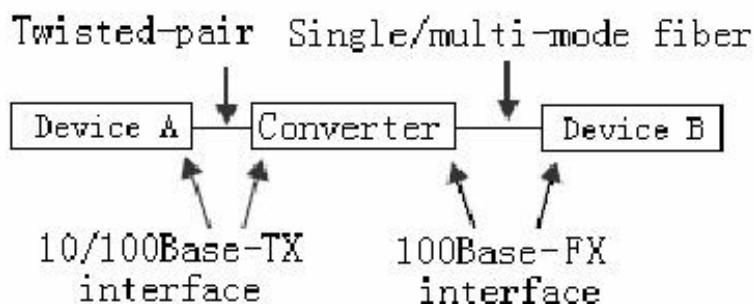
1. Place two converters back to back between the following end devices.



 **Note:**

You should use two MC100CM Media Converters or two MC110CS Media Converters, or one MC111CS and one MC112CS to expand your network. Error will occur when you use other ways.

2. Another effective application is to place one converter directly between a 10/100Base-TX network and a 100Base-FX device.



3.1 Installation Procedure

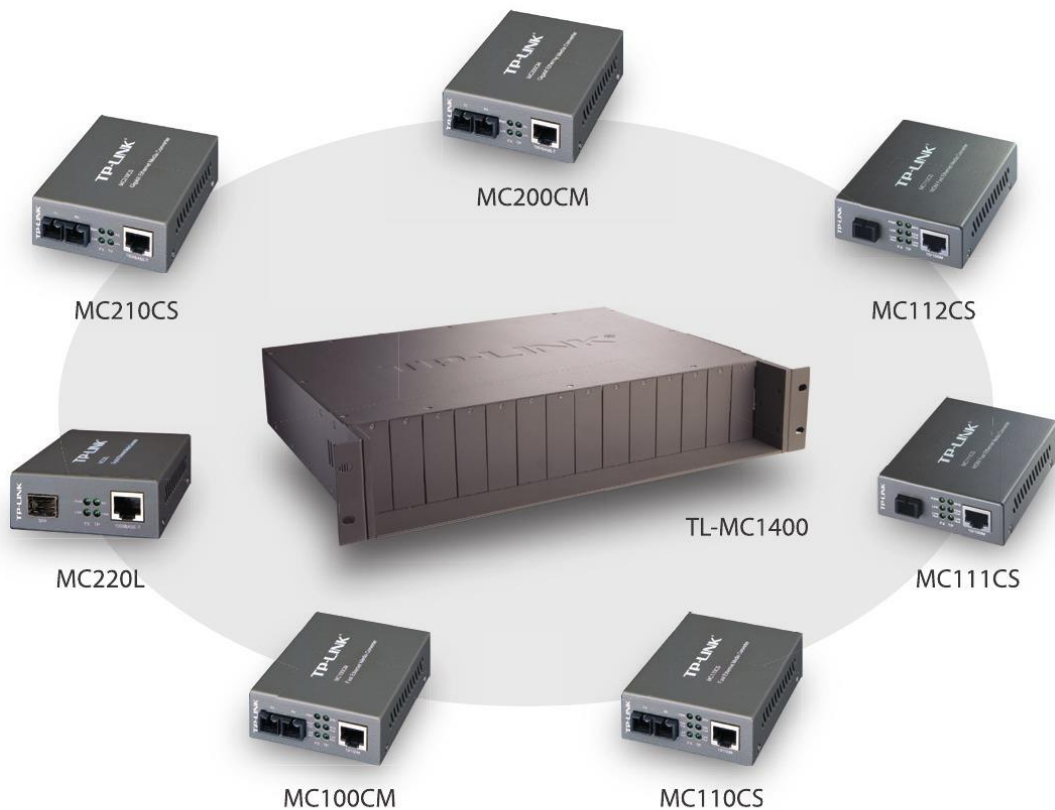
Use a fiber cable to connect two converters, or connect a converter with a 100Base-FX Device.

1. Connection of a Converter and a 10/100Base-TX Device (HUB or Switch).
 - Make sure that the length of the Cat.5 twisted pair cable between the 10/100Base-TX device and the converter is less than 100 meters.
 - Connect one end of the Cat.5 twisted pair cable to the RJ45 jack on the converter and the other end of the cable to the RJ45 jack on the 10/100Base-TX device.
2. Connection of two Converters or a Converter and a 100Base-FX Device.
 - Use a SC fiber cable to connect the two Converters' SC connector or the SC connector of a Converter and a 100Base-FX Device.
3. Turn on the power.

Appendix: Specifications

Standard	IEEE 802.3 / IEEE 802.3u
Connector	1 SC fiber optic; 1 RJ45 jack
Max. Distance	Cat.5 Twisted Pair:100m
	Multi-mode Fiber Optic: 2km
	Single-mode Fiber Optic: 20km
Temperature	Operation: 0°C ~ 40°C
	Storage: -40°C ~ 70°C
Humidity	Storage: 5% ~ 90% RH Non-condensing
	Working: 10% ~ 90% RH Non-condensing

Media Converters & Chassis



Overview

The Chassis-based Media Converters include a number of independent media converters and a chassis capable of housing up to 14 media converters. You can start with single media converters, each equipped with its own housing and AC power adapter. When you require more room, you can mount a chassis in your equipment rack and install your media converters in the chassis - the media converters can be slid into the chassis.

TL-MC1400 14-Slot Rackmount Chassis

The TL-MC1400 14-Slot Rackmount Chassis is specially designed for accommodating chassis-based Media Converters. It is a standard 19-inch 2U height rackmount chassis which can be suitably mounted in the standard 19-inch rack.

The chassis lets you install multiple media converters in an equipment rack together with the network devices for which they provide media conversion. This provides for space saving, and the cabling will look neat. The chassis comes with its own universal AC to DC power supply. For maximum power availability, an optional redundant power supply is available for installation in the chassis.

Features:

- 14 bays to house up to 14 media converters*
- Standard 19-inch rack-mountable, 2U height
- Non-stop operation & minimal downtime
- Allows hot-swapping of media converters
- Hot swappable redundant power supplies
- Cooling fans on back side (together with power supplies)
- Second AC to DC power supply for load-sharing purposes (Optional)
- Media converter power isolation for electrical isolation from each bay
- Offers over-voltage and over-current protections

Specifications:

Power Supply	Input: 100-240V~50/60Hz 3.0A(Max) Output: +9.5VDC, 9.5A(Max.) Vripple: ≤50mv Noise: ≤100mv
Operating Temperature	0°C~40°C (32°F~104°F)
Storage Temperature	-40°C~70°C (-40°F~158°F)
Operating Humidity	10%~90% non-condensing
Storage Humidity	5%~90% non-condensing
Dimensions (W X D X H)	19.0 x 14.1 x 3.4 in. (482 x 358 x 86 mm) Standard 19-Inch, 2U height
Weight	8Kg

*The TL-MC1400 supports MCXXX ver: 2.0 and 3.0, not ver: 1.0.

MC200CM

The MC200CM media converter converts 1000BASE-SX fiber to 1000Base-T copper media or vice versa. It is designed for use with 850nm multi-mode fiber cable utilizing the SC-Type connector, transmitting data up to 0.55 kilometers away. What's more, MC200CM can work as a stand alone device (no chassis required) or with TP-LINK's 19" system chassis.

Features:

- Works at 1000Mbps in Full-Duplex mode for both TX port and FX port
- Supports Auto MDI/MDIX for TX port
- Provides switch configuration of Force /Auto transfer mode for FX port
- Extends fiber distance up to 0.55km
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily

Specifications:

Standards	IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z, IEEE 802.3x
Basic Function	Full Duplex Flow Control (IEEE 802.3x) Extends fiber distance up to 0.55km using 50/125um fiber, 0.22km using 62.5/125um fiber
Wave Length	850nm
Interface	1 1000Mbps SC port 1 1000Mbps RJ45 port (Auto MDI/MDIX)
Network Media	1000BASE-T: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 1000BASE-FX: Multi-mode Fiber
LED Indicators	PWR, LINK, RX
Certifications	FCC, CE
Dimensions (W x D x H)	3.7 x 2.9 x 1.1 in. (94.5 x 73.0 x 27.0 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
Power Supply	External Power Adapter, 9V/0.6A or 5V/1A

MC210CS

The MC210CS media converter converts 1000BASE-LX/LH fiber to 1000Base-T copper media or vice versa. It is designed for use with 1310nm single-mode fiber cable utilizing the SC-Type connector, transmitting data up to 15 kilometers. What's more, MC210CS can work as a stand alone device (no chassis required) or with TP-LINK's 19" system chassis.

Features:

- Works at 1000Mbps in Full-Duplex mode for both TX port and FX port
- Supports Auto MDI/MDIX for TX port
- Provides switch configuration of Force /Auto transfer mode for FX port
- Extends fiber distance up to 15km
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily

Specifications:

Standards	IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z, IEEE 802.3x
Basic Function	Full Duplex Flow Control (IEEE 802.3x) Extends fiber distance up to 15km
Wave Length	1310nm
Interface	1 1000Mbps SC port 1 1000Mbps RJ45 port (Auto MDI/MDIX)
Network Media	1000BASE-T: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 1000BASE-FX: Multi-mode Fiber
LED Indicators	PWR, LINK, RX
Certifications	FCC, CE
Dimensions (W x D x H)	3.7 x 2.9 x 1.1 in. (94.5 x 73.0 x 27.0 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
Power Supply	External Power Adapter, 9V/0.6A or 5V/1A

MC220L

The MC220L converts 1000BASE-SX/LX/LH fiber to 1000Base-T copper media or vice versa. It is designed for use with 850nm multi-mode/1310nm single-mode/WDM fiber cable utilizing the LC-Type connector, transmitting data up to 0.55 kilometers or 10 kilometers. What's more, MC220L can work as a stand alone device (no chassis required) or with TP-LINK's 19" system chassis.

Features:

- Works at 1000Mbps in Full-Duplex mode for both TX port and FX port
- Supports Auto MDI/MDIX for TX port
- Provides switch configuration of Force /Auto transfer mode for FX port
- FX port support hot-swappable
- Extends fiber distance up to 0.55 km for multi-mode fiber and 10 km for single-mode fiber
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily

Specifications:

Standards	IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z, IEEE 802.3x
Basic Function	Full Duplex Flow Control (IEEE 802.3x) Extends fiber distance up to 10km
Wave Length	Depend on the used SFP module
Interface	1 SFP port 1 1000Mbps RJ45 port (Auto MDI/MDIX)
Network Media	1000BASE-T: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 1000BASE-FX: Multi-mode Fiber
LED Indicators	PWR, LINK, RX
Certifications	FCC, CE
Dimensions (W x D x H)	3.7 x 2.9 x 1.1 in. (94.5 x 73.0 x 27.0 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
Power Supply	External Power Adapter, 9V/0.6A or 5V/1A

MC100CM

The MC100CM media converter converts 100BASE-FX fiber to 100Base-TX copper media or vice versa. It is designed for use with 1310nm multi-mode fiber cable utilizing the SC-Type connector, transmitting data up to 2 kilometers. What's more, MC100CM can work as a stand alone device (no chassis required) or with TP-LINK's 19" system chassis, and is equipped with Link Fault Pass Through which minimizes the loss caused by link failure.

Features:

- Auto-negotiation of 10/100Mbps and Auto MDI/MDIX for TX port
- Provide switch configuration of Half-Duplex / Full-Duplex transfer mode for TX port
- Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
- Extend fiber distance up to 2km
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily

Specifications:

Standards	IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Basic Function	Half/Full-Duplex transfer mode for TX port Full Duplex Flow Control (IEEE 802.3x) Half Duplex Flow Control (Backpressure) Extends fiber distance up to 2km Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
Interface	1 100Mbps SC port 1 100Mbps RJ45 port (Auto MDI/MDIX)
Network Media	10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-T: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-FX: Multi-mode Fiber
LED Indicators	PWR, SPD, LFP, FDX/Col, Link/Act
Certifications	FCC, CE
Dimensions (W x D x H)	3.7 x 2.9 x 1.1 in. (94.5 x 73.0 x 27.0 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
Power Supply	External Power Adapter, 9V/0.6A or 5V/1A

MC110CS

The MC110CS is a media converter designed to convert 100BASE-FX fiber to 100Base-TX copper media or vice versa. It's designed for use with single-mode fiber cable utilizing the SC-Type connector, transmitting data up to 20 kilometers. What's more, MC110CS can work as a stand alone device (no chassis required) or with TP-LINK's 19" system chassis, and is equipped with Link Fault Pass Through which minimizes the loss caused by link failure.

Features:

- Auto negotiation of 10/100Mbps and Auto MDI/MDIX for TX port
- Provide switch configuration of Half-Duplex / Full-Duplex transfer mode for TX port
- Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
- Extend fiber distance up to 20km
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily

Specifications:

Standards	IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Basic Function	Half/Full-Duplex transfer mode for TX port Full Duplex Flow Control (IEEE 802.3x) Half Duplex Flow Control (Backpressure) Extends fiber distance up to 20km Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
Interface	1 100Mbps SC port 1 100Mbps RJ45 port (Auto MDI/MDIX)
Network Media	10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-T: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-FX: Single-mode Fiber
LED Indicators	PWR, SPD, LFP, FDX/Col, Link/Act
Certifications	FCC, CE
Dimensions (W x D x H)	3.7 x 2.9 x 1.1 in. (94.5 x 73.0 x 27.0 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
Power Supply	External Power Adapter, 9V/0.6A or 5V/1A

MC111CS

The MC111CS is a media converter designed to convert 100BASE-FX fiber to 100Base-TX copper media or vice versa. It's designed for use with single-mode fiber cable utilizing the SC-Type connector. Adopting WDM technology, MC111CS takes only one fiber to transmit and receive data, which saves you half of the cabling cost. On this fiber, it works at 1550nm on transferring data and at 1310nm on receiving data. So the other end device cooperating with the MC111CS will work at 1310nm on transferring data and at 1550nm on receiving data. Another of TP-LINK's media converters, the MC112CS is just one example of potential devices with which to cooperate with the MC111CS. Moreover, MC111CS can work as a stand alone device (no chassis required) or with TP-LINK's 19" system chassis, and is equipped with Link Fault Pass Through which minimizes the loss caused by link failure.

Features:

- Auto negotiation of 10/100Mbps and Auto MDI/MDIX for TX port
- Provide switch configuration of Half-Duplex / Full-Duplex transfer mode for TX port
- Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
- Adopts WDM technology, transmitting and receiving data on one single fiber
- Extend fiber distance up to 20km
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily

Specifications:

Standards	IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Basic Function	Half/Full-Duplex transfer mode for TX port Full Duplex Flow Control (IEEE 802.3x) Half Duplex Flow Control (Backpressure) Extends fiber distance up to 20km Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
Interface	1 100Mbps SC port 1 100Mbps RJ45 port (Auto MDI/MDIX)
Wave Length	TX: 1550nm RX: 1310nm
Network Media	10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-T: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-FX: Single-mode Fiber
LED Indicators	PWR, SPD, LFP, FDX/Col, Link/Act
Certifications	FCC, CE
Dimensions (W x D x H)	3.7 x 2.9 x 1.1 in. (94.5 x 73.0 x 27.0 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
Power Supply	External Power Adapter, 9V/0.6A or 5V/1A

MC112CS

The MC112CS is a media converter designed to convert 100BASE-FX fiber to 100Base-TX copper media or vice versa. It's designed for use with single-mode fiber cable utilizing the SC-Type connector. Adopting WDM technology, MC112CS takes only one fiber to transmit and receive data, which saves you half of the cabling cost. On this fiber, it works at 1310nm on transferring data and at 1550nm on receiving data. So the other end device cooperating with the MC112CS will work at 1550nm on transferring data and at 1310nm on receiving data. Another of TP-LINK's media converters, the MC111CS is just one example of potential devices with which to cooperate with the MC111CS. Moreover, MC112CS can work as a stand alone device (no chassis required) or with TP-LINK's 19" system chassis, and is equipped with Link Fault Pass Through which minimizes the loss caused by link failure.

Features:

- Auto negotiation of 10/100Mbps and Auto MDI/MDIX for TX port
- Provide switch configuration of Half-Duplex / Full-Duplex transfer mode for TX port
- Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
- Adopts WDM technology, transmitting and receiving data on one single fiber
- Extend fiber distance up to 20km
- Easy-to-view LED indicators provide status to monitor network activity easily

Specifications:

Standards	IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Basic Function	Half/Full-Duplex transfer mode for TX port Full Duplex Flow Control (IEEE 802.3x) Half Duplex Flow Control (Backpressure) Extends fiber distance up to 20km Link Fault Pass Through and Far End Fault minimize the loss caused by link failure timely
Interface	1 100Mbps SC port 1 100Mbps RJ45 port (Auto MDI/MDIX)
Wave Length	TX: 1310nm RX: 1550nm
Network Media	10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-T: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-FX: Single-mode Fiber
LED Indicators	PWR, SPD, LFP, FDX/Col, Link/Act
Certifications	FCC, CE
Dimensions (W x D x H)	3.7 x 2.9 x 1.1 in. (94.5 x 73.0 x 27.0 mm)
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
Power Supply	External Power Adapter, 9V/0.6A or 5V/1A

More information of the 100Mbps series Media Converter

Type	Connector	Transmission Distance	Transmission Media	Wave Length
MC100CM	RJ45--SC	2km	Multi-mode Fiber,TP	1310nm
MC110CS	RJ45--SC	20km	Single-mode Fiber,TP	1310nm
MC111CS	RJ45--SC	20km	Single-mode Fiber,TP	1550nmTX/1310nmRX
MC112CS	RJ45--SC	20km	Single-mode Fiber,TP	1310nmTX/1550nmRX

More information of the 1000Mbps series Media Converter

Model NO.	Interface	Transmission Distance	Transmission Media	Wave Length
MC200CM	RJ45--SC	0.55km(50/125um), 0.22km(62.5/125um)	Multi-mode Fiber,TP	850nm
MC210CS	RJ45--SC	15km	Single-mode Fiber,TP	1310nm
MC220L	RJ45--SFP	0.55km /10km	Multi/Single-mode Fiber, TP	Depend on used SFP module

Specifications are subject to change without notice. is a registered trademark of TP-LINK Technologies Co., Ltd. Other brands and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders. No part of the specifications may be reproduced in any form or by any means or used to make any derivative such as translation, transformation, or adaptation without permission from TP-LINK Technologies Co., Ltd. Copyright © 2012 TP-LINK Technologies Co., Ltd. All rights reserved.