



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

L.40

(10/2000)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

**Sistema de soporte de mantenimiento,
supervisión y pruebas de la planta exterior de
fibra óptica**

Recomendación UIT-T L.40

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

Recomendación UIT-T L.40

Sistema de soporte de mantenimiento, supervisión y pruebas de la planta exterior de fibra óptica

Resumen

El mantenimiento de las instalaciones exteriores de un sistema de fibra óptica es importante para establecer redes y mantener su fiabilidad. A medida que aumenta el tráfico se instalan cables de fibra óptica de mayor capacidad. Actualmente, es común encontrarse con cables de fibra óptica que cuentan con más de 100 núcleos de manera que muchos sistemas de transmisión utilizan el mismo cable de fibra óptica. Es necesario establecer unos mínimos niveles de mantenimiento y de prueba para proporcionar una elevada fiabilidad y una rápida respuesta.

Una vez instalado el cable, funciones tales como la supervisión y el control de la fibra deben realizarse sin interferir con las señales de transmisión de datos. Realizando una supervisión de las fibras en vacío (es decir, sin tráfico de señal) se obtiene una indicación del comportamiento de las fibras en servicio, puesto que la degradación y las interrupciones que sufre un cable afecta a todas las fibras a la vez. No obstante, se logra una mayor fiabilidad supervisando las fibras cuando están cursando tráfico. Además, la identificación de la fibra es importante para controlar las redes de fibra óptica porque puede que sea necesario seleccionar varias fibras dentro de un cable aunque éste tenga muchas fibras en servicio.

Orígenes

La Recomendación UIT-T L.40, preparada por la Comisión de Estudio 6 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (Montreal, 27 de septiembre-6 de octubre de 2000).

Esta Recomendación incluye los apéndices I a V aprobados el 9 de marzo de 2001.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2001

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

		Página
1	Alcance	1
2	Requisitos fundamentales	1
2.1	Funciones	1
2.2	Interfaz	2
3	Principios de prueba y mantenimiento.....	2
3.1	Métodos	2
3.2	Longitud de onda	3
4	Arquitectura fundamental	4
4.1	Arquitectura general del sistema.....	4
4.2	Módulo de prueba óptica (OTM).....	6
Apéndice I – Experiencia de Estados Unidos referente a la supervisión y pruebas de fibras ópticas a distancia		7
I.1	Introducción	7
I.2	Arquitecturas de la supervisión y pruebas de fibras ópticas a distancia.....	7
I.2.1	Sistemas de pruebas de fibras ópticas a distancia en vacío básicas.....	7
I.2.2	Sistemas de pruebas de fibras a distancia con supervisión y pruebas de fibras activas	8
I.2.3	Gestor del RFTS	9
I.2.4	Alarmas.....	10
I.3	Conclusiones.....	11
I.4	Referencias.....	11
Apéndice II – Sistema de soporte de mantenimiento y pruebas de la planta exterior de las redes de fibras ópticas		12
II.1	Resumen.....	12
II.1.1	Requisitos fundamentales	12
II.1.2	Principios de pruebas y mantenimiento.....	13
II.1.3	Arquitectura fundamental	14
II.2	Detalle del sistema	16
II.2.1	Objetivos.....	16
II.2.2	Funciones del sistema.....	16
II.2.3	Configuración del sistema	16
II.2.4	Visión del conjunto del sistema de control.....	17
II.2.5	Principios de medición y pruebas	18
II.3	Condiciones obligatorias.....	20
II.3.1	Configuración de la red	20
II.3.2	Capacidades	20

	Página
II.3.3 Longitud de onda de prueba	20
II.3.4 Gestión de datos del sistema.....	21
II.3.5 Interfaz.....	21
Apéndice III – Sistema de soporte del mantenimiento y pruebas para la planta exterior de las redes de fibras ópticas	22
III.1 Introducción	22
III.2 Escenario.....	22
III.3 Beneficios de la supervisión continua de la atenuación	23
III.4 Principios básicos del sistema de supervisión de cable óptico	25
III.5 Requisitos del sistema de supervisión del cable óptico	25
III.6 Conclusiones.....	29
Apéndice IV – La experiencia de Indonesia con un sistema para el soporte de operaciones y mantenimiento de cables de fibra óptica.....	30
IV.1 Introducción	30
IV.2 Requisitos fundamentales	30
IV.3 Configuración básica del sistema	31
IV.4 Funciones de las unidades principales	32
IV.5 Configuración física del sistema.....	32
IV.6 Especificación general del sistema de soporte de operación y mantenimiento para cables de fibra óptica	33
IV.6.1 Alcance de las pruebas	33
IV.6.2 Capacidades	34
IV.6.3 Longitud de onda de prueba	34
IV.6.4 Restricciones a la distancia de prueba	34
IV.6.5 Gestión de los datos de sistema	34
IV.6.6 Medición de las pérdidas por acoplamiento y de la reflexión	34
IV.6.7 Condiciones de transmisión.....	35
IV.6.8 Condiciones ambientales para la utilización del sistema.....	35
IV.7 Soporte lógico de aplicación.....	35
Apéndice V – La experiencia de España con un sistema de supervisión de fibra óptica (OFMS).....	36
V.1 Introducción	36
V.2 General.....	37
V.3 Descripción general del sistema de supervisión de fibra óptica (OFMS, <i>optical fibre monitoring system</i>)	37
V.4 Prestaciones del sistema.....	37
V.5 Sistema.....	38
V.6 Integración del sistema a la supervisión centralizada.....	39

Recomendación UIT-T L.40

Sistema de soporte de mantenimiento, supervisión y pruebas de la planta exterior de fibra óptica

1 Alcance

Esta Recomendación se refiere a los sistemas de soporte de mantenimiento, supervisión y pruebas para la planta exterior de fibra óptica en redes de cables de fibra óptica troncales y de acceso. Describe los requisitos fundamentales, los principios y la arquitectura con objeto de constituir una guía adecuada para el diseño de sistemas.

2 Requisitos fundamentales

2.1 Funciones

En el cuadro 1 aparecen las funciones del sistema.

Cuadro 1/L.40 – Funciones y carácter

Categoría	Actividad	Funciones	Carácter
Mantenimiento preventivo	Vigilancia (por ejemplo, pruebas periódicas, pruebas continuas)	<ul style="list-style-type: none">• Detección de un aumento en las pérdidas de la fibra• Detección de un aumento en las pérdidas de potencia de la señal• Detección de la penetración de agua	Optativo Optativo Optativo
	Prueba (por ejemplo, pruebas de degradación de la fibra)	<ul style="list-style-type: none">• Medición para localizar averías en la fibra• Medición para determinar la distribución de tensiones en la fibra• Medición para localizar la penetración de agua	Optativo Optativo Optativo
	Control (por ejemplo, control del elemento de red)	<ul style="list-style-type: none">• Identificación de la fibra• Función de transferencia de la fibra	Optativo Optativo

Cuadro 1/L.40 – Funciones y carácter (*fin*)

Categoría	Actividad	Funciones	Carácter
Mantenimiento tras la instalación antes de entrar en servicio o después de una avería	Vigilancia (por ejemplo, recepción de una alarma del sistema de transmisión o de un informe de averías del cliente)	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz con el sistema de funcionamiento del trayecto • Interfaz con el sistema de funcionamiento del servicio del cliente 	<p>Optativo</p> <p>Optativo</p>
	Prueba (por ejemplo, prueba tras la instalación, prueba tras avería en la fibra)	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación de la condición de la fibra • Distinción de avería entre el equipo de transmisión y la red de fibra • Medición para localizar la avería en la fibra 	<p>Necesario</p> <p>Necesario</p> <p>Necesario</p>
	Control (por ejemplo, instalación/repación/sustitución del cable)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la fibra • Función de transferencia de la fibra • Interfaz con la base de datos de la planta exterior • Interfaz con el sistema de correspondencia 	<p>Necesario</p> <p>Optativo</p> <p>Necesario</p> <p>Optativo</p>

2.2 Interfaz

El sistema puede controlarse por medios humanos o por otros métodos. El sistema deberá poder controlarse a distancia de forma que debe incorporar terminales de funcionamiento con interfaces hombre-máquina (HMI, *human-machine interface*).

El sistema también deberá ser capaz de recopilar datos sobre las fibras exteriores a partir de la base de datos de la planta exterior y debe tener una interfaz con el sistema de funcionamiento del trayecto y el sistema del servicio de cliente.

La interfaz puede realizarse de varias formas, por ejemplo:

- 1) interfaz en línea normalizada;
- 2) interfaz en línea patentada;
- 3) medio de almacenamiento externo como por ejemplo disco óptico magnético o disco flexible.

3 Principios de prueba y mantenimiento

3.1 Métodos

Existen varias formas de llevar a cabo estas funciones. Normalmente se utiliza la prueba de reflectometría óptica temporal (OTDR), la prueba de pérdidas, la supervisión de una parte de la potencia de la señal (supervisión de la potencia) y la detección de la luz de identificación. En el cuadro 2 aparecen los métodos más comunes.

Cuadro 2/L.40 – Métodos de prueba adecuados

Categoría	Actividad	Funciones	Métodos
Mantenimiento preventivo	Vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de un aumento en las pérdidas de la fibra • Detección de un aumento en las pérdidas de potencia de la señal • Detección de la penetración de agua 	Prueba OTDR/de pérdidas Supervisión de la potencia Prueba OTDR/de pérdidas
	Prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Medición para localizar averías en la fibra • Medición para determinar la distribución de tensiones en la fibra • Medición para localizar la penetración de agua 	Prueba OTDR Prueba B-OTDR Prueba OTDR
	Control	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la fibra • Función de transferencia de la fibra 	Detección de la luz de identificación ^{a)} Conmutación ^{b)}
Mantenimiento tras la instalación antes de entrar en servicio o después de una avería	Vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz con el sistema de funcionamiento del trayecto • Interfaz con el sistema de funcionamiento del servicio del cliente 	Medio en línea/externo Medio en línea/externo
	Prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación de la condición de la fibra • Distinción de avería entre el equipo de transmisión y la red de fibra • Medición para localizar la avería en la fibra 	Prueba OTDR/de pérdidas Prueba OTDR/de pérdidas Prueba OTDR
	Control	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la fibra • Función de transferencia de la fibra • Interfaz con la base de datos de la planta exterior • Interfaz con el sistema de correspondencia 	Detección de la luz de identificación ^{b)} Conmutación ^{b)} Medio en línea/externo Medio en línea/externo
a) La luz de identificación es luz modulada a 270 Hz, 1 kHz o 2 kHz. b) La conmutación incluye la conmutación mecánica y manual.			

3.2 Longitud de onda

Es importante elegir la longitud de onda correcta. Específicamente, las funciones de mantenimiento deben realizarse sin interferir con las señales de transmisión de datos. En el cuadro 3 aparecen las longitudes de onda adecuadas para las funciones concretas.

Cuadro 3/L.40 – Selección de la longitud de onda

Categoría	Actividad	Funciones	Carácter
Mantenimiento preventivo	Vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de un aumento en las pérdidas de la fibra • Detección de un aumento en las pérdidas de potencia de la señal • Detección de la penetración de agua 	Longitud de onda de mantenimiento ^{a)} Longitud de onda de la señal Cualquier longitud de onda en fibras que no cursan señales
	Prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Medición para localizar averías en la fibra • Medición para determinar la distribución de tensiones en la fibra • Medición para localizar la penetración de agua 	Cualquier longitud de onda en fibras que no cursan señales Cualquier longitud de onda en fibras que no cursan señales Cualquier longitud de onda en fibras que no cursan señales
	Control	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la fibra • Función de transferencia de la fibra 	Longitud de onda de mantenimiento ^{a)} Ninguna
Mantenimiento tras la instalación antes de entrar en servicio o después de una avería	Vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz con el sistema de funcionamiento del trayecto • Interfaz con el sistema de funcionamiento del servicio del cliente 	Ninguna Ninguna
	Prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación de la condición de la fibra • Distinción de avería entre el equipo de transmisión y la red de fibra • Medición para localizar la avería en la fibra 	Cualquier longitud de onda Cualquier longitud de onda Cualquier longitud de onda
	Control	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la fibra • Función de transferencia de la fibra • Interfaz con la base de datos de la planta exterior • Interfaz con el sistema de correspondencia 	Cualquier longitud de onda Ninguna Ninguna Ninguna
a) Véase la "Recomendación sobre la longitud de onda de mantenimiento en fibras que transportan señales (UIT-T L.41)".			

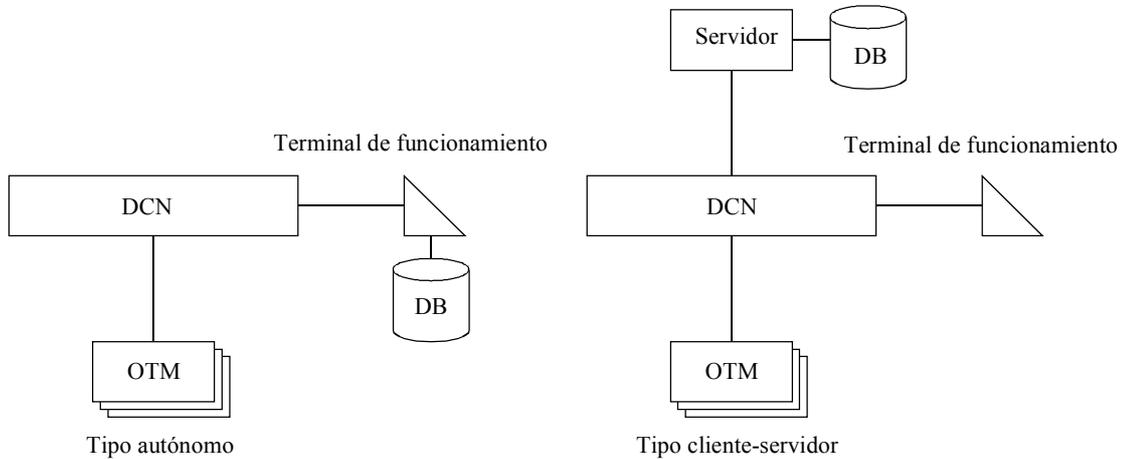
4 Arquitectura fundamental

4.1 Arquitectura general del sistema

Los sistemas (véase la figura 1) deben tener al menos un terminal de funcionamiento y un módulo de prueba óptica (OTM, *optical testing module*). El sistema mínimo consta únicamente de estos dos elementos. Este tipo de sistema es el más conveniente para las instalaciones iniciales. Un servidor

puede mejorar el comportamiento manteniendo la planta exterior, los resultados de las pruebas y las interfaces con otros sistemas. El servidor también puede controlar los OTM.

Existen varias opciones para la red de comunicación de datos (DCN, *data communication network*), incluido el servicio telefónico convencional, la RDSI y la X.25. El análisis del tráfico es importante para lograr un sistema económico de alta calidad.



DB Base de datos

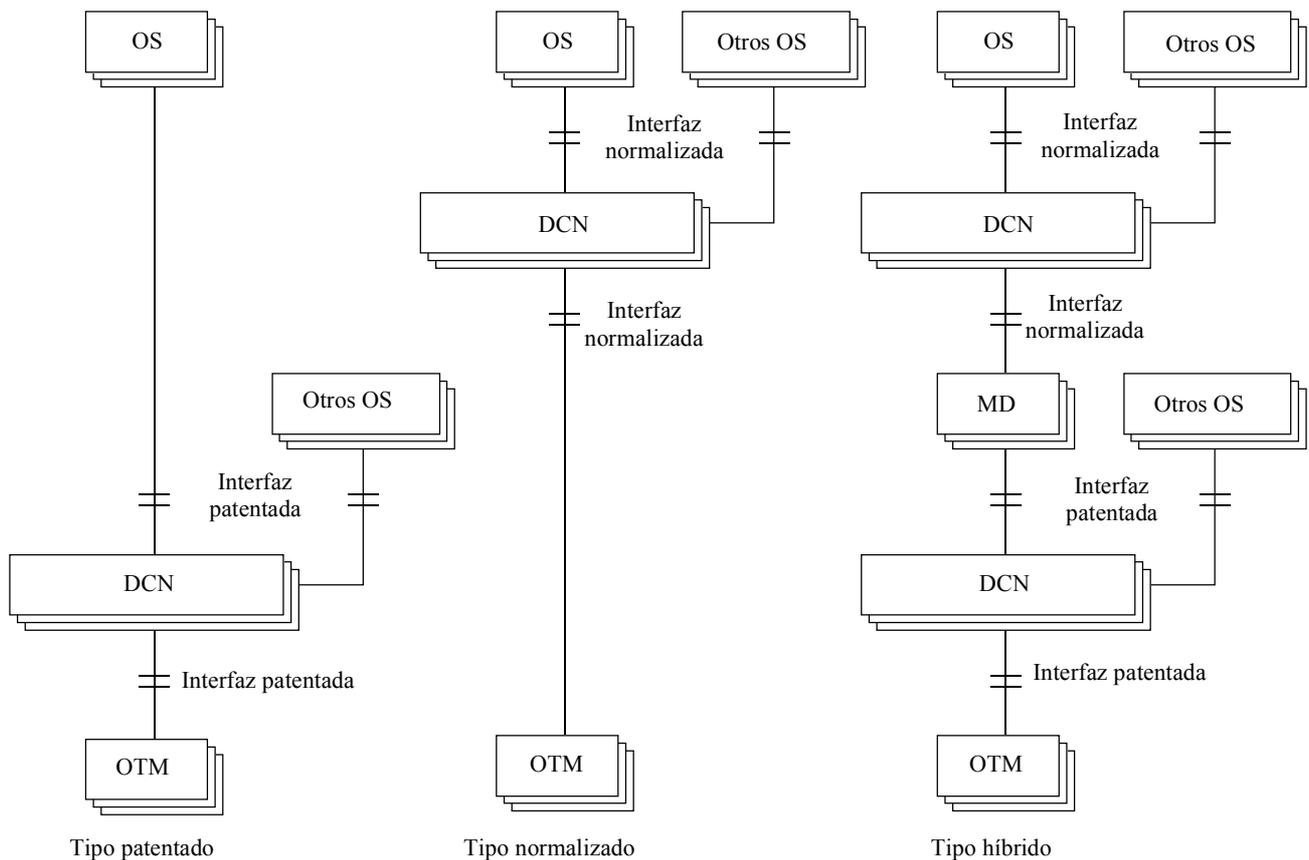
T0604740-00

Figura 1/L.40 – Arquitecturas del sistema

La figura 2 muestra las interfaces del sistema. Existen tres clases de interfaces entre un sistema operativo (OS, *operating system*), que se aplica a un terminal de funcionamiento o a un servidor, y un OTM. Una interfaz patentada es conveniente para los sistemas cerrados. Las interfaces normalizadas son útiles en los sistemas abiertos. También es posible utilizar un tipo híbrido.

El sistema debe tener interfaces con otros sistemas y ello puede lograrse de diversas formas, por ejemplo:

- 1) interfaz en línea normalizada;
- 2) interfaz en línea patentada;
- 3) un medio de almacenamiento externo, como por ejemplo un disco óptico magnético o un disco flexible.



T0604750-00

MD Dispositivo de mediación

Figura 2/L.40 – Interfaces del sistema

4.2 Módulo de prueba óptica (OTM)

El módulo de prueba óptica (OTM) consiste en un controlador, una unidad de prueba óptica (OTU, *optical testing unit*), selectores de fibra (FS, *fibre selectors*), acopladores ópticos, filtros, sensores de agua y unidades de trayecto.

- 1) El controlador regula la OTU, se comunica con el servidor o el terminal de funcionamiento, analiza los resultados de las pruebas y lleva a cabo algunas otras funciones.
- 2) La OTU se utiliza para efectuar la prueba real. Consta de un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR, *optical time domain reflectometer*) y otros instrumentos, fuentes de luz, medidores de potencia y un controlador para todos estos dispositivos.
- 3) Los selectores de fibra (FS) se instalan en un bastidor de terminación de fibras y/o en un bastidor de OTU. Su función consiste en seleccionar la fibra que va a probarse bajo las instrucciones de la OTU.
- 4) El acoplador óptico se instala en el bastidor de terminación de fibras. Su función consiste en inyectar y detectar una señal luminosa de prueba en la fibra óptica o detectar una parte de la señal a efectos de supervisión.
- 5) Se instala un filtro para proteger a los equipos de transmisión que pudieran resultar afectados por la señal luminosa de prueba.
- 6) Se instala un sensor de agua en los empalmes del cable de fibra óptica para detectar la penetración de agua.

- 7) Se utiliza una unidad de trayecto para establecer una ruta alternativa que evite al dispositivo de transmisión.

APÉNDICE I

Experiencia de Estados Unidos referente a la supervisión y pruebas de fibras ópticas a distancia

I.1 Introducción

Basada en la experiencia con clientes en Estados Unidos, muchos de los mayores proveedores de redes que proporcionan esencialmente servicios de telefonía local no utilizan sistemas de pruebas de fibras ópticas a distancia (RFTS, *remote fibre test systems*). Estas compañías utilizan alarmas de equipos de sistemas de transmisión con configuración en anillo y conmutación de protección. En respuesta a una alarma, el tráfico se conmuta a una fibra alternativa y, después de acudir a los análisis de mantenimiento patentados, se utiliza un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR) para determinar el lugar en que se produjo la ruptura del cable. Esas compañías disponen de datos históricos y de referencia para la localización de averías. Los proveedores de red que en su mayoría son de larga distancia utilizan en alguna medida sistemas de pruebas de fibra óptica a distancia en sus redes.

La gama de los RFTS se extiende desde sistemas de fibras ópticas básicos en vacío (es decir, sin tráfico de señal) para identificar y ubicar aproximadamente cortes de fibras, a sistemas más elaborados que pueden supervisar sistemas de trabajo, detectar degradaciones de la red y ubicar con exactitud averías en la fibra. Los RFTS se pueden controlar local o regionalmente, o en un centro de mantenimiento de un proveedor de red. En el caso del sistema de fibra en vacío, el propósito principal es disminuir el tiempo empleado para localizar averías y reducir así la interrupción del circuito. Los sistemas elaborados están integrados en el sistema operacional de supervisión de red que controla la transmisión, el equipo de conmutación y el RFTS. Esos sistemas también pueden determinar la degradación de la red de fibra óptica y la activación de alarmas sonoras antes que la red quede fuera del servicio.

I.2 Arquitecturas de la supervisión y pruebas de fibras ópticas a distancia

I.2.1 Sistemas de pruebas de fibras ópticas a distancia en vacío básicas

El sistema de prueba de fibras ópticas a distancia (RFTS) básico de una fibra en vacío que se ilustra en la figura I.1, está integrado por tres elementos. El primer elemento es una unidad de acceso de prueba óptica (OTAU, *optical test access unit*), que esencialmente es un conmutador óptico controlado a distancia. La dimensión de este conmutador depende de la cantidad de fibras sometidas a prueba. Un tamaño común es de 72 fibras pero se utilizan conmutadores más grandes. El conmutador conecta las fibras bajo prueba a la unidad de pruebas a distancia (RTU, *remote test unit*) (que es el segundo elemento), es decir, un OTDR controlado a distancia que proporciona la señal de prueba y efectúa mediciones de reflectometría óptica temporal. El tercer elemento es el controlador del sistema de pruebas (TSC, *test system controller*), que selecciona la fibra óptica sometida a prueba y opera la unidad de prueba a distancia. Esta arquitectura es típica de la supervisión de fibras en vacío de utilización actual en Estados Unidos. El sistema de operación de prueba puede estar integrado en un sistema operacional de vigilancia que utiliza soporte lógico patentado.

En un sistema autónomo, el TSC contiene una base de datos para las fibras sometidas a prueba que incluyen datos de las trazas del OTDR previo y datos geográficos relacionados de las rutas de fibras ópticas. En estos sistemas sólo se prueban fibras en vacío. El RFTS se puede utilizar como detector de averías basado en un proceso en el que los ciclos del TSC se conectan al mismo a través de cada fibra. Un TSC puede controlar múltiples unidades de prueba a distancia. Esto significa que un TSC

puede no detectar una ruptura de cable durante algún tiempo si la cantidad de fibras conectadas al mismo es muy grande y si las fibras de ese cable fueron probadas poco antes que se produzca la ruptura. El TSC se puede conectar a un sistema de operación de prueba que esté ubicado en un centro de mantenimiento en el que terminan otras alarmas de la red. Los operadores analizan aquí las alarmas que provienen del TSC y de otras fuentes, tales como alarmas de transmisión, determinan la causa del problema y obtienen una información de traza del OTDR a través del TSC antes de despachar la cuadrilla de reparación de la red. Si se recibe primero una alarma de transmisión, el sistema de operación de prueba puede interrumpir el ciclo de prueba y ordenar al TSC que efectúe una exploración de la fibra con una avería de transmisión.

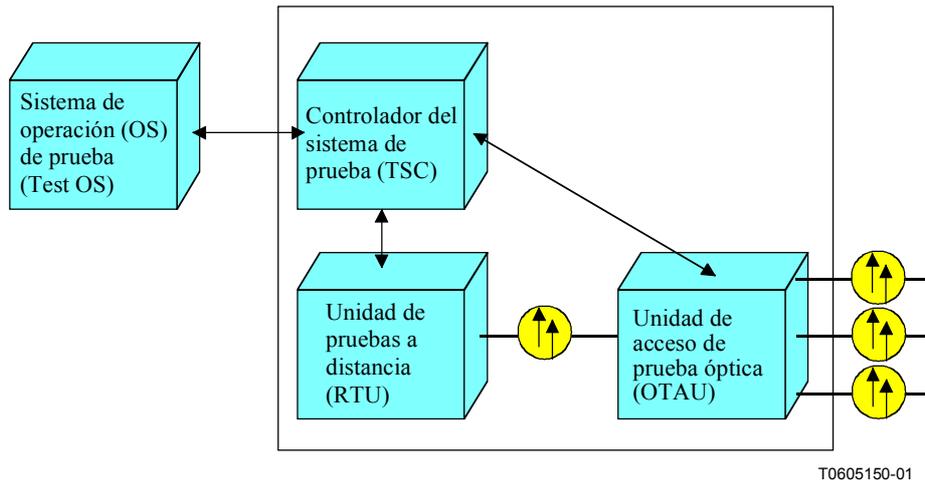


Figura I.1/L.40 – Sistema de prueba de fibra óptica a distancia (RFTS) básico de una fibra en vacío

Muchos de los sistemas que se utilizan en la actualidad son específicos del fabricante y no son compatibles con productos de otros fabricantes sobre la base de sistemas o componentes. Se han elaborado requisitos para los RFTS que superarán este problema en nuevos sistemas puestos en funcionamiento en Estados Unidos [1], [2] y [3].

La supervisión de fibras en vacío (es decir, sin tráfico de señal) únicamente, no puede asegurar la detección de averías que pueden ocurrir con fibras que tengan tráfico de señal. Por ejemplo, si en el cable se ha introducido agua y se produjo su congelación, algunas de las fibras en operación podrían experimentar fuertes pérdidas mientras que las fibras en vacío supervisadas no estarían afectadas. Este problema se puede solucionar con la supervisión de más fibras, en especial las fibras activas. Por supuesto, la cantidad de fibras supervisadas incrementa el costo, lo cual fija un límite práctico sobre la cantidad de fibras que se han de supervisar. Generalmente, se supervisa una o dos fibras por cable.

I.2.2 Sistemas de pruebas de fibras a distancia con supervisión y pruebas de fibras activas

La señal recibida o transmitida se puede supervisar continuamente y se puede aplicar una señal de prueba del OTDR, que está fuera de la banda de transmisión, en la fibra OSP sin interferencia con la transmisión colocando un dispositivo de multiplexión por división de longitud de onda entre el equipo de transmisión y la fibra OSP. La figura I.2 ilustra esta arquitectura y es representativa de los sistemas que se utilizan actualmente [4]. La complejidad del sistema depende de la función de gestión del RFTS que se trata en el punto I.2.3.

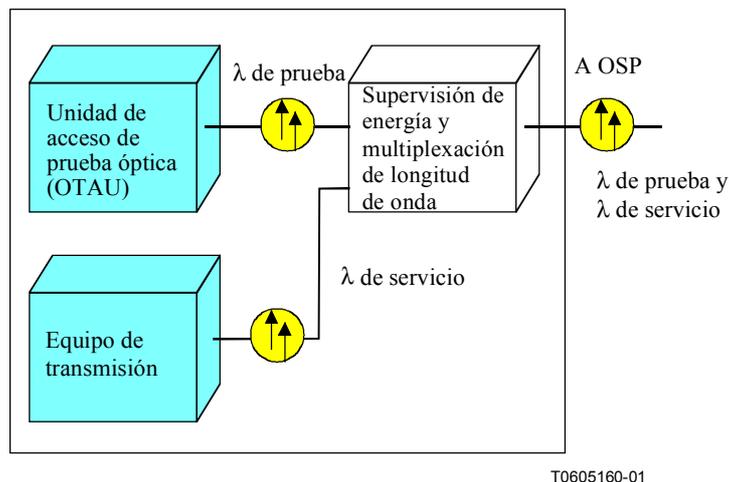


Figura I.2/L.40 – Supervisión de energía y multiplexión por división de longitud de onda y señal de prueba de reflectometría óptica temporal con transmisión de servicio

Con esta arquitectura hay una serie de beneficios:

- 1) La unidad de prueba a distancia sólo necesita ser utilizada para ubicar averías que son detectadas por la pérdida de energía de la señal.
- 2) La detección de pérdidas de la señal sería esencialmente instantánea; con la detección de la pérdida de energía, los circuitos de supervisión pueden señalar al controlador del sistema de prueba dirigir la unidad de prueba a distancia y a la unidad de acceso de prueba óptica efectuar una prueba y localizar la avería.
- 3) Las fibras activas y las fibras en vacío se pueden probar por lote.
- 4) La supervisión de energía, así como los datos de prueba del OTDR de rutina, se pueden utilizar para efectuar un mantenimiento activo. Puede soportar la detección de la degradación de la calidad de transmisión y observar la calidad de la fibra durante largos periodos de tiempo para la predicción de fallos.

I.2.3 Gestor del RFTS

El gestor del RFTS, generalmente un PC con soporte lógico de aplicación de fibra (FAS, *fibre application software*) especial, se comunica con el sistema de operaciones de supervisión (SOS, *surveillance operations system*) pero también puede tener acceso en forma local y directa desde el campo. El gestor del RFTS controla el equipo RFTS y almacena datos en las fibras supervisadas en su sistema, tales como puntos de referencias u otra información geográfica, trazas del OTDR, datos estadísticos, política de alarma, y supervisión y datos de prueba. Cuando se recibe una alarma, el gestor ordena al equipo RFTS (integrado por el controlador del sistema de prueba, unidad de prueba a distancia y unidad de acceso de prueba óptica) efectuar una prueba. El equipo procesa los datos de prueba y envía al sistema de operaciones de supervisión la ubicación de la avería relativa a los datos del punto de referencia útiles para las cuadrillas de reparación. Durante la rotura de un cable, el sistema de operaciones de supervisión recibe una información de alarma del equipo de transmisión, del equipo de conmutación de protección (si se utiliza este equipo) y del gestor del RFTS. Con algoritmos de correlación adecuada en el gestor del RFTS y en el sistema de operaciones de supervisión se escogerán las diversas alarmas y sólo una prevalecerá. En el caso de una rotura de cable la información de la alarma del RFTS con la ubicación necesaria de la avería permitirá despachar a la cuadrilla de reparaciones. La figura I.3 ilustra este proceso.

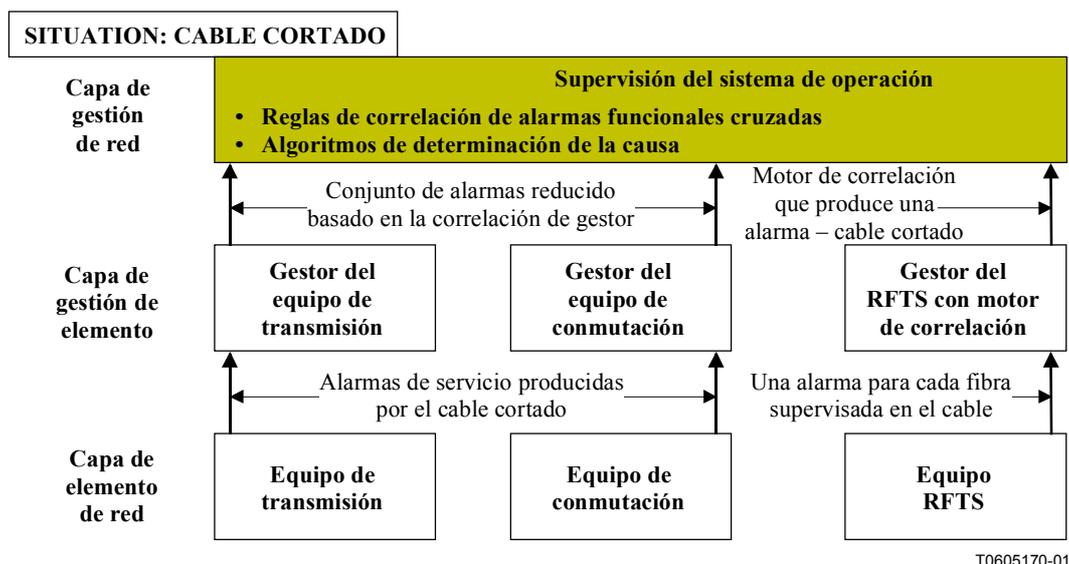


Figura I.3/L.40 – Jerarquía de mantenimiento de telecomunicaciones centrada en la correlación de alarmas

I.2.4 Alarmas

Para los sistemas más complejos, el soporte lógico de aplicación de la fibra proporciona un amplio conjunto de capacidades de alarma para alertar al personal de mantenimiento en cuestiones relacionadas con fibras. Las alarmas de fibra están prefijadas para detectar cambios en la característica del trayecto de la fibra asociada con pruebas de lotes comparativos o supervisión de energía. El sistema también proporciona información sobre alarmas asociadas con equipos y otras condiciones de fallos ambientales. Se puede tener acceso a toda información de alarma a través de listas de alarmas mantenidas por el gestor del RFTS. Asimismo, se puede programar previamente un sistema de radiobúsqueda para dar aviso en el caso de cuestiones de fibras o equipos.

I.2.4.1 Niveles de alarma

Típicamente, hay dos niveles de criticidad de alarma:

Alarma mayor – Alarma que se activa cuando hay un fallo de transmisión. Se puede producir cuando el controlador de potencia detecta una caída de energía por debajo de un umbral establecido o a través de una prueba en lotes. La prueba en lotes activa una alarma de este tipo cuando la pérdida en un evento es mayor que 3 dB (u otro umbral fijado por el usuario). Cuando esta alarma se activa se presume que hay una rotura de la fibra o se produjo un problema de criticidad similar. Una alarma mayor requiere la intervención del personal de mantenimiento y muy probablemente una operación en el terreno tal como la reparación del cable.

Alarma menor – Esta alarma se puede activar cuando la prueba del OTDR en lotes ha detectado que la fibra ha rebasado el valor umbral de la atenuación, coeficiente de atenuación, factor de reflexión, o se ha descubierto un nuevo evento. Un evento menor también se señala cuando el controlador de potencia detecta una señal por encima o debajo de la gama dinámica o cuando la potencia del láser no es estable. Las alarmas menores se deben tener en cuenta para controlar si la condición se va tornando progresivamente peor, pero no requiere la investigación inmediata en el lugar.

I.2.4.2 Alarmas del OTDR

Durante una prueba de reflectometría óptica temporal, se activan las alarmas cuando se rebasa un nivel de umbral predeterminado. Hay alarmas que se activan al rebasar los umbrales fijados para: pérdida de extremo a extremo, pérdida de un evento, reflexión de un evento, un nuevo evento,

modificaciones de un evento de la condición de no reflexión a reflexión, y modificaciones en el coeficiente de atenuación de la fibra. En el cuadro I.1 se indican los valores de los umbrales de alarma por defecto, determinados por la experiencia.

Cuadro I.1/L.40 – Valores umbrales de alarma por defecto típicos

Pérdida de extremo a extremo	Variación de 3,0 dB
Pérdida de evento	Variación de 0,5 dB
Reflexión de evento	5 dB
Nuevo evento	1,0 dB
Coefficiente de atenuación	0,5 dB/km
No reflexión a reflexión	>1,0 dB

I.2.4.3 Alarmas de potencia

Las alarmas de potencia se activan cuando el nivel de energía o la variación en el nivel de energía rebasa un umbral establecido. El umbral por defecto menor típico para el nivel de potencia es de 1,0 dB y el umbral por defecto mayor para el nivel de potencia es de 3,0 dB.

I.3 Conclusiones

Los proveedores de red en Estados Unidos sólo utilizan sistemas de pruebas de fibras ópticas a distancia (RFTS) para supervisar fibras en vacío únicamente o bien fibras en vacío y fibras activas. Los proveedores que no utilizan ningún RFTS confían en las alarmas de los equipos de transmisión, conmutación de protección, configuración en anillo, y trazas del reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR) con puntos de referencia para localizar la avería. El encaminamiento alternado a través de conmutación de protección y configuración en anillo permite disponer del tiempo necesario para la localización y el restablecimiento normales. Quienes utilizan supervisión de potencia y exploración de OTDR fuera de banda consideran que la información estadística y predictiva y el restablecimiento más rápido justifican los costos operativos adicionales de los sistemas de pruebas de fibras a distancia.

I.4 Referencias

- [1] *Generic Requirements for Remote Fibre Testing Systems (RFTSs)*, Telecordia, BR-GR 1295-Core Issue 02 2000-02-07.
- [2] *OTGR Section 6.6 TSC/RTS and OTAU Generic Requirements for Remote Optical Fibre Testing*, Telecordia, BR-GR 1309-Issue 01 1995/06.
- [3] *Generic Requirements for Fibre Optic Branching Components*, Telecordia, BR-GR 1209-CORE Issue 02 1998/02/01.
- [4] *A Next Generation Fibre Test and Surveillance System*, Lucent Technologies, ITU, COM 6-60E, Study Period 1997-2000.

APÉNDICE II

Sistema de soporte de mantenimiento y pruebas de la planta exterior de las redes de fibras ópticas

II.1 Resumen

La Recomendación UIT-T L.40 describe los requisitos fundamentales, los principios y la arquitectura con el objeto de elaborar una guía adecuada para el diseño de sistemas. Este apéndice presenta un sistema japonés que se deriva a la presente Recomendación.

II.1.1 Requisitos fundamentales

II.1.1.1 Funciones

En el cuadro II.1 se muestran las funciones del sistema japonés.

Cuadro II.1/L.40 – Funciones y carácter

Categoría	Actividad	Funciones	Carácter
Mantenimiento preventivo	Vigilancia (por ejemplo, pruebas periódicas, pruebas continuas)	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de un aumento en las pérdidas de la fibra • Detección de un aumento en las pérdidas de la potencia de la señal • Detección de la penetración de agua 	X X X
	Prueba (por ejemplo, pruebas de degradación de la fibra)	<ul style="list-style-type: none"> • Medición para localizar averías en la fibra • Medición para determinar la distribución de tensiones en la fibra • Medición para localizar la penetración de agua 	X Optativo X
	Control (por ejemplo, control del elemento de red)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la fibra • Función de transferencia de la fibra 	X Optativo
Mantenimiento tras la instalación antes de entrar en servicio o después de una avería	Vigilancia (por ejemplo, recepción de una alarma del sistema de transmisión o de un informe de averías del cliente)	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz con el sistema de funcionamiento del trayecto • Interfaz con el sistema de funcionamiento del servicio del cliente 	Optativo Optativo
	Prueba (por ejemplo, prueba tras la instalación, prueba tras una avería en la fibra)	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación de la condición de la fibra • Distinción de avería entre el equipo de transmisión y la red de fibra • Medición para localizar la avería en la fibra 	X X X
	Control (por ejemplo, instalación/repación/sustitución del cable)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la fibra • Función de transferencia de la fibra • Interfaz con la base de datos de la planta exterior • Interfaz con el sistema de correspondencia 	X Optativo X Ninguno

II.1.1.2 Interfaz

Este sistema puede controlarse a distancia por medios humanos o por otros métodos, y podrá incorporar terminales de funcionamiento con interfaces hombre-máquina.

Este sistema también podrá recopilar datos sobre las fibras exteriores a partir de la base de datos de la planta exterior y tendrá una interfaz con el sistema del servicio de cliente.

La interfaz se realiza en línea patentada y también será posible en un medio de almacenamiento externo como, por ejemplo, disco óptico magnético o disco flexible.

II.1.2 Principios de pruebas y mantenimiento

II.1.2.1 Métodos

Cuadro II.2/L.40 – Métodos de pruebas adecuados

Categoría	Actividad	Funciones	Métodos
Mantenimiento preventivo	Vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> Detección de un aumento en las pérdidas de la fibra Detección de un aumento en las pérdidas de potencia de la señal Detección de la penetración de agua 	Prueba OTDR Supervisión de la potencia Prueba OTDR
	Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> Medición para localizar averías en la fibra Medición para determinar la distribución de tensiones la fibra Medición para localizar la penetración de agua 	Prueba OTDR Prueba B-OTDR Prueba OTDR
	Control	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de la fibra Función de transferencia de la fibra 	Detección de la luz de identificación ^{a)} Conmutación mecánica
Mantenimiento tras la instalación antes de entrar en servicio o después de una avería	Vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz con el sistema de funcionamiento del trayecto Interfaz con el sistema de funcionamiento del servicio de cliente 	Medio en línea/externo Medio en línea/externo
	Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> Confirmación de la condición de la fibra Distinción de avería entre el equipo de transmisión y la red de fibra Medición para localizar la avería en la fibra 	Prueba pérdidas/OTDR Prueba pérdidas/OTDR Prueba OTDR
	Control	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de la fibra Función de transferencia de la fibra Interfaz con la base de datos de la planta exterior Interfaz con el sistema de correspondencia 	Detección de la luz de identificación Conmutación mecánica En línea Ninguno
^{a)} La luz de identificación es luz modulada a 270 Hz.			

II.1.2.2 Longitud de onda

Cuadro II.3/L.40 – Selección de la longitud de onda

Categoría	Actividad	Funciones	Longitud de onda
Mantenimiento preventivo	Vigilancia	• Detección de un aumento en las pérdidas de la fibra	1310/1550/1650
		• Detección de un aumento en las pérdidas de potencia de la señal	1310/1550
		• Detección de la penetración de agua	1550/1650
Mantenimiento preventivo	Prueba	• Medición para localizar averías en la fibra	1310/1550/1650
		• Medición para determinar la distribución de tensiones en la fibra	
		• Medición para localizar la penetración de agua	1550/1650
Mantenimiento preventivo	Control	• Identificación de la fibra	1550/1650
		• Función de transferencia de la fibra	Ninguna
Mantenimiento tras la instalación antes de entrar en servicio o después de una avería	Vigilancia	• Interfaz con el sistema de funcionamiento del trayecto	Ninguna
		• Interfaz con el sistema de funcionamiento del servicio de cliente	Ninguna
	Prueba	• Confirmación de la condición de la fibra	1310/1550/1650
		• Distinción de avería entre el equipo de transmisión y la red de fibra	1310/1550/1650
Prueba	• Medición para localizar la avería en la fibra	1310/1550/1650	
	Control	• Identificación de la fibra	1310/1550/1650
• Función de transferencia de la fibra		Ninguna	
• Interfaz con la base de datos de la planta exterior		Ninguna	
• Interfaz con el sistema de correspondencia		Ninguna	

NOTA – Véase UIT-T L.41 "Longitud de onda de mantenimiento en fibras que transportan señales".

II.1.3 Arquitectura fundamental

II.1.3.1 Arquitectura general del sistema

En la figura II.1 se muestra la arquitectura del sistema japonés.

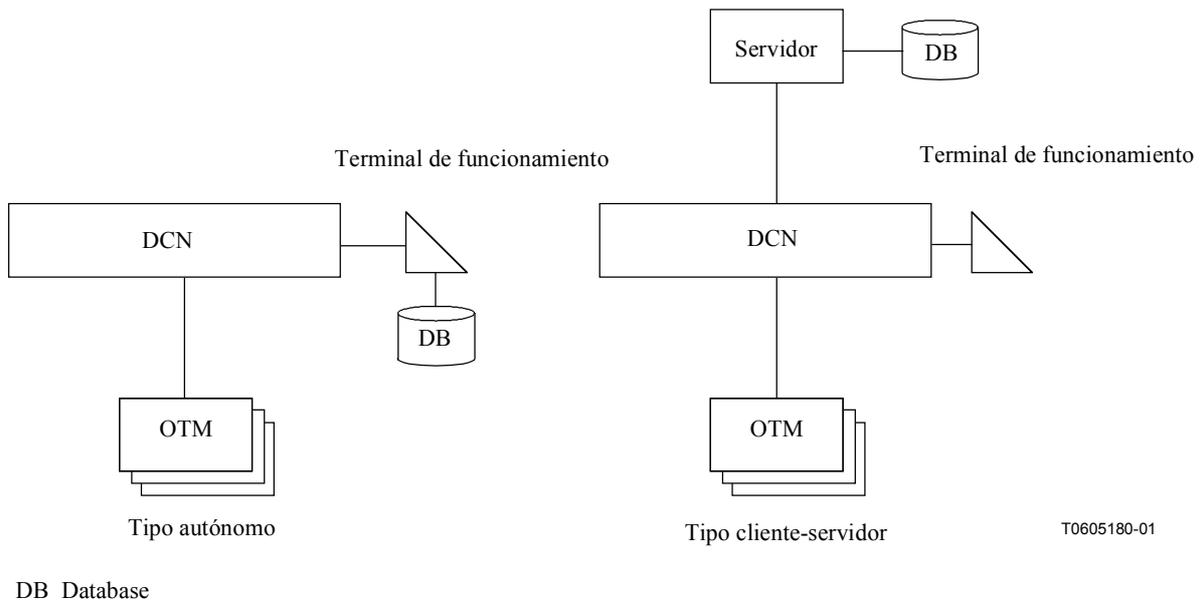


Figura II.1/L.40 – Arquitecturas del sistema

La figura II.2 muestra las interfaces del sistema japonés. El sistema tiene interfaces patentadas en línea con otros sistemas. También es posible un medio de almacenamiento interno como, por ejemplo, un disco óptico magnético o un disco flexible.

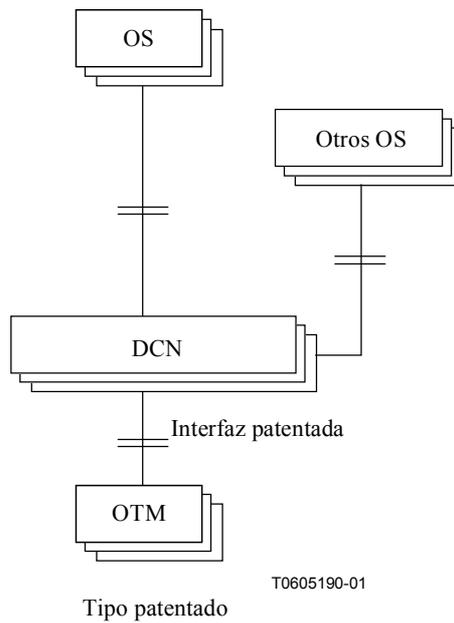


Figura II.2/L.40 – Interfaces del sistema

II.1.3.2 Módulo de prueba óptica (OTM)

El módulo de prueba óptica (OTM, *optical testing module*) del sistema japonés será conforme con la presente Recomendación.

II.2 Detalle del sistema

II.2.1 Objetivos

Los objetivos del sistema RFTS automático son: construcción, operación y mantenimiento eficientes del cable de fibra óptica. El sistema soporta las diversas tareas que intervienen en la construcción del cable de fibra óptica y la instalación en locales del cliente antes de que se pongan en servicio, y en el trabajo periódico de localización de averías y sustitución de fibras dentro del cable de fibra óptica mientras se encuentra en servicio.

II.2.2 Funciones del sistema

El sistema tiene las siguientes funciones:

- 1) Prueba de reflectometría óptica temporal a distancia, prueba de pérdida de sección e identificación de la fibra durante la construcción o instalación del cable de fibra óptica en locales del cliente.
- 2) Soporte para la localización de averías a distancia y reparación.
- 3) Prueba periódica de reflectometría óptica temporal para averías en la fibra.
- 4) Medición de pérdidas (prueba de reflectometría óptica temporal) antes y después de la sustitución de una fibra.

II.2.3 Configuración del sistema

El sistema está configurado como se describe a continuación.

- 1) Un servidor y una base de datos ubicada en la oficina administrativa para gestión del sistema.
- 2) Un terminal de operaciones instalado en el centro de operaciones de mantenimiento para el control a distancia de las operaciones de prueba.
- 3) Un módulo de equipo de prueba (TEM, *test equipment module*) utilizado para la medición real. Consta de instrumentos de medición, incluido un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR), una fuente luminosa y un controlador de los mismos.
- 4) Un bastidor de terminación de fibra (FTM, *fibre termination frame*) conecta un terminal del cable de fibra óptica en la oficina central.
- 5) En el FTM se instala un selector de fibras cuya función es la de seleccionar la fibra que se ha de someter a prueba conforme a una instrucción del TEM.
- 6) Un módulo de acceso de prueba (TAM, *test access module*) instalado en el FTM. Es un acoplador óptico cuya función es aplicar una señal luminosa de prueba en la fibra óptica.
- 7) Un filtro instalado en los locales del cliente que sirve para proteger el equipo de transmisión del cliente que no esté afectado por la señal luminosa de prueba y para localizar averías cercanas a las instalaciones del cliente mediante la detección de cambios en la reflexión del filtro.
- 8) Un sensor de agua instalado en las juntas de cable de fibra óptica para detectar filtraciones de agua.

El terminal de operaciones se conecta al TEM en la oficina central a través del servidor y las redes de comunicación de datos. Bajo la dirección del terminal de operaciones, el TEM controla el selector de fibras para seleccionar cualquiera de las fibras ópticas con el fin de efectuar los diversos tipos de pruebas. La señal luminosa de prueba que proviene del TEM se aplica al cable de fibra óptica por intermedio del TAM, posibilitando así la conducción de diversas pruebas.

El sensor de agua se instala en los empalmes del cable de fibra óptica para que sea posible detectar la inmersión de los empalmes en agua efectuando una prueba OTDR.

En instalaciones del cliente se coloca un filtro frente al transmisor de modo tal de bloquear la señal luminosa de prueba y evitar cualquier efecto en las líneas de comunicación, permitiendo así efectuar pruebas en servicio.

En la figura II.3 se describe la configuración general del sistema.

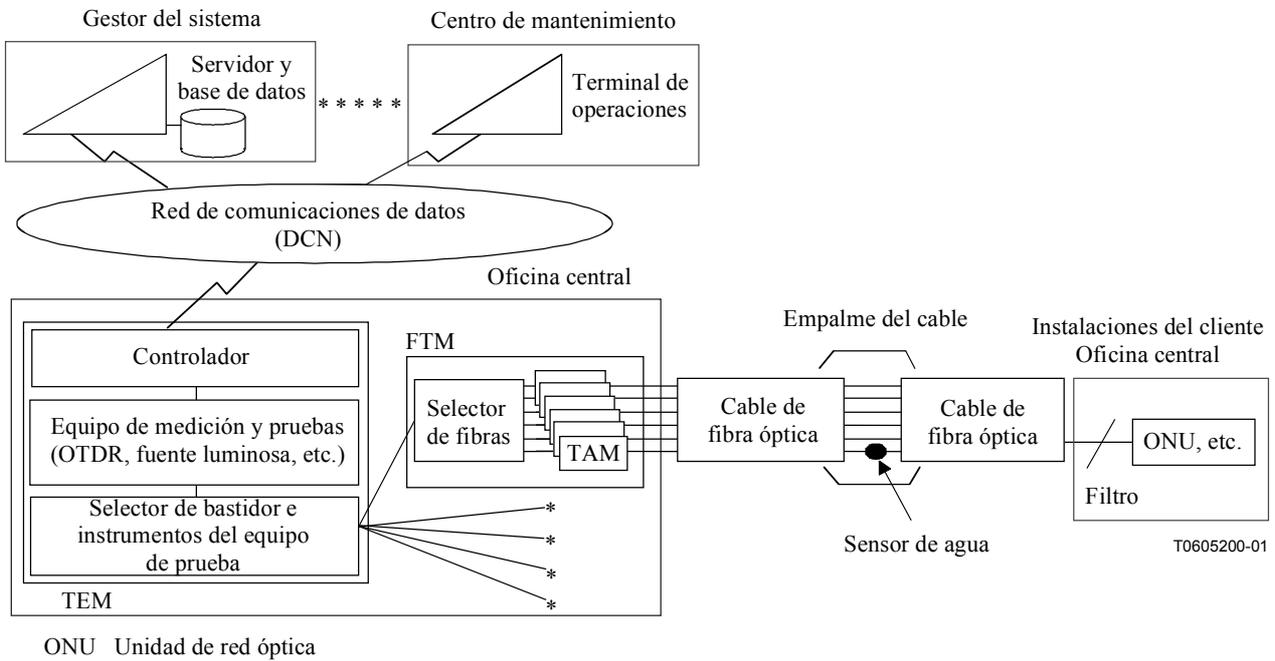


Figura II.3/L.40 – Configuración general del sistema

II.2.4 Visión del conjunto del sistema de control

El terminal de operaciones y el TEM se pueden comunicar a través de la red de comunicación de datos. Un terminal de operaciones puede controlar múltiples TEM y, a su vez, un TEM puede controlar múltiples selectores de fibras.

En la figura II.4 se muestran las características generales del sistema de control.

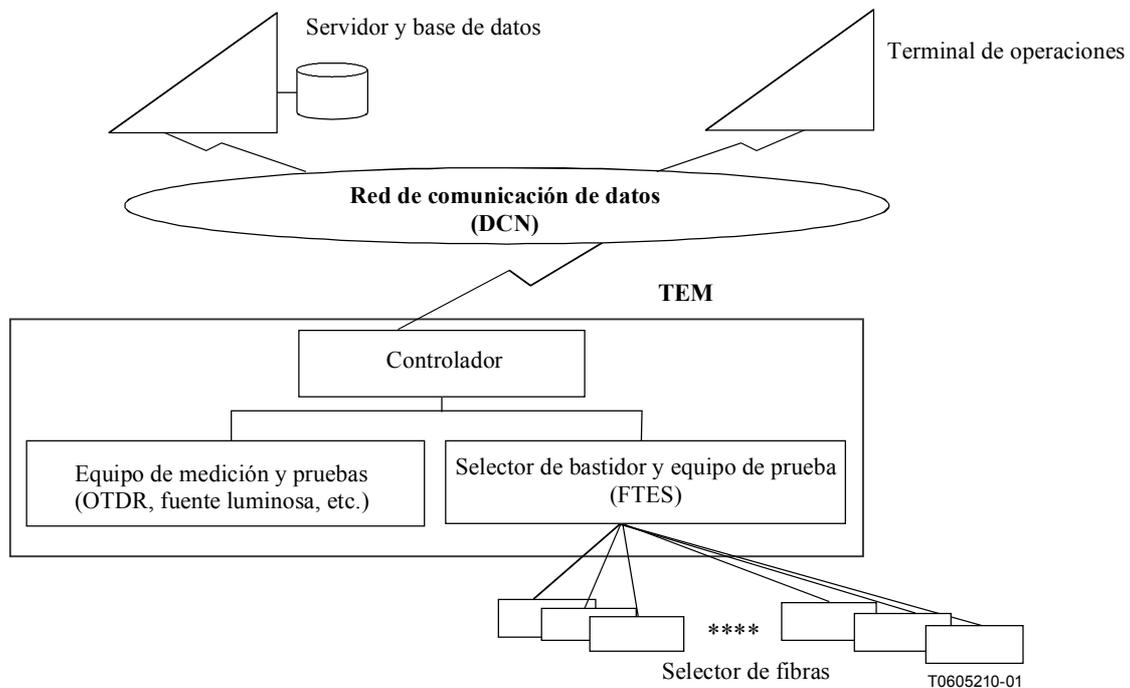


Figura II.4/L.40 – Sistema de control

II.2.5 Principios de medición y pruebas

II.2.5.1 Prueba OTDR

En la prueba OTDR, se aplica a una línea de comunicación una señal luminosa de prueba procedente del módulo del equipo de prueba a través del TAM para determinar el estado de la sección del cable óptico. La fuente luminosa de prueba se bloquea en las instalaciones del cliente mediante un filtro para que no afecte a las comunicaciones de éste.

En la figura II.5 se da una visión general de la prueba OTDR.

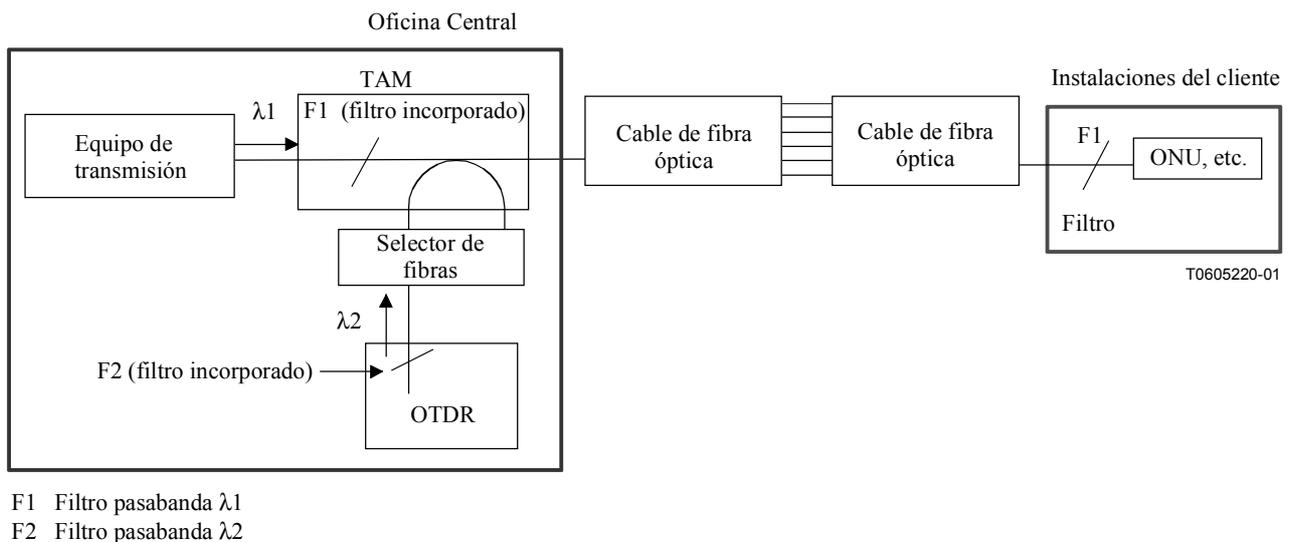


Figura II.5/L.40 – Prueba OTDR

II.2.5.2 Prueba de pérdida de sección

Se aplica a la línea de transmisión una señal luminosa de prueba procedente del TEM para la medición de pérdidas a través del TAM y su energía óptica se mide con un medidor de potencia óptica portátil sea en el terminal en las instalaciones del cliente o bien en un empalme intermedio del cable.

En la figura II.6 se muestran las características generales de la prueba de pérdida de sección.

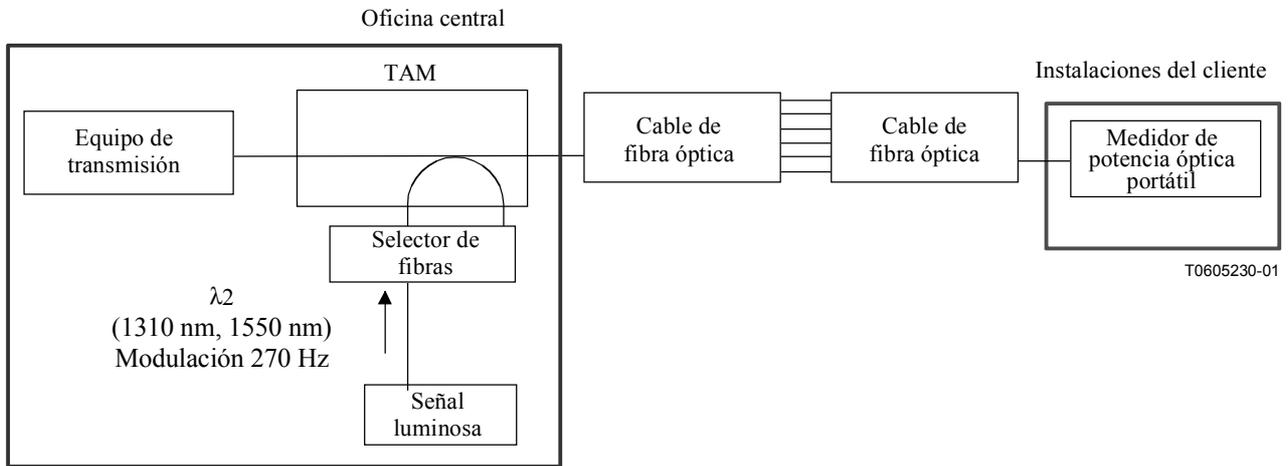
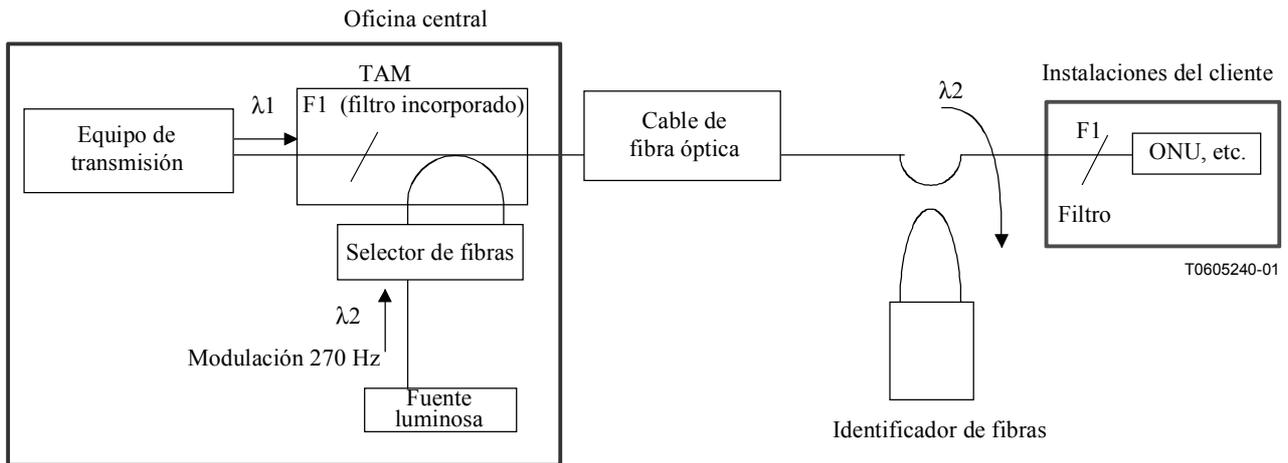


Figura II.6/L.40 – Prueba de pérdidas de sección

II.2.5.3 Identificación de la fibra

La señal luminosa se aplica a la fibra en servicio a través del módulo de acceso de prueba (TAM) y un identificador de fibras detecta las dispersiones de la señal luminosa.

En la figura II.7 se da una visión de conjunto para la identificación de fibras.



F1 Filtro pasabanda λ_1

Figura II.7/L.40 – Identificación de fibras

II.2.5.4 Supervisión de la potencia óptica

El módulo de acceso de prueba (TAM) divide una señal luminosa de comunicación (1310 nm/1550 nm) entre el equipo transmisor y una ONU y se mide su potencia óptica para comprobar el estado de la sección interna del cable óptico.

En la figura II.8 se da una visión general de la comprobación de potencia óptica.

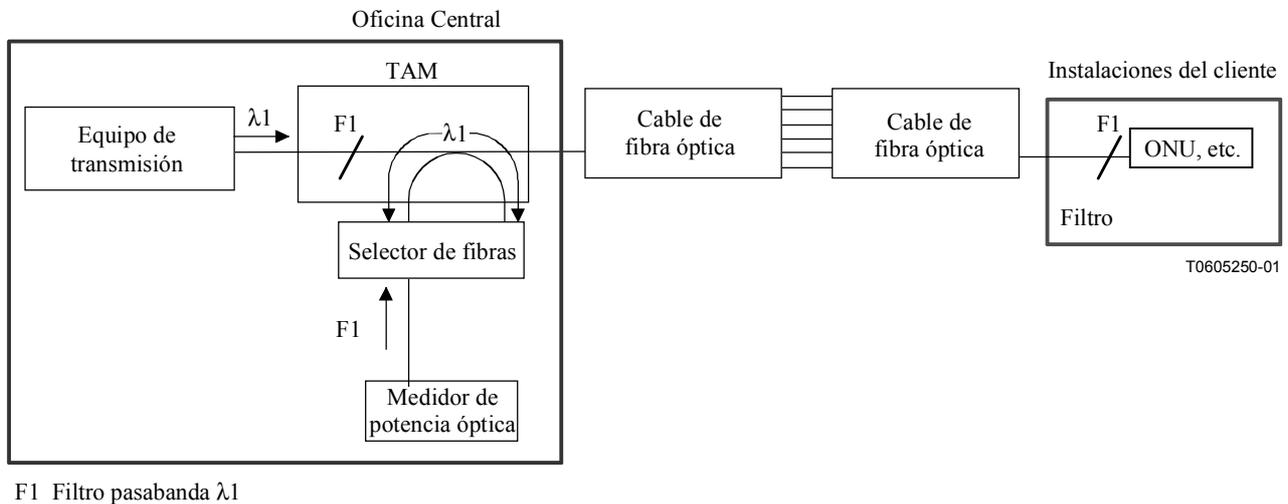


Figura II.8/L.40 – Supervisión de la potencia óptica

II.3 Condiciones obligatorias

Este sistema deberá poder medir las siguientes facilidades.

II.3.1 Configuración de la red

Este sistema está diseñado para comprobar redes de acceso óptico y redes interurbanas.

Las topologías sometidas a prueba de la red de acceso serán la configuración en estrella simple, la configuración en estrella doble pasiva, y la configuración en anillo (anillo de cable y anillo SDH). Si se instala un divisor óptico fuera de la oficina central, la configuración en estrella doble pasiva se podrá probar hasta el divisor.

La topología sometida a prueba de la red interurbana será la configuración en estrella simple.

II.3.2 Capacidades

Los componentes del sistema serán aptos para dar cabida a los equipos que se indican a continuación.

- 1) El servidor dará cabida a 100 000 fibras ópticas.
- 2) El módulo de equipo de prueba dará cabida a 10 000 fibras ópticas como máximo.
- 3) El bastidor de terminación de fibras dará cabida a 2000 fibras ópticas como máximo para redes de acceso y 600 fibras ópticas como máximo para redes interurbanas.
- 4) El selector de fibras dará cabida a 2000 fibras ópticas como máximo para redes de acceso y 600 fibras ópticas como máximo para redes interurbanas.

II.3.3 Longitud de onda de prueba

Será posible efectuar las siguientes pruebas en las longitudes de onda especificadas a continuación para cada una de ellas.

- | | | |
|----|------------------------------|----------------------------|
| 1) | Prueba OTDR | 1310 nm, 1550 nm y 1650 nm |
| 2) | Prueba de pérdida de sección | 1310 nm y 1550 nm |
| 3) | Identificación de fibras | 1550 nm y 1650 nm |

II.3.4 Gestión de datos del sistema

El sistema deberá almacenar datos para ser utilizados en el sentido de la prueba a distancia y confirmación de resultados de la prueba.

II.3.4.1 Datos para ser usados en la prueba

El sistema será capaz de almacenar los ítems de datos enumerados a continuación:

- 1) Nombre de la oficina central.
- 2) Nombre del cable.
- 3) Número de la fibra.
- 4) Longitud del cable.
- 5) Punto de empalme.
- 6) Información adicional (por ejemplo, nombre de la cámara de inspección, número del servicio).

II.3.4.2 Resultados de la prueba

El sistema será capaz de almacenar los resultados de una prueba OTDR y una prueba de pérdida de sección para cada fibra óptica.

II.3.4.3 Mediciones de pérdidas y reflexión

El sistema determinará conforme a la prueba OTDR la ubicación de una junta de cable y distinguirá si la junta es un empalme soldado o un conector. Calculará la pérdida y mostrará el resultado en la pantalla del terminal de operaciones.

El sistema comparará la pérdida y reflexión de acoplamiento calculadas con referencia a los valores para cada tipo de conexión especificados en el sistema. Si la pérdida de acoplamiento calculada es mayor que los valores de referencia, el sistema enviará una indicación de aviso que se verá en la pantalla del terminal de operaciones.

El sistema podrá presentar en pantalla los resultados de las mediciones junto con los resultados almacenados de las pruebas.

II.3.5 Interfaz

II.3.5.1 Interfaz entre el servidor y el terminal de operaciones y entre el servidor y el módulo del equipo de prueba

La interfaz entre el servidor y el terminal de operaciones, y entre el servidor y el módulo del equipo de prueba, empleará redes de comunicación de datos, por ejemplo, RDSI.

II.3.5.2 Interfaz entre el servidor y otros sistemas

El servidor podrá obtener datos de la planta exterior del sistema de base de datos de la planta exterior a través de redes de comunicación de datos.

APÉNDICE III

Sistema de soporte del mantenimiento y pruebas para la planta exterior de las redes de fibras ópticas

Resumen

Este apéndice, basado en la experiencia italiana y en información recopilada de operadores europeos, se refiere a los beneficios ofrecidos por un sistema de supervisión de cable de fibra óptica basado en el principio de supervisión continua de la atenuación. El propósito es describir los requisitos, la arquitectura del sistema y las características de la interfaz de usuario gráfico (GUI) de este tipo de sistema de supervisión de cable óptico.

III.1 Introducción

Los sistemas de supervisión basados en el principio de reflectometría óptica temporal (OTDR) podrán efectuar mediciones periódicas del coeficiente de atenuación de las fibras ópticas y, cuando están integrados con alarmas de equipos de transmisión, podrán enviar inmediatamente mensajes de datos de localización de averías en el caso de daños en un cable.

Otros sistemas de supervisión, a través de la supervisión continua del nivel de potencia recibido en el terminal de la fibra óptica (ubicado inmediatamente antes del equipo de recepción), podrá recopilar datos de nivel de potencia almacenados y proporcionar la detección inmediata de averías en la fibra a través de la activación de una función OTDR cuando la potencia controlada disminuye por debajo de un determinado nivel.

Estos dos sistemas están diseñados para reducir al mínimo la interrupción del servicio así como las pérdidas económicas a través de la ubicación inmediata de fallos en la generación de alarmas y, en diferentes grados, tienen como objetivo la predicción de fallos debido a la degradación de las características de la fibra.

El objetivo de este apéndice, basado en soluciones prácticas de la experiencia italiana, es el de suministrar una descripción de un método integrado y completo para la supervisión de la red de cables ópticos a fin de mejorar las capacidades del mantenimiento preventivo del recurso más valioso de la red, es decir, la fibra óptica, añadiendo a las soluciones ya indicadas la integración de la supervisión continua de la atenuación en la fibra óptica.

III.2 Escenario

Las actividades comerciales de la fibra óptica están evolucionando rápidamente en el mundo entero y, por tanto, surgen nuevos escenarios.

En relación con el mantenimiento de la planta exterior, se tendrán en cuenta no sólo los operadores de red establecidos sino también los nuevos operadores que pueden tener necesidades y perspectivas diferentes con respecto a la gestión de cables de fibra óptica.

Para tener un esquema de referencia, en el cuadro III.1 se enumeran los operadores más importantes y sus perspectivas.

Cuadro III.1/L.40 – Operadores y perspectivas para el mantenimiento de la planta exterior

Operadores	Perspectivas
Operadores de red establecidos	<p>Tarea principal: transporte del tráfico de servicio.</p> <p>Proporcionan operación y mantenimiento de sus propias redes ópticas.</p> <p>Son propietarios de los sistemas de transmisión y de los cables de fibra óptica.</p> <p>Su objetivo principal es obtener una mejor calidad de las actividades de mantenimiento con costos reducidos.</p>
Nuevos operadores (por ejemplo, servicios – suministro de gas, agua y energía – ferrocarriles y autopistas)	<p>Principal actividad de telecomunicaciones: aprovisionamiento de servicios (IP, anchura de banda o fibra en vacío).</p> <p>Poseen una infraestructura óptica ya instalada, pero están comenzando con el aprovisionamiento/venta de servicios de telecomunicaciones, incluido el arrendamiento de fibras en vacío.</p> <p>A menudo no tienen una organización de mantenimiento adecuada apta para gestionar completamente la planta exterior y pueden decidir contratar a terceros para efectuar las actividades de mantenimiento.</p> <p>Con relación al arrendamiento de fibras en vacío, se deberá establecer un contrato en el que los parámetros de disponibilidad del portador se incluyen en un acuerdo sobre el nivel físico del servicio.</p>
Compañías de instalación y mantenimiento	<p>Objetivo principal: instalación, puesta en servicio, supervisión y reparación de servicios.</p> <p>Suministran estos servicios a operadores nuevos y establecidos, y garantizan una calidad definida de los servicios de instalación y mantenimiento.</p> <p>El objetivo principal es satisfacer los requisitos de los contratos referentes a parámetros tales como "tiempo necesario para localizar", "tiempo necesario para reparar", que se están haciendo cada vez más rigurosos.</p>

Para todas las categorías enumeradas anteriormente, el método del mantenimiento preventivo es muy importante especialmente en un mercado cada vez más competitivo, donde la calidad del servicio puede constituir una ventaja comercial.

III.3 Beneficios de la supervisión continua de la atenuación

Con referencia al mantenimiento preventivo, cuyos principios se describen en UIT-T L.25, la supervisión continua de la calidad de funcionamiento de las fibras ópticas (basada en la detección de la atenuación a través de la medida de una fracción de la potencia óptica que fluye por la fibra) proporciona los beneficios siguientes:

- **Capacidades de detección de averías/anomalías completa**

Se detectan todos los fenómenos de degradación que producen un aumento de las pérdidas, independientemente de su naturaleza y duración, que pueden afectar, en primera aproximación, al servicio SDH o DWDM. Esta característica permite un importante ahorro de costos: en realidad, cuando la degradación empeora las actividades de reparación son más completas, en particular cuando los primeros avisos de alarma de una posible situación crítica constan de efectos transitorios (por ejemplo, fuertes vibraciones en los empalmes) que no se detectan con las mediciones periódicas.

Hasta el 20% de las averías evitables muestran una etapa inicial donde las anomalías se pueden detectar completamente sólo mediante la supervisión continua de la atenuación.

- **No intrusividad**

La supervisión continua del tráfico en servicio basado en la puesta en derivación y medida de una pequeña fracción de la señal, evita la utilización de impulsos externos de alta potencia óptica que serían insertados en la fibra en diferentes longitudes de onda. Los OTDR son necesarios para la función de localización de eventos cuando ocurre un problema, pero no se deben utilizar para actividades de rutina, debido a su posible característica intrusiva y los requisitos operacionales de multiplexión por división de longitud de onda y filtros ópticos.

En particular, si se aplica la supervisión continua, el OTDR se puede utilizar solamente en un subconjunto de fibras (típicamente fibras en vacío) con una cobertura estadística de todos los eventos de cables: se estima que una fibra por ranura/tubo interno puede destacar un promedio de más del 90% de averías repentinas (cortes de cables), reduciendo los costos del sistema y garantizando la seguridad del servicio con respecto al fenómeno de intermodulación. Esto es muy importante, teniendo en cuenta que los nuevos sistemas de transmisión emitirán señales de potencias más elevadas y espectro ensanchado.

- **Localización de averías en tiempo real**

La supervisión continua de la atenuación de la fibra garantiza la activación inmediata de la medición de ubicación con el OTDR, de una manera mucho más fiable y rápida que cualquier otra técnica de medición, que trata de solucionar la respuesta de averías en tiempo real mediante la integración de contactos de alarma en el relevador de equipo. Teniendo en cuenta que los contactos de alarma de un relevador proporcionan generalmente una información muy pobre acerca de la fibra con fallos, la integración entre el equipo del sistema de soporte de mantenimiento del cable puede ser complicada y el ciclo de vida de la tecnología de transmisión es bastante más breve que la vida útil de la fibra óptica OSP; de modo tal que un sistema autónomo que proporciona reacciones más rápidas con las averías sería una mejor solución aun cuando estuvieran en funcionamiento los esquemas de protección SDH y DWDM. En Europa, los clientes muestran un gran interés en obtener una separación inmediata y fiable entre la competencia de cable o la responsabilidad del equipo en la ocurrencia de la avería, y, asimismo, fijan requisitos en términos de tiempo para localización, para las actividades de mantenimiento después de la avería, que pueden ser internas o externas al personal. Se estima que la identificación de un problema en la red óptica, efectuado por un sistema de soporte de mantenimiento preventivo basado en la supervisión continua de la atenuación, ahorrará más de una hora que los sistemas basados en mediciones periódicas, no integrados con las alarmas de servicio. La localización de averías en tiempo real basada en la supervisión continua de la atenuación es aún más importante para terceras compañías que proporcionan servicios de instalación y mantenimiento a los propietarios de la infraestructura óptica. Pueden proporcionar mejor servicio y menores tiempos de interrupción si son completamente independientes en la supervisión de la red óptica. Algunos contratos recientes de mantenimiento de la red óptica establecen que el proveedor de mantenimiento garantizará que en un tiempo menor de tres horas alcanzará el punto con fallos, a veces sin visibilidad en los parámetros de calidad de transporte disponibles para el operador de la red a través del sistema de gestión de transmisión. La supervisión continua de la atenuación les permite anticipar las notificaciones de alarma de operadores de red y respetar el contrato de mantenimiento con menor inversión en la cuadrilla de mantenimiento en el terreno.

- **Control de calidad del arrendamiento de fibras en vacío**

Conforme a la tendencia del mercado de Estados Unidos, el mercado europeo de arrendamiento de fibras en vacío está adquiriendo importancia, pues una serie de nuevos operadores adquirió fibras en vacío para obtener una red óptica operativa, evitando problemas y tiempos prolongados para la instalación de la planta exterior. La supervisión continua y no intrusiva de la atenuación puede representar la manera más conveniente para

que los titulares de las fibras en vacío se aseguren de la rentabilidad de sus activos y celebren contratos SLA, que incluye las penalidades previstas cuando no se alcanza la "disponibilidad del portador". Esto es muy importante pues los nuevos operadores no pueden, por lo general, efectuar ninguna hipótesis cuando el cliente ha de transportar información en sus fibras ópticas y no les gustaría tener que fiarse de las quejas de los clientes para determinar esta situación. Asimismo, la supervisión de la atenuación representa una opción de valor agregado (y, por tanto, una ventaja competitiva) en la oferta de fibra en vacío.

En el cuadro III.2 se muestra la correlación entre los operadores y los beneficios básicos de la supervisión continua de la atenuación.

Cuadro III.2/L.40 – Correlación entre operadores y beneficios básicos de supervisión

	Capacidades de detección completa de la avería/anomalía	Prueba no intrusiva	Localización de averías en tiempo real	Control de calidad de la fibra en vacío, arrendada
Operadores de red establecidos	Importante	Importante	Importante	–
Nuevos operadores/proveedores de fibras en vacío	Importante	Importante	Importante	Muy importante
Compañías de instalación y mantenimiento	–	Importante	Vital	–

III.4 Principios básicos del sistema de supervisión de cable óptico

El sistema de supervisión de cable óptico propuesto en este apéndice se basa en el concepto fundamental de la supervisión continua de la atenuación óptica.

La atenuación se calcula con la medición de los niveles de potencia óptica en ambos extremos de la fibra óptica, antes del equipo de transmisión, y se calcula la pérdida de potencia pertinente. La atenuación representa el parámetro clave de la calidad de funcionamiento de la fibra óptica, debido a que la degradación de la atenuación de la fibra es la amenaza más peligrosa de la rentabilidad de la inversión más importante en redes ópticas.

La supervisión continua de la atenuación de las fibras fuera de servicio (fibras en vacío) o en servicio (fibra con tráfico de señal) (en este último caso sin afectar el tráfico de servicio) permite la vigilancia en todo momento de este parámetro esencial, mediante la introducción de capacidades completas de detección de todo tipo de efectos de degradación, cualquiera sea su naturaleza y duración. En particular, se pueden detectar las variaciones o fluctuaciones de pérdidas de potencia óptica casuales y periódicas, aun de muy corta duración, y se puede efectuar un análisis preciso del problema antes que se produzca la activación de la alarma del equipo de transmisión con el consecuente acuse de recibo de usuario.

Asimismo, la supervisión continua de la atenuación óptica puede activar automáticamente una función OTDR para efectuar la localización de averías y degradación cuando se detecta una pérdida de potencia repentina a lo largo del cable.

III.5 Requisitos del sistema de supervisión del cable óptico

El sistema de supervisión del cable óptico integrado se diseñará conforme a un principio general de transparencia completa con relación a la red óptica que se ha de supervisar.

En particular, considerando la previsión del perfeccionamiento de la calidad de uno o más equipos de transmisión durante la vida útil esperada del cable óptico (25-30 años) y la tendencia de evolución actual en la tecnología de transmisión óptica, un sistema de supervisión de cable óptico debe garantizar la transparencia sobre toda la banda óptica disponible. De esta manera el sistema de supervisión instalado no fijará limitaciones en las ventanas de operación que la tecnología de la transmisión óptica demandará en el futuro a la fibra óptica instalada.

En relación con los **objetivos de mantenimiento**, los más importantes son:

- una clara separación entre el equipo de transmisión y la responsabilidad de la gestión de cables ópticos; en particular, en lo que respecta a las fibras arrendadas, una clara distinción de responsabilidad entre los propietarios del cable y los arrendatarios de la fibra;
- la disponibilidad de una herramienta de certificación del nivel de calidad de la fibra, donde se define el límite entre operadores o entre un cliente y un operador;
- sistema independiente de las alarmas de los equipos;
- suministro de un medio fácil de utilizar para obtener la indicación de efecto de degradación en tiempo real en la red óptica, con el objeto de ayudar a los operadores a efectuar un proceso de mantenimiento preventivo efectivo;
- suministro de un medio fácil de utilizar para la identificación y la localización de averías precisa en tiempo real, para apoyar a los operadores en la activación de los procedimientos de mantenimiento correctivo;
- suministro de un medio de análisis de tendencias completo, apto para obtener continuamente datos de calidad de funcionamiento de la red óptica; estos datos se pueden utilizar para la evaluación de:
 - rentabilidad potencial de las redes de cables de fibra óptica;
 - calidad de los materiales;
 - procedimientos de instalación.

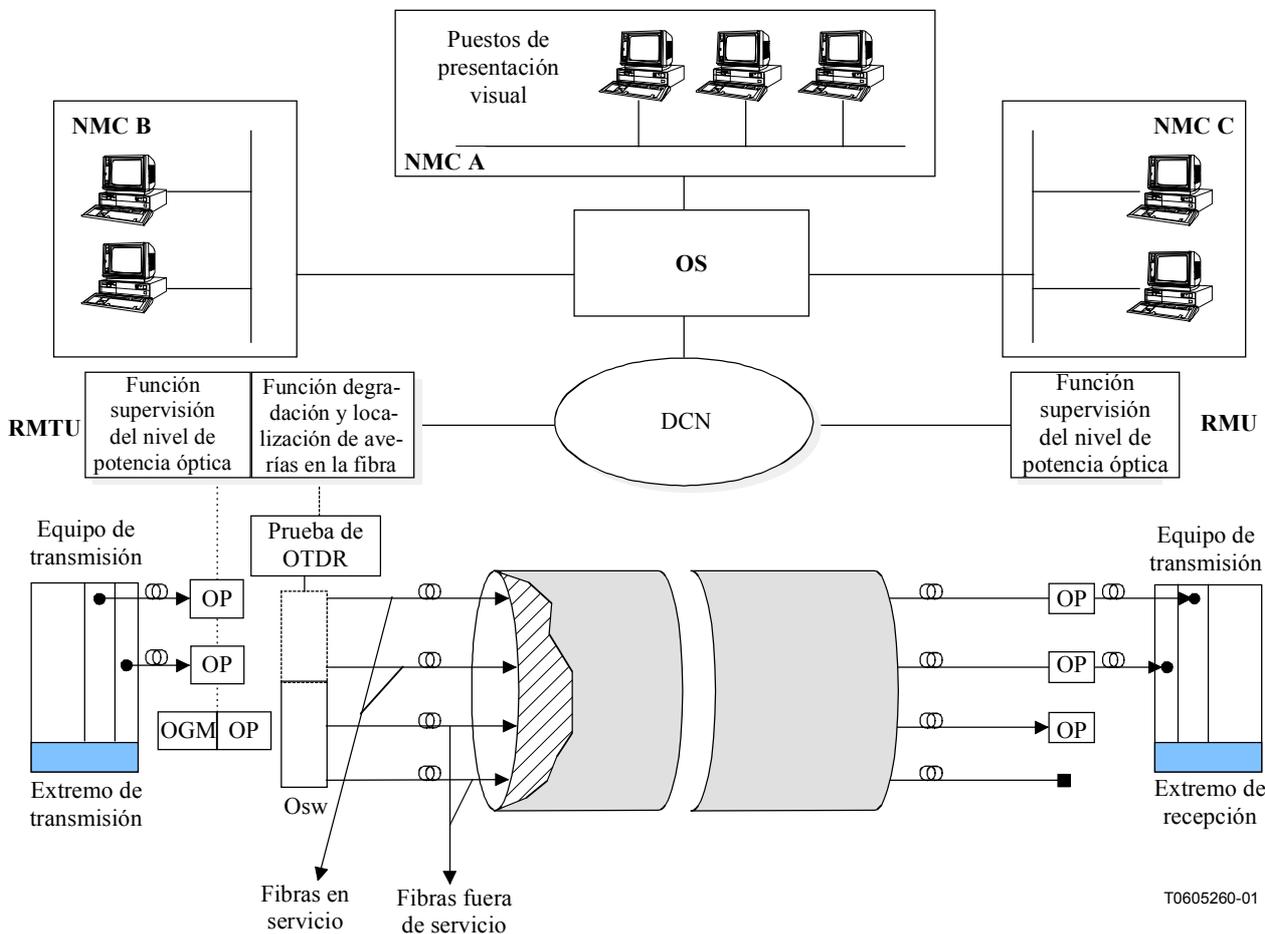
Las **características principales** del sistema de supervisión de cable óptico que permiten la realización de los objetivos de mantenimiento mencionados son las siguientes:

- **supervisión no intrusiva** del tráfico de servicio, debido al diseño de una sonda óptica completamente pasiva: la no perturbación es una característica esencial del sistema de supervisión, especialmente cuando no se permite a los titulares de cables adoptar un procedimiento de supervisión basado en OTDR en las fibras en servicio (por ejemplo, fibras arrendadas);
- **sensibilidad** a efectos de degradación aun muy rápidos, que pueden tener una influencia negativa a largo plazo en la calidad de la fibra óptica (por ejemplo, vibraciones mecánicas debidas al tráfico vehicular o ferroviario);
- **informe de alarma en tiempo real**: los sucesos que superan un umbral de atenuación y potencia óptica se detectan e informan inmediatamente a la interfaz de presentación del sistema, con el objeto de aprovechar totalmente las capacidades de mantenimiento preventivo;
- **activación automática de la medición con OTDR** cuando se informa de un suceso de rebasamiento de umbral referido a una variación de la atenuación, a fin de obtener un tiempo de localización mínimo frente a un fallo o anomalía repentina;
- **almacenamiento permanente de resultados de supervisión** y trazas de referencia de fibra, para permitir un análisis intenso de la tendencia de atenuación de la fibra óptica;
- **modularidad y facilidad de instalación** de sondas ópticas en los cables de fibras ópticas;
- **eficacia en función de los costos del sistema** con respecto a diferentes topologías de red, desde redes interurbanas a redes de acceso y fibras arrendadas;

- **escalonamiento** en términos de cantidad de elementos de red gestionados y de funciones disponible.

Arquitectura del sistema

La figura III.1 muestra la configuración general del sistema.



- OGM** Módulo de generación óptica
- OP** Sonda óptica
- Osw** Conmutadores ópticos
- RMTU** Unidad de supervisión y pruebas a distancia
- RMU** Unidad de supervisión a distancia

Figura III.1/L.40 – Configuración general del sistema

- Todas las funciones de gestión del sistema, es decir, funciones de supervisión de la atenuación, vigilancia y pruebas, se deben efectuar a través de un sistema de operación (OS, *operation system*) centralizado. El OS debe también gestionar las bases de datos necesarias para la operación del sistema.
- Los centros de mantenimiento de la red (NMC, *network maintenance centres*) deben estar ubicados donde se requieren las actividades de supervisión, vigilancia y pruebas; estas actividades se deben efectuar utilizando terminales de operación.
- Las unidades controladas a distancia, ubicadas en los nodos de red donde terminan los cables ópticos, deben efectuar las actividades de supervisión y pruebas. Las funciones efectuadas por las mencionadas unidades serán las siguientes:
 - a) función supervisión del nivel de potencia óptico;

b) función localización de averías y degradación de la fibra.

Conforme a los requisitos de vigilancia de cada nodo, las funciones de supervisión y pruebas se deben agrupar en una sola unidad mecánica que constituye la unidad controlada a distancia; los tipos más usuales de unidades controladas a distancia son:

- la unidad de supervisión y pruebas a distancia (RMTU, *remote monitoring and testing unit*), que contiene las funciones de supervisión a) y b); y
- la unidad de supervisión a distancia (RTU), que contiene la función de supervisión a).

– La función de supervisión del nivel de potencia óptico a) se debe efectuar mediante sondas ópticas (Ops) basadas en un dispositivo divisor que deriva una pequeña porción de señal luminosa y mide indirectamente el nivel de potencia óptica de la totalidad de la luz transportada en la fibra.

Se debe tener especial cuidado en el diseño de las sondas, de modo tal que las actividades de mantenimiento (por ejemplo, sustitución de partes con fallos) no afecten el tráfico de servicio.

– Los valores de potencia óptica obtenidos de las unidades controladas a distancia (RMTU o RMU) a través de las sondas ópticas; el sistema de operación se ocupa de calcular la atenuación de la fibra, mediante los valores de potencia referidos en el extremo de la fibra.

– Referente a las fibras fuera de servicio, se permitirá la función de supervisión del nivel de potencia óptico a), por medio de un módulo de generación óptica (OGM, *optical generation module*), diseñado para aplicar una señal luminosa de referencia en la fibra en vacío.

– Las sondas ópticas tendrán acceso a cualquier cantidad de fibras en el cable conforme a las necesidades del cliente.

En particular, todas las fibras en servicio y una selección adecuada de fibras en vacío en un cable, (considerando la geometría y la estructura del cable) se deben supervisar para obtener una buena caracterización del cable óptico.

– La supervisión continua de la atenuación de la fibra proporcionará capacidades de detección completas sobre todos los efectos de degradación, cualquiera sea su naturaleza y duración. De este modo el mantenimiento preventivo puede obtener la primera notificación de averías de funcionamiento antes que se active la alarma del equipo de transmisión y previo al acuse de recibo de usuario consiguiente.

– Se efectuará la función de localización de averías de fibras basadas en OTDR b) en todas las fibras supervisadas del cable. Las mediciones de localización en una fibra en servicio requieren la instalación de dispositivos de multiplexión por división de longitud de onda (WDM) a fin de evitar los efectos de impulsos de OTDR ópticos elevados en el tráfico de transporte. Por razones económicas, se debe considerar un subconjunto de fibras supervisadas para fines de localización. La selección de la localización de fibras debe seguir básicamente la geometría y la estructura del cable (por ejemplo, una fibra por haz o aun una fibra por cable). Los costos del sistema se optimizan si se escogen fibras en vacío para la localización. Este método se justifica por las siguientes razones:

- muchas de las averías no evitables (por ejemplo, canalizaciones) tienen una alta probabilidad de afectar a todas las fibras del mismo cable y, por ende, la función automática de OTDR, utilizando sólo algunas fibras o aun una sola fibra por cable, se puede garantizar una buena cobertura de localización de averías en un modo eficaz en función de los costos;
- la supervisión continua de la atenuación garantiza la detección de averías y degradación evitables en todas las fibras supervisadas, de modo tal que los centros de mantenimiento están siempre en estado de alerta. Cuando los fenómenos de degradación sólo afectan a un subconjunto de fibras en el cable y, en consecuencia, la localización automática de

averías por reflectometría óptica temporal (OTDR) no se puede utilizar adecuadamente, la operación de localización y mantenimiento se debe programar antes de la aparición de una localización de avería. El establecimiento manual de la función localización de averías de la fibra basada en OTDR b) también se debe utilizar para pruebas focalizadas.

Características de la interfaz de usuario gráfica (GUI)

El sistema de operación está basado en una arquitectura cliente-servidor con funciones de servidor centralizadas y un número de clientes distribuidos geográficamente de conformidad con las necesidades organizativas de los operadores de red.

Las funciones principales del sistema de operación son las siguientes:

- Sistema de información geográfica (GIS, *geographic information system*).
- Medios sencillos de utilizar para la configuración del equipo del sistema de supervisión y el acceso a la red óptica.
- Configuración del umbral de supervisión, que se aplica al nivel de atenuación/potencia óptica.
- Aspectos destacados de anomalías y fallos en tiempo real.
- Acceso directo a los datos ópticos generados por las sondas en los extremos de enlace óptico: presentación visual en tiempo real de la atenuación de la fibra y del cable (visión global de los valores de atenuación de todas las fibras en el cable).
- Enfoques de los resultados de supervisión almacenados en la base de datos del sistema de operación.
- Medios de análisis de la tendencia.
- Vista integrada del estado general de la red.
- Medición automática de OTDR en rebasamiento de umbral configurado, detectado por el sistema de supervisión (localización de averías/degradación inmediata).
- Mediciones de OTDR a petición del usuario.
- Gestión de traza de fibra óptica: vista de la última traza de una fibra óptica, comparación automática con la traza de línea de base, almacenamiento permanente en un formato normalizado de múltiples trazas por fibra, caracterización del evento (conectores, empalmes, etc.).
- Gestión completa de autodiagnósticos del sistema.

III.6 Conclusiones

Este apéndice tiene por objeto presentar la experiencia italiana sobre los principios y requisitos necesarios para un sistema de supervisión de cable óptico.

La ventaja principal de un sistema completamente autónomo es la capacidad de integrar un enfoque de cobertura total con respecto al mantenimiento preventivo.

Permite:

- la supervisión continua de la atenuación del enlace óptico, no intrusivo en fibras en servicio;
- la localización a pedido de averías/degradación, aplicándola preferentemente en una fibra fuera del servicio por cable;
- almacenamiento continuo de todos los datos recopilados.

Ofrece considerables ventajas con respecto a:

- la definición de una competencia de gestión fiable sobre los enlaces ópticos;

- la implantación de un procedimiento de mantenimiento preventivo eficaz que garantice el nivel de servicio de portadora óptica;
- el despliegue progresivo del sistema de supervisión gracias a la característica modular de sus elementos y la repercusión reducida en plantas de la oficina central;
- el escalamiento del sistema conforme al número de cables y nodos ópticos gestionados que proporcionan soluciones inteligentes para redes pequeñas y grandes.

APÉNDICE IV

La experiencia de Indonesia con un sistema para el soporte de operaciones y mantenimiento de cables de fibra óptica

IV.1 Introducción

Los cables de fibra óptica encuentran amplia aplicación en las redes de telecomunicaciones para el soporte de servicios de comunicaciones de gran velocidad y anchura de banda. En el futuro se ampliará el despliegue de las redes de acceso de fibra óptica, dado su elevado potencial para proporcionar numerosos tipos de servicios tanto a empresas como a abonados corrientes.

En este apéndice se presenta la experiencia de Indonesia con un sistema para el soporte de operaciones y mantenimiento de cables de fibra óptica, el cual se ha desarrollado para lograr actividades de operación y mantenimiento efectivas y eficientes, así como para mantener la elevada fiabilidad de la red óptica de acceso.

IV.2 Requisitos fundamentales

El sistema para el soporte de operación y mantenimiento de cables de fibra óptica soportará las diversas tareas propias de la construcción de cables de fibra óptica y en su instalación en el local del cliente antes de su puesta en servicio. Una vez puestos en servicio los cables, el sistema soportará las tareas de detección y reparación de averías, supervisión periódica de fibras y sustituciones de fibras.

Las funciones de medición soportadas por el sistema se indican en el cuadro IV.1:

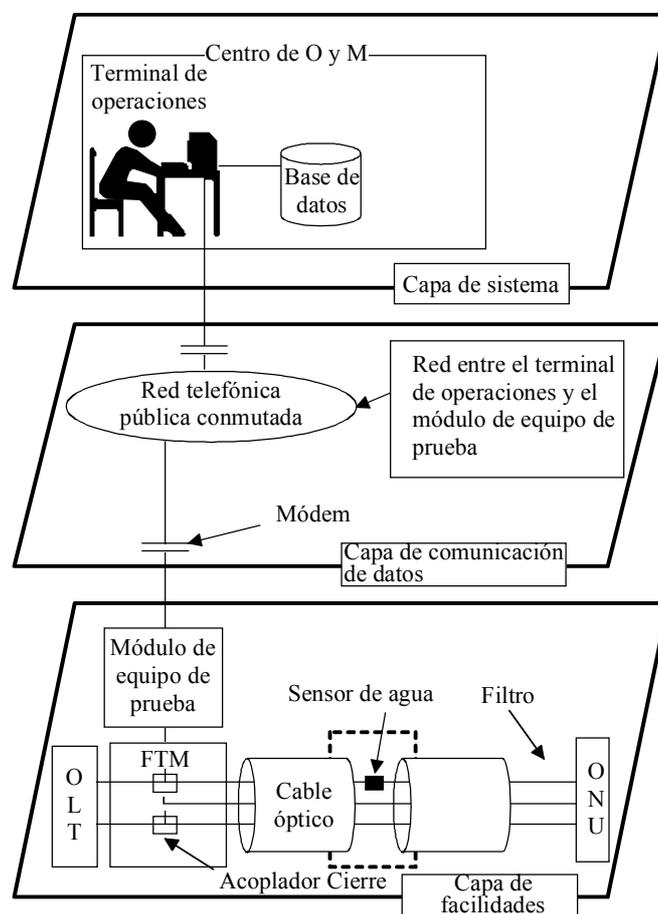
Cuadro IV.1/L.40 – Funciones de medición del sistema

Medición	Método de prueba	Finalidad de la prueba
Pérdida y reflexión de la conexión y el cable	OTDR	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la pérdida y reflexión en los empalmes de cables. • Evaluación del resultado de la prueba en base a valores de referencia de pérdida y de reflexión. • Localización de averías. • Medición de las fluctuaciones de la pérdida y reflexión causadas por el deterioro de los empalmes de cables.
Pérdida en una sección	Fuente luminosa y medidor de potencia	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la pérdida en una sección de cable de fibra óptica. • Evaluación del resultado de la prueba en base a valores de referencia de la pérdida en una sección.
Identificación de la fibra	Fuente luminosa e identificador de fibra	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de una determinada fibra en un empalme o en un extremo del cable.

IV.3 Configuración básica del sistema

Las redes físicas del sistema de medición constan de tres capas (véase la figura IV.1):

- Capa de sistema; consiste en un terminal de operaciones y una base de datos.
- Capa de comunicación de datos; comprende la red pública de telecomunicaciones y módems.
- Capa de facilidades; consiste en componentes ópticos tales como acoplador, sensor de agua, filtro, selector de fibra, e instrumentos de medición para prueba. El acoplador óptico se conecta a cada una de las fibras que se va a probar. Los acopladores ópticos están dispuestos dentro de módulos de acceso para prueba (TAM, *test access modules*), instalados en el módulo de terminación de fibra. La luz de prueba se inserta en la fibra a través del selector de fibra y el acoplador. El módulo de equipo de prueba (TEM, *test equipment module*) comprende el selector de fibra, controlador principal e instrumentos de medición para pruebas tales como OTDR y fuente luminosa. El controlador principal es una computadora personal con una base de datos y tiene por función controlar los instrumentos de medición y procesar los datos de medición automáticamente.



T0605120-01

OLT Terminación de línea óptica (*optical line termination*)
 ONU Unidad de red óptica (*optical network unit*)
 FTM Módulo de terminación de fibra (*fiber termination module*)

Figura IV.1/L.40 – Configuración básica del sistema

IV.4 Funciones de las unidades principales

El sistema para el soporte de operaciones y mantenimiento de cables de fibra óptica consta de tres unidades principales:

- Terminal de operaciones.
- Módulo de equipo de prueba.
- Módulo de terminación de fibra.

En el cuadro IV.2 se describen en detalle las funciones de cada una de las tres unidades principales.

Cuadro IV.2/L.40 – Funciones de las unidades principales

N.º	Unidad principal	Función
1	Terminal de operaciones	<ul style="list-style-type: none">• Registra, consulta y modifica los datos requeridos para probar cada unidad y obtener la información correspondiente. También suprime los datos que no se necesitan más.• Ordena realizar la prueba para la fibra seleccionada, presenta los resultados de la prueba y genera una salida impresa para documentarla.
2	Módulo de equipo de prueba (TEM)	<ul style="list-style-type: none">• Controla el equipo de prueba según las instrucciones provenientes del terminal de operaciones, prueba la fibra óptica, analiza el resultado de la prueba y envía el resultado al terminal de operaciones.• Realiza periódicamente, en los intervalos seleccionados, una prueba OTDR de la fibra especificada, según las instrucciones del terminal de operaciones. También envía el resultado de la prueba al terminal de operaciones.
3	Módulo de terminación de fibra (FTM)	<ul style="list-style-type: none">• Selecciona, siguiendo las instrucciones del TEM, la fibra que habrá de ser probada entre las múltiples fibras ópticas terminadas.

IV.5 Configuración física del sistema

En la siguiente figura IV.2 se muestra la configuración física del sistema.

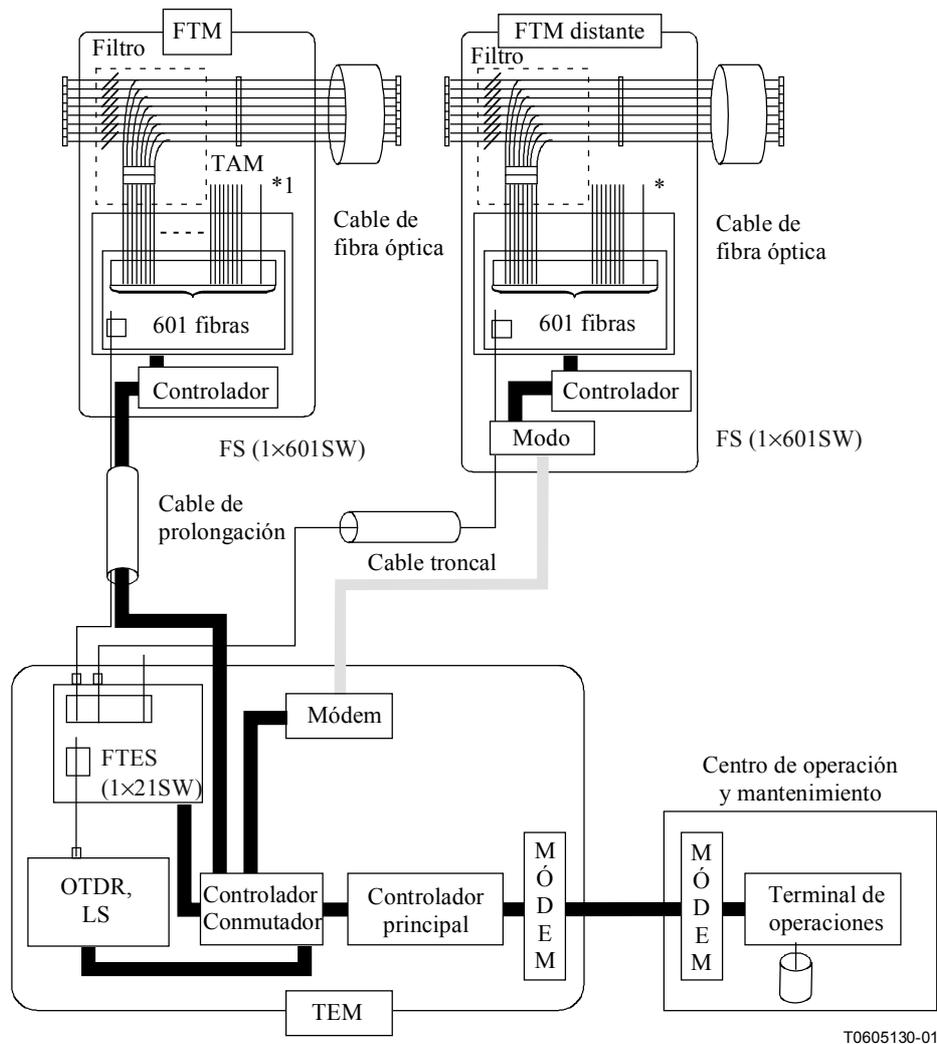


Figura IV.2/L.40 – Configuración física

IV.6 Especificación general del sistema de soporte de operación y mantenimiento para cables de fibra óptica

El sistema de soporte de operación y mantenimiento para cables de fibra óptica cumplirá las siguientes condiciones:

IV.6.1 Alcance de las pruebas

El sistema se utiliza fundamentalmente para probar la red óptica de acceso.

Las topologías de la red situada entre la oficina telefónica y los equipos del local del cliente, que se pueden probar, serán la configuración en estrella única, la configuración en doble estrella pasiva y la configuración en anillo (anillo de cable y anillo SDH). Si hay un divisor óptico instalado fuera de la oficina telefónica, la configuración pasiva en doble estrella podrá ser probada hasta el divisor. También se tomarán en cuenta las facilidades de circuito troncal.

IV.6.2 Capacidades

Los componentes del sistema podrán funcionar con los equipos que se especifican a continuación:

- a) El terminal de operaciones podrá controlar 10 TEM.
- b) El TEM podrá funcionar con 20 FTM.
- c) El FTM podrá funcionar con 600 fibras ópticas.
- d) El selector de fibra podrá funcionar con 600 fibras ópticas.

IV.6.3 Longitud de onda de prueba

Será posible llevar a cabo las siguientes pruebas, con la longitud de onda especificada para cada prueba.

- | | |
|-------------------------------------|------------------|
| a) Prueba OTDR | 1650 –10, +20 nm |
| b) Prueba de pérdida en una sección | 1650 –10, +20 nm |
| c) Identificación de la fibra | 1650 –10, +20 nm |

IV.6.4 Restricciones a la distancia de prueba

Las restricciones a la distancia de prueba son las que se especifican en el cuadro IV.3.

Cuadro IV.3/L.40 – Distancia de prueba

Prueba	Distancia máxima	Condiciones de medición
Prueba OTDR	20 km	Longitud de onda: 1650 –10, +20 nm Anchura del impulso: 1µs o menos
Prueba de pérdida en una sección	20 km	Longitud de onda: 1650 –10, +20 nm Modulación de la luz: 270 Hz
Identificación de la fibra	20 km	Longitud de onda: 1650 –10, +20 nm Modulación de la luz: 270 Hz

IV.6.5 Gestión de los datos de sistema

El sistema podrá almacenar datos para uso en el control de pruebas a distancia y confirmación de resultados de pruebas.

El sistema podrá almacenar los elementos de datos que se indican a continuación para utilizarlos en las pruebas:

- a) Número de TEM.
- b) Número de selector de fibra.
- c) Número de fibra.
- d) Número de cable.
- e) Información adicional (por ejemplo, longitud de cable).

El sistema podrá almacenar los resultados de una prueba OTDR y de una prueba de pérdida en una sección para cada fibra óptica.

IV.6.6 Medición de las pérdidas por acoplamiento y de la reflexión

El sistema T-AURORA determinará, a partir de la prueba OTDR, el lugar en que se encuentra una unión de cables y podrá distinguir entre un empalme por fusión y un conector. Calculará la pérdida por acoplamiento y presentará el resultado en la pantalla del terminal de operaciones.

El sistema comparará la pérdida por acoplamiento calculada y la reflexión con los valores de referencia para cada tipo de conexión especificada en el sistema. Si la pérdida por acoplamiento calculada supera los valores de referencia, el sistema enviará un aviso a la pantalla del terminal de operaciones.

El sistema podrá presentar los resultados de las mediciones junto con los resultados de prueba almacenados.

IV.6.7 Condiciones de transmisión

La interfaz entre el terminal de operaciones y el TEM utilizará líneas telefónicas analógicas.

El TEM podrá controlar selectores de fibra ubicados a distancia.

La distancia máxima a la cual será posible la comunicación entre el TEM y el selector de fibra será de 10 km.

IV.6.8 Condiciones ambientales para la utilización del sistema

Será posible utilizar cada uno de los componentes del sistema -a excepción del sensor de agua- en las siguientes condiciones ambientales:

- a) Temperatura ambiente 10° C a 50° C
- b) Humedad 20% a 95% relativa, sin condensación
- c) Fuente de alimentación 220 V CA±10% (monofásica, 50 Hz)

IV.7 Soporte lógico de aplicación

El soporte lógico de aplicación será instalado en computadoras personales del centro de operación y mantenimiento y en la oficina central. Las principales funciones del soporte lógico de aplicación se describen en el cuadro IV.4.

Cuadro IV.4/L.40 – Principales funciones de sistema del soporte lógico de aplicación

N.º	Función	Descripción
1	Operaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza la prueba OTDR, prueba de pérdida en sección y la identificación de fibra a distancia desde el terminal de operaciones. • Realiza la prueba OTDR periódica para determinar si las fibras están en estado normal.
2	Gestión de datos de pruebas y resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Registra, consulta y modifica los datos requeridos para realizar las pruebas. También suprime los datos que no se necesitan más. • Genera una salida con el resultado de las pruebas de las fibras e imprime el resultado.
3	Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Registra, consulta, modifica y suprime información del terminal de operaciones. • Registra, consulta, modifica y suprime información del terminal del operador (y del usuario de extremo).
4	Gestión de informes de sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta alarmas de fibras detectadas durante la prueba OTDR continua o la prueba periódica. • Consulta por fallos producidos en el TEM.

En la figura IV.3 se muestra en detalle la configuración funcional del soporte lógico de aplicación.

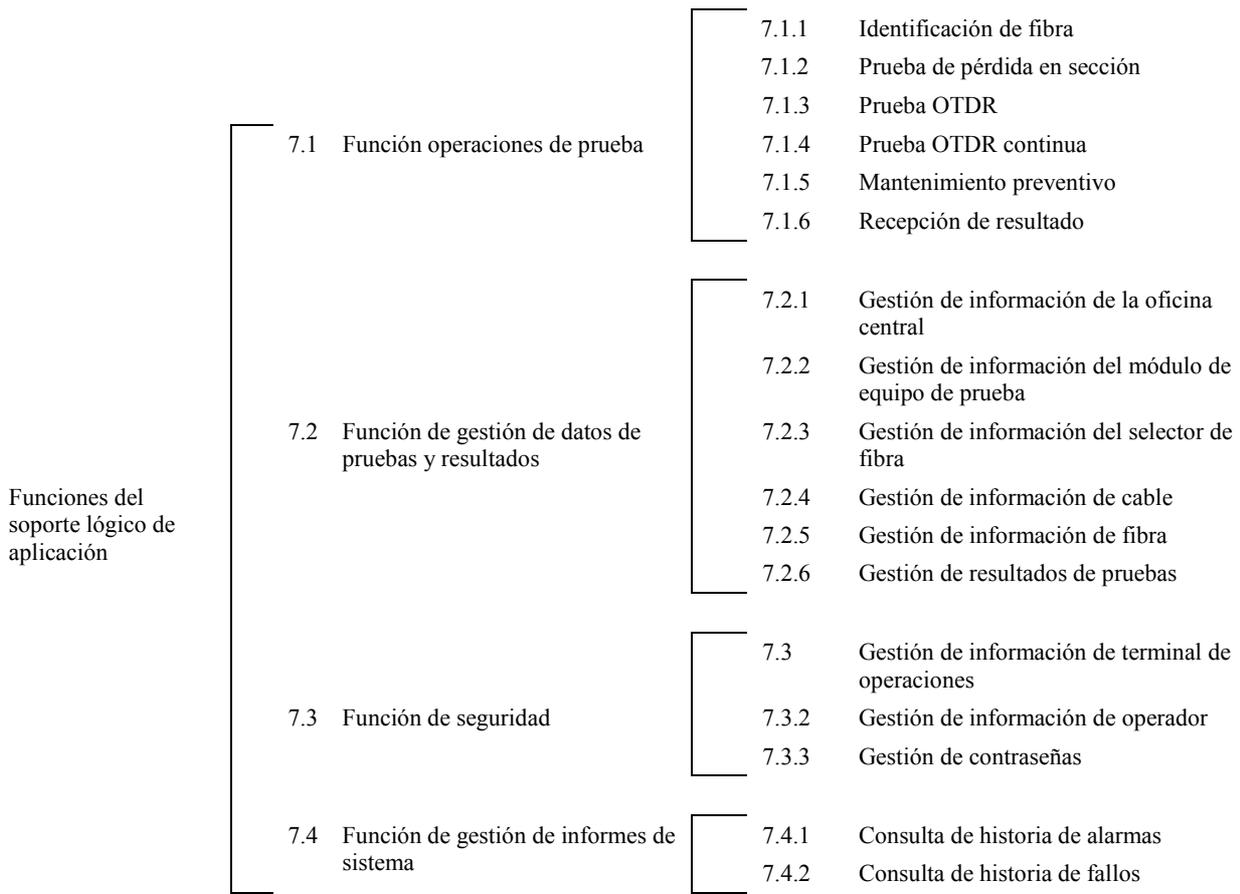


Figura IV.3/L.40 – Configuración funcional del soporte lógico de aplicación

APÉNDICE V

La experiencia de España con un sistema de supervisión de fibra óptica (OFMS)

V.1 Introducción

La importancia creciente de los sistemas de transmisión que utilizan la fibra óptica como portador físico lleva a un alza en los recursos económicos que los proveedores de telecomunicaciones dedican al mantenimiento correctivo y preventivo de estos sistemas y de los portadores. El objetivo esencial de estas operaciones de mantenimiento es obtener la calidad más alta y los mejores resultados económicos de los sistemas y portadores mencionados.

Los sistemas de supervisión automáticos y centralizados, a diferencia de los operadores manuales, proponen un control racional y exhaustivo de la planta o de aquellos elementos de la misma cuyo control y gestión se les confía.

Los sistemas actuales de supervisión automática, dedicados a la supervisión de la fibra óptica, se basan en el desarrollo de elementos específicos y en la disponibilidad de conmutadores ópticos con un gran número de canales. Junto a la gradual baja de precios de los elementos pasivos auxiliares, esto permite disponer de sistemas con estas características, muy flexibles, a precios muy competitivos y con elevado grado de modularidad.

Por otra parte, la posibilidad de que el sistema funcione en la cuarta ventana de transmisión, extiende la supervisión, no sólo a las fibras que funcionan en la segunda ventana, sino también a aquellas que funcionan en la tercera ventana, e incluso en ambas.

V.2 General

Los parámetros fundamentales que caracterizan a una fibra óptica desde el punto de vista de la transmisión son: la atenuación, que limita la longitud del trayecto de transmisión, y la dispersión, que determina la anchura de banda.

Un cable de fibra óptica está expuesto, en toda su longitud, a un número interminable de agentes perturbadores que influyen en particular en la atenuación del enlace; ésta se ve también afectada por la pérdida asociada a los elementos de interconexión típicos (empalmes y conectores).

Las alternativas más fáciles para la supervisión de un cable de fibra óptica son las que se basan en mediciones sobre las fibras que no están funcionando en el cable. Esta solución se basa en el hecho de que muchas de las degradaciones y roturas que sufre un cable afectan por igual a todas las fibras que componen el cable. Esto significa que supervisando una de estas fibras se obtiene información general sobre el estado del cable con un porcentaje de fiabilidad superior al 60%.

Sin embargo, una supervisión a fondo del cable con un grado de fiabilidad más elevado, exige la supervisión de fibras portadoras de tráfico. Esto implica que la longitud de onda del sistema de supervisión es superior a la del equipo de transmisión.

V.3 Descripción general del sistema de supervisión de fibra óptica (OFMS, *optical fibre monitoring system*)

El sistema de supervisión de fibra óptica utilizado por Telefónica de España cumple con sus exigencias y especificaciones. Esto lo convierte en un sistema totalmente centrado en la supervisión y gestión de la planta de fibra óptica, con máximo rendimiento y eficiencia en todas y cada una de sus funciones.

El sistema gestiona la recepción de alarmas en las fibras cuando una rotura o degradación provocan la generación de este estado. Este sistema realiza también una serie de mediciones con el fin de saber el estado de las fibras en todo momento.

El sistema está formado por el conjunto de terminales de planta de fibra óptica (OFPT, *optical fibre plant terminals*) distribuidos estratégicamente en la planta que va a ser supervisada. Estos terminales reúnen la información acerca del estado de las fibras, y (comparando el estado real con un determinado umbral) generan una situación de alarma cuando el estado mencionado lo exige.

La información reunida por los terminales de planta asignados a determinada área de supervisión se envía al centro de control a cargo del mantenimiento y conservación del área en cuestión.

V.4 Prestaciones del sistema

El sistema de supervisión de fibra óptica descrito en el presente apéndice (analizado desde el punto de vista de la utilización), tiene las siguientes funciones:

- Supervisión de fibras en reposo, así como de fibras en servicio, mediante la aplicación de técnicas reflectométricas en la 2ª, 3ª y 4ª ventanas de transmisión.
- Detección y localización (por medio del algoritmo matemático correspondiente) de degradaciones y roturas de la fibra.
- Ejecución automática de las mediciones cuando aparecen alarmas en el equipo de transmisión por línea (LTE, *line transmission equipment*).
- Realización de las mediciones, a petición de un órgano de una jerarquía superior (centro de control a distancia, lugar de operación).

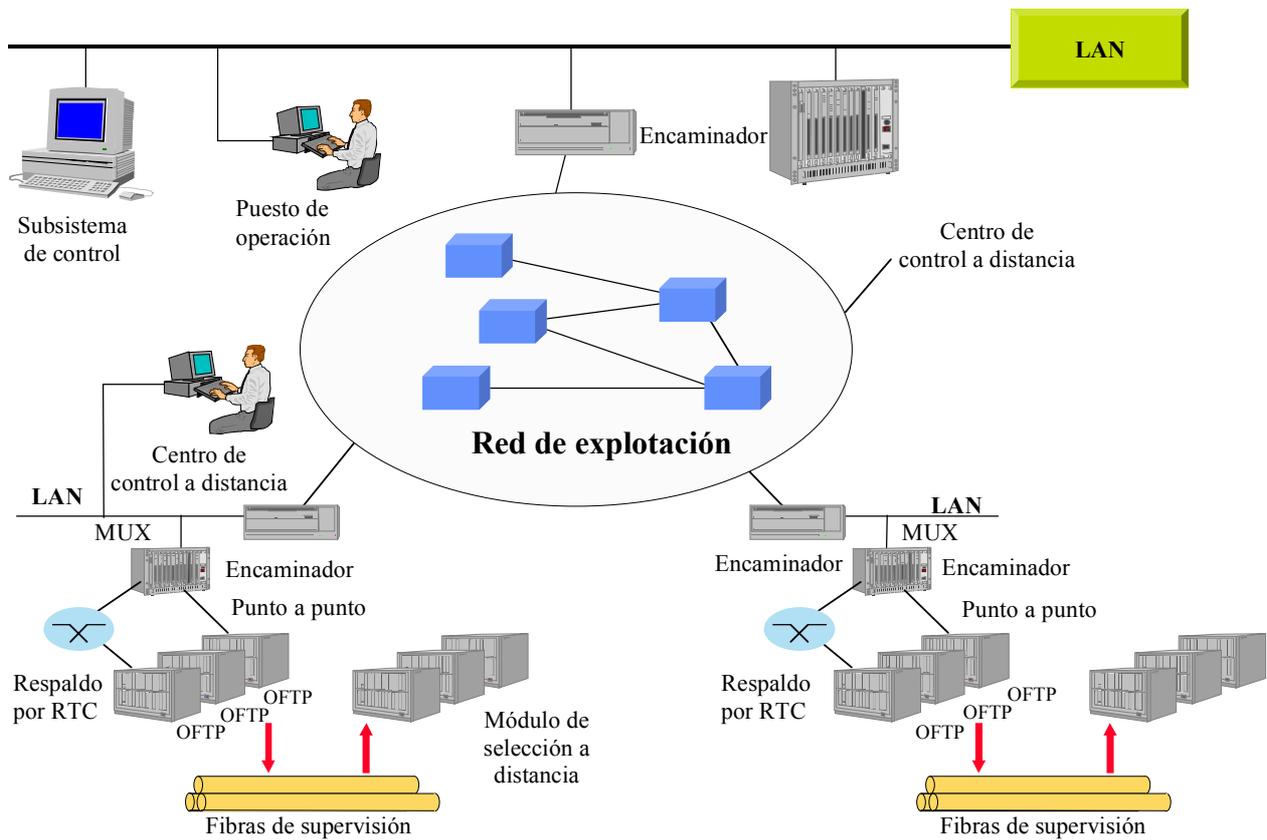
- Registro de puntos singulares (empalmes, registros subterráneos, etc.) que permiten asociar los sucesos de la traza a su ubicación geográfica.
- Asignación de fibras en reposo a diversos sistemas de transmisión con el fin de ejecutar las mediciones en estas fibras cuando se produce una alarma cualquiera en un LTE y en regeneradores que no están conectados a las fibras.
- Registro de mediciones de historial y de referencia que permiten un análisis provisional de la evolución.
- Captación de la traza reflectométrica de la fibra.
- Gestión de alarmas (tanto de las urgentes como de las que no lo son) cuando la atenuación del enlace supera el umbral aceptable.
- Realización de las mediciones de atenuación en empalmes, y de las mediciones de reflexión en conectores.
- Respaldo del sistema de fibra óptica, lo que permite restablecer las comunicaciones con los centros de control a través de un sistema secundario en caso de interrupción del sistema principal.
- Obtención de textos e informes de la base de datos por medio de servicios Internet.
- Sistema de información geográfica que muestra (en forma gráfica) la información relacionada con la planta de fibra óptica a diversos niveles (nacional, territorial, local) según se hayan definido.

V.5 Sistema

En la figura V.1 se muestra la arquitectura física del sistema de supervisión necesario para realizar las funciones definidas en la sección precedente.

En este diagrama se pueden ver los siguientes elementos básicos:

- **Sistema de control:** Este elemento realiza y maneja todas las funciones de gestión, supervisión y control de la planta de fibra óptica.
- **Centro de control a distancia:** Controla la funcionalidad y la operatividad de los usuarios distantes del sistema.
- **Puesto de operación:** Puesto de trabajo asignado al usuario del sistema. Este puesto puede estar conectado físicamente al subsistema de control o a un centro de mando a distancia
- **Multiplexor (MUX):** Se puede considerar a este elemento como a un concentrador de comunicaciones mediante el cual se realiza toda la gestión de comunicación del OFPT con los distintos puntos de operación del sistema. Esta conexión entre el MUX y el OFPT es por lo general punto a punto; se utiliza la red de telefonía básica cuando se necesitan líneas de respaldo, cuando no está disponible la comunicación punto a punto.



T0605140-01

Figura V.1/L.40 – Arquitectura del OFMS

- **OFTP:** Consiste en tres módulos distintos (control de comunicaciones, mediciones reflectométricas y selección local). Controla el estado de la fibra asignada y genera una alarma (se comunica al centro de control correspondiente) cuando el resultado de la medición realizada está fuera de los límites de referencia del sistema previamente definido.
- **Módulo de selección a distancia:** Este módulo está conectado por medio de una fibra óptica al OFTP, con el fin de permitir la supervisión de la fibra (o de una parte de la misma) cuando está lejos del OFTP.

V.6 Integración del sistema a la supervisión centralizada

El sistema de supervisión de fibra óptica es, como se ha explicado detalladamente, un sistema de gestión y control de la planta que debe ser integrado a la estructura de supervisión centralizada de la planta actualmente en explotación.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsimil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación