

DISPOSITIVO ÓPTICO, MÉTODO Y SISTEMA PARA LA DETECCIÓN REMOTA DE TERMINALES DE RED ÓPTICA

DESCRIPCIÓN

5

Objeto de la invención

10

La presente invención tiene aplicación en el sector técnico de las telecomunicaciones por fibra óptica y, particularmente presenta, una solución técnica para la detección de terminales ópticos de red, también llamados terminales de red óptica (ONTs, del inglés Optical Network Terminals).

Antecedentes de la invención

15

20

25

Las redes de distribución de datos por fibra óptica son cada vez más usadas para proveer de conexiones de datos de banda ancha a los usuarios. Así han aparecido las redes ópticas pasivas (PON, del inglés Passive Optical Network) que permiten la distribución de datos a través de fibra óptica. La red de fibra se denomina de diferente forma según dónde termine la red PON, así tendríamos por ejemplo: fibra hasta el edificio (FTTB, del inglés Fiber To The Building) o fibra al hogar (FTTH, del inglés Fiber To The Home). Éstas últimas permiten la comunicación mediante fibra óptica con terminales ópticos de red (ONTs) o unidades ópticas de red (ONUs, del inglés Optical Network Unit) situados en el domicilio del usuario (o generalmente hablando en el lugar donde el usuario tiene sus equipos de conexión de red óptica) o cerca de él.

30

En las redes de acceso de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), los sistemas operadores de telecomunicaciones que dan servicio de fibra óptica despliegan su propia red de fibra y la llevan hasta las cajas terminales ópticas (CTOs) instaladas en las fachadas o en el interior de los edificios, las cuales dan cobijo a los elementos necesarios para dividir los recursos existentes entre los clientes (usuarios) conectados.

Es común que los despliegues de fibra óptica FTTH se realicen por fases o tramos. En una primera fase se realiza el despliegue desde la central cabecera del operador (donde se encuentra el terminal de línea óptica OLT, del inglés Optical Line Terminal, que controla la distribución de señales del operador a través de fibra óptica) hasta la caja terminal óptica (CTO). En esta primera fase se consideran en cobertura u “hogar pasado” aquellas unidades inmobiliarias desde las que podría darse servicio FTTH desde dicha CTO. En entornos en los que existen varios operadores con sus propias redes desplegadas en paralelo, se diseña esta fase con un determinado porcentaje de penetración, previendo que los clientes se repartirán entre los diferentes operadores.

En una segunda fase, ya en el momento de alta de una unidad inmobiliaria, se realiza el tendido del último tramo de fibra óptica (acometida de fibra óptica) desde la CTO hasta el interior del domicilio de cliente terminando en un punto de terminación de la red óptica (PTRO) y de ahí a la terminal óptica de red ONT. El PTRO (roseta) se puede considerar que es el punto de terminación de la parte pasiva de la red óptica FTTH que se instala en el domicilio del cliente (normalmente está presente en un domicilio si alguna vez se ha dado un alta de fibra en el domicilio, haya cliente con servicio contratado en la actualidad o no). Mediante un cordón de fibra óptica (normalmente con conectores SC/APC) se conecta el PTRO con la terminal óptica ONT, que es el equipo activo de usuario que se comunica con la cabecera (OLT) para dar servicio contratado al cliente. Este último tramo de la red, que va desde la caja terminal óptica (CTO) hasta la roseta óptica (PTRO), instalada en el interior del domicilio del cliente, es susceptible de ser compartido por diferentes operadores.

En la figura 1, se muestra una arquitectura de ejemplo de un despliegue de red óptica FTTH donde existe un divisor óptico de primer nivel (101) al que llega la señal óptica de la OLT situada en la central cabecera y distribuye la señal óptica a las distintas cajas terminales ópticas (CTOs, 102), que incorporarían los divisores de segundo nivel. Hasta este punto llegaría el despliegue que se correspondería con la primera fase. En la segunda fase se realiza el despliegue de fibra entre las CTOs y las rosetas ópticas (PTROs, 103) y de ahí a los ONTs (104) del usuario final que entregarán la señal (ya convertida a señal eléctrica) al equipo de usuario

para su consumo. Como se ve en la figura, cada CTO tiene varios puertos (8 en la figura 1 aunque esto es solo un ejemplo y puede tener cualquier otro número de puertos) lo que le permite conectarse a varios terminales de usuarios teniendo una conexión de fibra óptica (acometida de fibra óptica) entre cada puerto del CTO y cada terminal del usuario (el máximo de terminales a los que puede conectarse será igual al número de puertos que posee el CTO).

Debido a las características mencionadas de los despliegues de las redes FTTH, es posible que en algunos casos las acometidas de fibra óptica no se desconecten de la CTO cuando el cliente realiza una baja del servicio o cambia de operador y, por tanto, se puede producir un desajuste entre lo instalado físicamente y lo registrado en los sistemas del operador (entre las acometidas ópticas instaladas y los usuarios realmente activos de ese operador). Es decir, puede que haya una o más acometidas de fibra óptica ocupando puertos en la caja CTO sin que realmente esas acometidas estén conectadas a terminales de usuario u ONTs, es decir, sin que realmente estén dando servicio a ningún usuario (cliente) del operador. Por ejemplo, en una situación real, se puede tener una caja terminal óptica (CTO) con todos sus puertos ocupados por acometidas de fibra óptica, aunque en realidad, en algunos casos, ya no haya cliente conectado debido, por ejemplo, a que éste haya cambiado de operador y el nuevo operador haya decidido tender una nueva acometida sin desconectar la acometida instalada previamente por el primer operador.

Estas circunstancias, obligan a los operadores, a comprobar de forma reiterada, in-situ y físicamente, si el inventariado registrado en sus sistemas, se corresponde con lo que realmente hay instalado en la red. Estas comprobaciones, se pueden hacer de una manera más o menos rápida y fiable, comprobando la identificación y etiquetado de las acometidas de cliente, y si no estuvieran etiquetadas (por haber desaparecido las etiquetas) desconectando las acometidas de cada cliente y comprobando si la ONT que le correspondería se mantiene activa o no. Esto, se puede realizar siempre y cuando todas las ONT con servicio activo se encuentren sincronizadas en el momento de la comprobación, y podría permitir identificar cuáles son las acometidas de fibra óptica que no están conectadas a un cliente activo y cuáles sí.

Sin embargo, suele producirse que, por ejemplo, durante periodos de ausencia en el domicilio, el cliente desconecta la ONT de la alimentación eléctrica y esta pierde el sincronismo con la cabecera del operador (con la OLT). En estos casos se hace imposible, con los métodos actuales, la identificación de las acometidas de fibra óptica sin cliente activo.

Por ello, existe la necesidad de disponer de un dispositivo óptico de detección remota de ONT que resuelva este problema siendo capaz de detectar, desde la caja terminal óptica del operador, qué acometidas (conexiones) de fibra óptica terminan realmente en una roseta óptica en el domicilio de cliente que tiene conectada óptica y físicamente una ONT, esté o no encendida y sincronizada.

En el estado de la técnica existen propuestas para detectar e identificar ONTs, pero no para detectar ONTs activas como la presente invención. Así en algunas patentes del estado de la técnica, se presentan soluciones para resolver problemas relacionados con ONTs problemáticas, que por una razón u otra transmiten en instantes de tiempo que no le corresponden, interfiriendo con las señales ópticas de otras ONTs y haciendo que el sistema funcione de forma incorrecta (como, por ejemplo, la patente US7468958 B2 o las solicitudes de patente US2007/0242954 A1 o US2008/0138064). En otros casos, se trata de introducir en los puertos de las OLTs un equipamiento adicional que proporcione la funcionalidad de detección de reflexiones en la red de fibra óptica para detectar posibles fallos o roturas en la red y determinar la distancia a la que el problema se ha producido (como por ejemplo la US2005/0201761).

Sin embargo, en todos los casos anteriores, el problema que se pretende resolver no es el de detectar ONTs activas, estén o no alimentadas eléctricamente, y el elemento en el que se pretende añadir el dispositivo detector es en el equipo de transmisión colocado en la central, la OLT. En las realizaciones propuestas en el presente texto por el contrario, el equipo a utilizar sería independiente al sistema de transmisión y el punto de prueba en el que se podría utilizar sería diferente, concretamente en el último tramo de la red FTTH desde la CTO hasta el domicilio de cliente, donde debería estar conectada la ONT. Además, a diferencias del

estado de la técnica citado, el objetivo es detectar desde la caja terminal óptica si hay una ONT, conectada o no, en el extremo contrario de un cable óptico de acometida, independientemente de si la ONT está encendida o apagada en ese momento.

5

Descripción de la invención

La presente invención sirve para solucionar los problemas mencionados anteriormente, mediante un dispositivo y método de Detección Remota de equipos
10 terminales ópticos de cliente/usuario (por ejemplo ONTs, ONUs) que permite detectar desde la caja terminal óptica (CTO) y de manera remota si existe un equipo terminal del cliente conectado físicamente (en el domicilio del cliente) esté o no encendido el equipo terminal.

15 En otras palabras, la solución propuesta permite, de manera remota e independiente del sistema de transmisión usado, detectar e identificar desde la caja terminal óptica del operador, cuáles acometidas (conexiones) de fibra óptica terminan realmente en una roseta óptica en el domicilio de cliente que tiene conectada ópticamente una ONT, esté o no alimentada eléctricamente, y cuáles no.
20 Esto permite que el operador sepa realmente cuáles acometidas están asociadas a clientes activos y cuáles no, pudiendo desconectar las acometidas no usadas (liberando los puertos correspondientes), utilizando así de manera eficiente los recursos de la red de distribución y, en concreto, los recursos de las cajas terminales ópticas CTOs.

25

En concreto, en un primer aspecto se presenta un método para detectar la presencia de un equipo terminal de red óptica de usuario (normalmente localizado en el domicilio del usuario) conectado ópticamente a una acometida de fibra óptica de una red de distribución por fibra óptica, donde el método comprende los siguientes
30 pasos:

a) Transmitir un dispositivo óptico conectado a la acometida de fibra óptica, una primera señal óptica de una determinada longitud de onda con una primera polarización, a través de la acometida de fibra óptica;

b) Medir el dispositivo óptico, la potencia óptica de la primera señal óptica reflejada recibida a través de la acometida de fibra óptica (es decir, de la señal óptica recibida a través de la acometida de fibra como resultado de la reflexión de la primera señal óptica);

5 c) Transmitir el dispositivo óptico, a través de la acometida de fibra óptica, una segunda señal óptica de la determinada longitud de onda con una segunda polarización distinta a la primera polarización;

10 d) Medir el dispositivo óptico, la potencia óptica de la segunda señal óptica reflejada recibida a través de la acometida de fibra óptica (es decir, de la señal óptica recibida a través de la acometida de fibra como resultado de la reflexión de la segunda señal óptica);

e) Comparar la diferencia entre la potencia óptica medida en el paso b) y el paso d) con un valor umbral y determinar la presencia del equipo terminal de red óptica de usuario basándose en el resultado de dicha comparación.

15

El paso e) puede comprender: si dicha diferencia es mayor que el valor umbral, determinar que existe un equipo terminal de red óptica de usuario conectado ópticamente a la acometida de fibra óptica y en caso contrario, determinar que no existe equipo terminal de red óptica de usuario conectado ópticamente a la acometida de fibra óptica.

20

En una realización, comprende un paso previo a a), que consiste en:

- desconectar la acometida de fibra óptica de una caja terminal óptica, CTO, y conectar la acometida de fibra óptica al dispositivo.

25

El paso e) se puede realizar en un procesador del dispositivo y el resultado de la determinación se comunica mediante un mensaje a través de una red de comunicación y/o se presenta mediante un interfaz de usuario del dispositivo.

30

Las potencias ópticas medidas en los pasos b) y d) se pueden comunicar mediante un mensaje a través de una red de comunicación y/o se presentan mediante un interfaz de usuario del dispositivo.

En una realización, la primera polarización es la polarización donde la potencia medida de la señal reflejada es máxima y la segunda polarización es la polarización

donde la señal recibida de la señal reflejada es mínima. Por ejemplo, previo al paso a) se transmite una señal óptica con una determinada polarización inicial y, partiendo de esa polarización inicial se modifica la polarización de la señal transmitida hasta llegar a la polarización donde la señal reflejada tiene una potencia máxima, primera polarización, (paso a)) y se modifica la polarización de la señal transmitida hasta llegar a la polarización donde la señal reflejada tiene una potencia mínima, segunda polarización (paso c)).

La red de distribución por fibra óptica puede ser una red óptica pasiva, PON.

El equipo terminal de terminación de red óptica puede ser una ONT.

En una realización, la longitud de onda de la señal óptica emitida en los pasos a) y c) es próxima a la de emisión del transceptor de una ONT en una red óptica pasiva, por ejemplo, 1310 nm.

En una realización, el dispositivo está conectado a un conmutador conectado a su vez a un grupo de varias acometidas de fibra óptica, y donde el conmutador conecta consecutivamente al dispositivo con cada una de las acometidas de fibra óptica del grupo y los pasos a)-e) se realizan para cada una de las acometidas de fibra óptica del grupo.

En un segundo aspecto se presentan dispositivos para llevar a cabo cualquiera de los métodos descritos anteriormente. En concreto, se presenta un dispositivo detector de equipos terminales de red óptica de usuario de una red de distribución por fibra óptica, donde el dispositivo comprende:

- Una fuente óptica emisora de una señal óptica a una cierta longitud de onda;
- Un controlador de polarización de la señal óptica;
- Un circulador óptico que comprende tres puertos ópticos y está configurado para transmitir toda la señal óptica recibida por el primer puerto (P1) al segundo puerto (P2) del circulador y para transmitir toda la señal óptica recibida por el segundo puerto (P2) al tercer puerto (P3); o un acoplador óptico configurado para transmitir un primer porcentaje de la potencia de una señal recibida por un primer puerto de

entrada/salida hacia un puerto común y para transmitir un segundo porcentaje de la señal recibida por el puerto común hacia un tercer puerto de entrada/salida.

- Un medidor óptico conectado al tercer puerto del circulador o acoplador óptico.

5 La salida del dispositivo se conecta a una acometida de fibra óptica. Además, el dispositivo puede comprender un procesador configurado para hacer que se realicen las siguientes acciones:

10 - Establecer una primera polarización por el controlador de polarización y transmitir una primera señal óptica a la cierta longitud de onda, emitida por la fuente óptica, con la primera polarización a través de la acometida de fibra óptica;

- Medir en el medidor óptico la potencia óptica de la primera señal óptica reflejada, recibida a través de la acometida de fibra óptica y del acoplador o del circulador óptico;

15 - Establecer una segunda polarización por el controlador de polarización y transmitir una segunda señal óptica a la cierta longitud de onda, emitida por la fuente óptica, con la segunda polarización a través de la acometida de fibra óptica;

- Medir en el medidor óptico la potencia óptica de la segunda señal óptica reflejada, recibida a través de la acometida de fibra óptica y del acoplador o del circulador óptico.

20 En un tercer aspecto se presenta un sistema para detectar la presencia de un equipo terminal de red óptica de usuario, conectado ópticamente a una acometida de fibra óptica de una red de distribución por fibra óptica, donde el sistema comprende un dispositivo según lo descrito anteriormente, al menos una acometida de fibra óptica y al menos una caja terminal óptica, CTO.

30 Finalmente, en otro aspecto de la invención se presenta un programa de ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para implementar el método descrito, al ejecutarse en un ordenador (o un procesador digital de la señal, un circuito integrado específico de la aplicación, un microprocesador, un microcontrolador o cualquier otra forma de hardware programable). Dichas instrucciones pueden estar almacenadas en un medio de almacenamiento de datos digitales.

El alcance de la presente invención está definido por las reivindicaciones independientes y dependientes que se anexan. Para un entendimiento más completo de la invención, sus objetos y ventajas, puede tenerse referencia a la siguiente memoria descriptiva y a los dibujos adjuntos.

5

Breve descripción de las figuras

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

10

FIGURA 1.- Muestra un diagrama de bloques esquemático de un despliegue de red de acceso de fibra óptica FTTH.

15

FIGURA 2.- Muestra un diagrama de bloques esquemático de la última fase de un despliegue de red de acceso de fibra óptica FTTH en el que se usa el dispositivo de detección de ONTs, según una realización de la invención.

20

FIGURA 3.- Muestra una vista de un transceptor usado en una ONT o ONU de una red pasiva de fibra óptica (PON).

FIGURAS 4a y 4b.- Muestran dos diagramas de bloques esquemático de un dispositivo detector de ONTs, en el estado inicial y tras modificar la polarización, según una realización de la invención.

25

FIGURA 5.- Muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo detector de ONTs según una realización de la invención.

30

FIGURA 6.- Muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo detector de ONTs según una realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

Se describe a continuación de manera detallada, ejemplos de realización de la invención, haciendo mención cuando sea necesario a las figuras arriba citadas, sin que ello limite o reduzca el ámbito de protección de la presente invención.

5

10

En las realizaciones descritas a continuación, se presentarán dispositivos y métodos para la detección remota de equipos terminales de usuario de terminación de fibra óptica (por ejemplo, ONTs, ONUs) que permiten detectar en el último tramo de la red (en concreto desde la caja terminal óptica CTO) si existe un equipo terminal de usuario conectado físicamente (en el domicilio del cliente) esté o no encendido. El presente texto normalmente se referirá a la detección de ONTs en redes FTTH pero la solución propuesta en la presente invención se puede usar para cualquier tipo de terminal de usuario de terminación de fibra óptica (ONT, ONU o cualquier otro tipo) y para cualquier tipo de red de distribución de señal por fibra

15

En la figura 2, se muestra un ejemplo de la arquitectura del último tramo de una red óptica FTTH en la que se puede usar el dispositivo de detección de ONTs, según una realización de la invención. Como se ve en la figura, el dispositivo (equipo) óptico de detección remota de ONTs (201) se conectaría a las diferentes acometidas ópticas (205), preferiblemente en el punto en el que las acometidas se conectan a las CTOs (202). Para ello, es necesario desconectar las acometidas a testar de los diferentes puertos de la CTO, y conectarlas al dispositivo de detección remota de ONTs. En la figura 2, se muestra solo un dispositivo detector, pero por supuesto se pueden usar simultáneamente varios dispositivos (201) cada uno para testar una acometida para hacer más rápidamente la detección o, como veremos más adelante, incluso un dispositivo multipuerto que permite testar más de una acometida.

20

25

30

Desde ese punto (en planta externa), el dispositivo detectará si en el extremo opuesto de la acometida hay conectada un equipo terminal de red óptica (por ejemplo, una ONT (204)) o no (a su vez conectada a un PTRO (203)), independientemente de si la misma está encendida o apagada. Dicha detección estará basada en el mecanismo que se explica a continuación:

Una ONU u ONT (y en general, cualquier equipo terminal de usuario de redes ópticas) diseñada para redes PON (con arquitectura punto-multipunto), dispone en su interior de un transceptor óptico, que le permite recibir (sentido descendente) la señal óptica en una longitud de onda determinada proveniente de la OLT (situada en la central cabecera del operador), y a su vez le permite transmitir la señal óptica en una longitud de onda diferente para el sentido ascendente, a través de una sola fibra óptica. Un ejemplo de dicho elemento electroóptico o transceptor (conocido del estado de la técnica) de una ONT se muestra en la figura 3. Este elemento, al permitir el uso de la misma fibra óptica para permitir la comunicación en ambos sentidos (en distintas longitudes de ondas) se conoce también como Sub-estructura Óptica Bidireccional o BOSA (del inglés Bi-directional Optical Sub-Assembly).

Dicho transceptor óptico convierte, mediante un fotodetector (301), la señal óptica procedente de la OLT en una señal eléctrica y, por otro lado, mediante un transmisor óptico (por ejemplo, un diodo láser (302)) convierte la señal eléctrica generada por la ONT, en una señal óptica que se envía al OLT.

En el caso de una red FTTH en la que se utiliza la tecnología actual GPON (del inglés Gigabit-capable Passive Optical Network, Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit), la longitud de onda empleada para el sentido descendente (OLT→ONT) es la de 1490 nm, y la longitud de onda empleada para el sentido ascendente (ONT→OLT) es de 1310 nm (esto es solo un ejemplo no limitativo y otras longitudes de onda se pueden usar para los sentidos ascendente y descendente).

Ambas señales ópticas se transmiten a través de una única fibra óptica (303) por lo que son necesarias lentes (304), para orientar y confinar los haces de luz, y algún elemento acoplador/multiplexador que permita combinar las señales ópticas de los sentidos ascendentes y descendentes, del diodo láser hacia la fibra óptica (ascendente) y de la fibra óptica al fotodetector (descendente). Así por ejemplo habrá un divisor de haz de luz (305) que permitirá la existencia de estos dos caminos ópticos: del diodo láser hacia la fibra óptica (306), y de la fibra óptica al fotodetector (307).

Estos transceptores producen una elevada reflexión (2) cuando, desde la fibra óptica reciben una señal óptica incidente (1) con una longitud de onda próxima a la de emisión del diodo láser, es decir a la empleada en el sentido ascendente (1310 nm en ejemplo expuesto anteriormente). Adicionalmente, esta reflexión (2) se ve afectada de manera acentuada por el tipo de polarización del haz de luz de esta señal incidente (1). También se producen reflexiones en los diferentes elementos pasivos de una red de acceso de fibra óptica, como son conectores, divisores, fusiones de empalme, fibra óptica, etc. sin embargo, estas reflexiones son prácticamente insensibles a los cambios de polarización del haz de luz incidente.

Por lo tanto, en el elemento electroóptico o transceptor de la ONT (BOSA) se produce una elevada reflexión sensible a la polarización del haz de luz a longitudes de onda próximas a la que emite su transmisor. Sin embargo, el resto de la red pasiva se comporta prácticamente insensible a estos cambios de la polarización. Aprovechando esta circunstancia, desde la caja terminal de fibra óptica, con un dispositivo detector que acceda directamente a la acometida de fibra óptica (último tramo de la red óptica) se podría detectar si hay un equipo activo con un elemento electroóptico (transceptor) en su interior. Este último tramo de red comprendido entre CTO y PTRO (y de ahí a la ONT si la hay) puede estar formado solamente por una acometida óptica (un cable directo) desde la CTO hasta el domicilio del cliente (como se muestra en la figura 2), caso general en instalaciones de exterior o con varios tramos de cables en instalaciones de interior. En las instalaciones de interior puede haber un tramo con cable tipo riser (vertical del edificio, o vertical estructurada) comprendido entre la CTO y cajas de derivación (CD) y un tramo final de acometida desde las CD hasta el PTRO en el interior del domicilio de los clientes (las CD suelen colocarse en registros en los rellanos de diferentes plantas de los edificios).

En las figuras 4a y 4b se muestra de manera esquemática con bloques, los elementos que componen el dispositivo detector de acuerdo a una realización de la invención (esto es solo una realización a modo de ejemplo y en otras realizaciones, como se mostrará más adelante, la disposición de los elementos puede ser otra).

Así en esta realización, el dispositivo detector de equipos terminales de red de fibra óptica de usuario (ONTs) estaría compuesto por:

- 5 - Fuente óptica (401). Fuente óptica de tipo láser o led (o de cualquier otro tipo). Preferiblemente, dicha fuente óptica emitirá una señal en la longitud de onda próxima a la de emisión del diodo láser del transceptor de la ONT (BOSA).
- 10 Opcionalmente, en caso de que la fuente óptica tenga una potencia excesiva que pueda dañar los componentes ópticos que integra la ONT, se podrían emplear adicionalmente atenuadores de señal a la salida de la fuente óptica.
- 15 - Controlador Polarización (402). Este elemento permite variar la polarización del haz de luz procedente de la fuente óptica. En la realización mostrada en las figuras 4a y 4b, dicho controlador de polarización estará a la salida de la fuente óptica, aunque otras ubicaciones son posibles.
- 20 - Circulador óptico (403). Elemento óptico con tres puertos de entrada/salida que encamina la señal óptica de un puerto de entrada al puerto de salida adyacente en un único sentido. Es decir, la señal se transmite del puerto 1 (P1) al puerto 2 (P2), del puerto 2 (P2) al puerto 3 (P3), y del puerto 3 (P3) al puerto 1 (P1). El circulador óptico, debe ser insensible a la polarización. En la realización mostrada en las figuras 4a y 4b, dicho circulador dirige la señal recibida por el puerto 1 (P1) proveniente de la fuente óptica (tras su paso por el controlador de polarización), hacia el puerto 2 (P2), conectado con la
- 25 acometida de fibra óptica del domicilio del usuario (a la ONT, si la hay), y la señal reflejada procedente de la ONT, (que entra al circulador por el puerto 2 (P2)), hacia el detector óptico conectado en el puerto 3 (P3) del mismo.
- 30 Opcionalmente, en lugar de emplear un circulador óptico, se podría utilizar un acoplador óptico. Este acoplador óptico dispondría de un puerto común y dos puertos de entrada/salida. Uno de los puertos de entrada/salida transmite un porcentaje de la potencia de la señal hacia o desde el puerto común, y el otro puerto de entrada/salida transmite otro porcentaje hacia o desde el puerto común. En una posible realización, el acoplador dirigirá la

señal recibida de la fuente óptica (tras pasar dicha señal por el controlador) entregándola hacia la acometida de fibra óptica asociada al domicilio de un determinado cliente (a la ONT si la hay) y, dirigirá la señal reflejada procedente de la ONT hacia el detector óptico.

5

- Detector óptico (404), también llamado medidor óptico. Mide, a la longitud de onda de la fuente óptica, la potencia óptica de la señal recibida a través de la acometida de fibra óptica (reflejada por el transceptor óptico que incorpora la ONT (405) si hay una ONT conectada). El detector óptico, debe ser insensible a la polarización; ya que si fuera sensible a la polarización podría variar la potencia medida por el mismo al cambiar de polarización, sin que ello estuviera motivado por la existencia de una ONT en el domicilio del cliente, desvirtuando así el funcionamiento idóneo del dispositivo (que se explicará a continuación).

10

15

El funcionamiento del dispositivo está basado en variar la polarización del haz de luz procedente de la fuente óptica (401) y medir la potencia de la señal reflejada (por el elemento electroóptico del ONT si lo hay). Se emplea un circulador (403) para encaminar la señal óptica procedente de la fuente hacia el domicilio de cliente y la señal reflejada (en el elemento electroóptico de la ONT si lo hay) hasta el detector (404). En esta realización, el puerto 1 se conecta a la fuente óptica (tras su paso por el controlador de polarización), el puerto 2 se conecta a la acometida de fibra óptica que va al domicilio del cliente objeto de análisis y el puerto 3 se conecta al detector óptico.

20

25

Como se ha explicado anteriormente, la potencia de la señal reflejada por un elemento óptico de una ONT se ve afectada de manera acentuada por el tipo de polarización del haz de luz de la señal incidente. Por lo que, si la señal óptica transmitida por la acometida llega a una ONT, la señal reflejada por éste variará de forma notable según el tipo de polarización de la señal óptica que incide sobre la ONT. Así, con este dispositivo se puede detectar la existencia de una ONT conectada ópticamente en el domicilio de cliente si se observa en el medidor óptico una variación significativa, por encima de un determinado umbral, de la potencia de la señal óptica reflejada cuando se varía la polarización de la señal procedente de

30

la fuente óptica. Si la potencia de la señal óptica reflejada no varía con los cambios de la polarización (o lo realiza por debajo del umbral), se podría determinar que no hay una ONT conectada.

- 5 El valor umbral en una realización preferente estaría en torno a 3dB (aunque por supuesto se pueden usar otros valores para este umbral).

10 Es decir, se emite (figura 4a) una señal óptica con una determinada polarización (primera polarización) y en el detector óptico (404) se mide una señal reflejada con una potencia óptica A. Se cambia la polarización (a una segunda polarización, figura 4b) y en el medidor óptico (404) se mide una señal reflejada con una potencia óptica B.

15 En una realización esto se haría de la siguiente manera: Inicialmente, el sistema emite una señal óptica con una determinada polarización inicial (a priori, ésta puede ser no controlada). Partiendo de esa polarización inicial, y modificando la polarización de la señal mediante el controlador de polarización, hasta una polarización determinada (polarización A) se llegará a una situación en la que el detector óptico (404) medirá una señal reflejada con un valor máximo, potencia A.

20 Esta situación se muestra en la figura 4a. Cambiando la polarización, hasta una determinada polarización (polarización B) se llegará a una situación en la que el detector óptico (404) medirá una señal reflejada con un valor mínimo, potencia B. Esta situación se muestra en la figura 4B. Es decir, se haría un barrido de modo que se puedan detectar el valor máximo y mínimo de la potencia de la señal reflejada.

25

30 Entonces si, en valor absoluto, $\text{Potencia recibida B} - \text{Potencia recibida A} \geq \text{Umbral}$ → Se determina que hay ONT conectada y si, en valor absoluto, $\text{Potencia recibida B} - \text{Potencia recibida A} < \text{Umbral}$ → Se determina que no hay ONT conectada (ya que no hay un cambio significativo en la potencia de la señal reflejada al cambiar la polarización).

En una realización, el dispositivo indica al operario (mediante un interfaz de usuario) la potencia óptica recibida en cada caso (con cada polarización). En otra

realización, el propio dispositivo puede tener un procesador que realiza este cálculo y le comunica al operario (mediante un interfaz de usuario que puede consistir en texto, luces, sonido...) si se ha determinado que existe una ONT ópticamente conectada o no. El dispositivo también puede enviar un mensaje (mediante una red de telecomunicación, por ejemplo una red de telefonía móvil) la información de potencia y/o la determinación realizada.

El cambio de la polarización de la luz lo puede ordenar el operario (mediante un interfaz de usuario o cualquier mando que le permita operar el controlador de polarización). También en una realización, el dispositivo puede tener un modo automático en el que el dispositivo automáticamente cambie la polarización. O en otras palabras, el dispositivo automáticamente establece una polarización y mide la potencia de la señal reflejada, y después pasado un intervalo de tiempo, cambia la polarización y mide la potencia de la señal reflejada.

En otras realizaciones, los elementos del dispositivo pueden estar ubicados de distinta forma. Así, en una realización alternativa (mostrada en la figura 5), se cambia la ubicación del controlador de polarización (502), situándolo tras el puerto 2 del circulador (503) en vez de justo a la salida de la fuente óptica (501) (en general, se puede decir que la clave es que el controlador esté situado de tal manera que pueda modificar la polarización de la señal que incide sobre la posible ONT). De este modo, el dispositivo se comportará de igual forma y detectará si hay una ONT (505) conectada ópticamente o no, a partir de las mediciones de potencia óptica realizadas por el medidor óptico (504).

En otras realizaciones, se puede emplear un acoplador óptico en lugar de un circulador. Por ejemplo, en las configuraciones mostradas en las figuras 4a, 4b y 5, el dispositivo tendría la misma estructura solo que donde se encuentra el acoplador, se pondría un acoplador cuyo puerto común sería el que entrega/recibe la señal hacia/desde la ONT (es decir, el puerto común correspondería al puerto 2 (P2) del circulador). Como se ha indicado anteriormente, el acoplador tiene un puerto común y dos puertos de salida/entrada, y cada puerto transmite un porcentaje de la señal del puerto común. Este acoplador puede ser balanceado (cada puerto transmite un 50% de la señal del puerto común) o desbalanceado (cada puerto transmite un

porcentaje distinto de la señal del puerto común). Con objeto de proteger la óptica de la ONT y que no reciba una señal de elevada potencia que pueda producir daños en la misma, es preferible emplear un acoplador desbalanceado, por ejemplo, 90/10 o 95/5 (o de cualquier otro valor), de forma que se atenúa la señal incidente en la ONT, afectando lo mínimo posible a la señal reflejada por la ONT.

Por ejemplo, en un acoplador 90/10 que consiste en un elemento óptico con un puerto común, un puerto que transmite o recibe un 10% de la señal del puerto común y un puerto que transmite o recibe el 90%. Conectando a la salida de la fuente de luz (o del controlador de polarización) el puerto de menor porcentaje (en este caso 10%) protegería la ONT de posibles daños por una elevada potencia; el puerto de mayor porcentaje (en este caso 90%) se conecta al detector/medidor para minimizar la atenuación de la señal reflejada y el puerto común es el que se conectaría a la acometida óptica hacia el domicilio de cliente. Así, en este ejemplo, la señal óptica transmitida por la fuente óptica iría un 10% hacia la acometida de fibra óptica (puerto común) y por tanto hacia la ONT (si la hay). El resto de la potencia se pierde. La señal reflejada por la ONT vuelve a entrar al sistema por el puerto común del acoplador dirigiendo el 90% de la señal al detector óptico.

En una realización, se puede emplear un conmutador (1xN) para conectar el dispositivo a varias (N) acometidas. Por ejemplo, a todas las acometidas de una determinada CTO. En la figura 6 se muestra de manera esquemática un dispositivo con este conmutador.

El dispositivo seguiría constando de una fuente óptica (601) un controlador de polarización (602), un acoplador (603) y un detector óptico (604). En el ejemplo de la figura 6, al puerto 2 del circulador se conectaría el conmutador (606) y a su vez el conmutador se conectaría a N acometidas de fibra óptica (en otras realizaciones del dispositivo, como la que se muestra en la figura 5, el conmutador se conectaría entre el controlador de polarización y las acometidas ópticas o entre el circulador y el controlador de polarización).

El funcionamiento sería análogo al explicado para el caso de una sola acometida sólo que el dispositivo, de modo automático o manual, conmutaría entre los

diferentes puertos (acometidas) del conmutador y, para cada uno de ellos, variaría la polarización para determinar la existencia o no de ONT (605) (de la misma manera que se ha explicado antes para el caso de una sola acometida). Con este conmutador, el operario se ahorraría tener que ir pasando el dispositivo de acometida en acometida de cada CTO, con el consiguiente ahorro de tiempo y de mano de obra.

En este texto, la palabra “comprende” y sus variantes (como “comprendiendo”, etc.) no deben interpretarse de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, pasos, etc. Asimismo, en las reivindicaciones, la expresión “que comprende/comprendiendo” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye una pluralidad. Ningún símbolo de referencia en las reivindicaciones debe interpretarse como limitativo del alcance.

El diseño concreto de cada elemento y componente mostrado en las figuras es sólo a modo ilustrativo y de ejemplo; en ningún caso se quiere limitar el diseño de cada componente sólo al mostrado en dichas figuras

Los aspectos definidos en esta descripción detallada se proporcionan para ayudar a un entendimiento exhaustivo de la invención. Por consiguiente, los expertos en la técnica reconocerán que pueden realizarse variaciones, cambios y modificaciones de las realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención. Asimismo, la descripción de funciones y elementos muy conocidos se omiten por motivos de claridad y concisión.

Descrita suficientemente la naturaleza de la invención, así como la manera de realizarse en la práctica, hay que hacer constar la posibilidad de que sus diferentes partes podrán fabricarse en variedad de materiales, tamaños y formas, pudiendo igualmente introducirse en su constitución o procedimiento, aquellas variaciones que la práctica aconseje, siempre y cuando las mismas, no alteren el principio fundamental de la presente invención.