

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 703**

51 Int. Cl.:

H04J 14/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.01.2015 PCT/US2015/012080**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2015 WO15112508**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2015 E 15740223 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3092736**

54 Título: **Método de comunicación de terminal de línea óptica y dispositivo con estructura de datos**

30 Prioridad:

23.01.2014 US 201461930886 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.04.2019

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**LUO, YUANQIU;
GAO, BO y
EFFENBERGER, FRANK**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 710 703 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de comunicación de terminal de línea óptica y dispositivo con estructura de datos.

Antecedentes

5 Una red óptica pasiva (PON, por sus siglas en inglés) es un sistema para proveer acceso de red en "la última milla". Por ejemplo, la PON es una red de telecomunicaciones que incluye una red punto a multipunto (P2MP, por sus siglas en inglés) y que se compone de un terminal de línea óptica (OLT, por sus siglas en inglés) en la oficina central, una red de distribución óptica (ODN, por sus siglas en inglés) y múltiples unidades de red óptica (ONU, por sus siglas en inglés) en las instalaciones de los clientes.

10 La evolución para PON incluye PON en modo de transferencia asíncrona (APON, por sus siglas en inglés), que ha evolucionado hacia PON de Banda Ancha (BPON, por sus siglas en inglés), que es compatible hacia atrás con APON, que se define por el estándar G.983 del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T, por sus siglas en inglés). Otros sistemas incluyen PON Ethernet (EPON, por sus siglas en inglés) para Ethernet y tráfico de Internet. Incluso otras alternativas incluyen PON con capacidad de Gigabit (GPON, por sus siglas en inglés), definida por el estándar ITU-T G.984, que tiene una capacidad mejorada en comparación con APON y BPON, y es compatible hacia atrás. La serie de estándares G.984 define características generales de GPON (G.984.1) así como la especificación de capa física (G.984.2), especificación de capa de transmisión (G.984.3) y especificación de gestión y control de ONU (G.984.4).

20 Con una necesidad creciente de acceso abierto, están apareciendo sistemas PON que tienen múltiples OLT. Una PON con múltiples OLT puede permitir que múltiples proveedores de servicio compartan infraestructura. Sin embargo, un sistema PON con múltiples OLT presenta complicaciones en la coordinación y el control de los varios OLT. En consecuencia, existe una necesidad en la técnica de métodos y aparatos para la comunicación y el control entre OLT.

25 El documento US 2009/0162065A1 describe un reloj de referencia que se provee de un dispositivo externo o un OLT representativo a los sistemas completos para llevar a cabo la sincronización de relojes entre múltiples sistemas, de modo que los sistemas generales se sincronizan mediante la sincronización de cada OLT con el reloj de referencia.

Compendio

30 Por consiguiente, las realizaciones de la presente invención proveen un protocolo de comunicación entre OLT para gestionar el descubrimiento y la transición de ONU, en especial cuando se reasigna una ONU a lo largo de puertos OLT en un sistema PON de Multiplexación por División de la Longitud de Onda de Tiempo (TWDM, por sus siglas en inglés).

35 En algunas realizaciones de la presente invención, se describe un terminal de línea óptica (OLT), en donde el OLT se acopla a múltiples unidades de red óptica (ONU) a través de una red óptica pasiva (PON). El OLT incluye un transceptor configurado para comunicarse mediante un canal de gestión de una red de comunicación con múltiples OLT. La comunicación incluye enviar o recibir una notificación, en donde la notificación incluye lo siguiente: un identificador de OLT de origen asociado a un OLT de origen que envía la notificación, en donde el OLT de origen se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de la PON; un identificador de OLT de destino asociado a un OLT de destino que recibe la notificación, en donde el OLT de destino se configura para comunicarse en un segundo canal en una segunda longitud de onda de la PON; y un identificador de ONU asociado a una primera ONU asociada a la notificación.

40 En otras realizaciones, se describe un método para transferir comunicaciones entre dispositivos. El método se implementa por un OLT de origen acoplado, de manera comunicativa, a múltiples ONU a través de una PON y se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de la PON. El método incluye proveer, por el OLT de origen, una notificación a un OLT de destino que indica que una primera ONU sintonizará un segundo canal en una segunda longitud de onda asociada al OLT de destino en un canal de gestión de una red de comunicación entre OLT. El método incluye enviar, por el OLT de origen, un mensaje de "sintonizar longitud de onda" a la primera ONU en dicho primer canal que ordena a la primera ONU que sintonice el segundo canal. La notificación y el mensaje de sintonizar longitud de onda incluyen un identificador de OLT de origen asociado al OLT de origen, un identificador de OLT de destino asociado al OLT de destino, y un identificador de ONU asociado a la primera ONU.

50 En otra realización, se describe un método para llevar a cabo el proceso de traspaso de comunicaciones entre dispositivos. El método se implementa por un OLT de destino acoplado, de manera comunicativa, a múltiples unidades de red óptica (ONU) a través de una PON, en donde el OLT de destino se configura para comunicarse en un segundo canal en una segunda longitud de onda de la PON. El método incluye recibir, por el OLT de destino, un mensaje de notificación de un OLT de origen en un canal de gestión de una red de comunicación que indica que una primera ONU sintonizará el segundo canal en la segunda longitud de onda. El OLT de origen se acopla, de manera

comunicativa, a múltiples ONU a través de la PON y se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de la PON. El mensaje de notificación incluye un identificador de OLT de origen asociado al OLT, un identificador de OLT de destino asociado al OLT de destino, y un identificador de ONU asociado a la primera ONU. El método incluye enviar, por el OLT de destino, un mensaje de "concesión de traspaso" a la primera ONU en el segundo canal. El método incluye recibir, por el OLT de destino, un reconocimiento de la primera ONU en el segundo canal que indica la recepción del mensaje de concesión de traspaso.

Estos y otros objetos y ventajas de las varias realizaciones de la presente descripción se reconocerán por las personas con experiencia ordinaria en la técnica después de leer la siguiente descripción detallada de las realizaciones que se ilustran en las varias figuras de los dibujos.

10 Breve descripción

Los dibujos anexos, que se incorporan a y forman parte de la presente memoria descriptiva y en los cuales numerales iguales representan elementos iguales, ilustran realizaciones de la presente descripción y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la descripción.

15 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema PON con múltiples OLT configurado para llevar a cabo una función de traspaso de una ONU de un OLT a otro OLT a través de la comunicación entre OLT, según una realización de la presente descripción.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un OLT configurado para llevar a cabo una función de traspaso de una ONU, según una realización de la presente descripción.

20 La Figura 3 es un diagrama que muestra un flujo de mensajes a modo de ejemplo cuando se transfiere una ONU de un OLT a otro OLT, según una realización de la presente descripción.

Las Figuras 4A-B son diagramas de flujo que ilustran procesos a modo de ejemplo para transferir una ONU de un OLT a otro OLT, según realizaciones de la presente descripción.

25 La Figura 5 es un diagrama que muestra un flujo de mensajes a modo de ejemplo cuando se reenvía un mensaje dirigido a una ONU de un primer OLT a un segundo OLT para la entrega a la ONU, en donde el primer OLT no puede comunicarse con la ONU, según una realización de la presente descripción.

La Figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra la distribución de un reloj maestro a múltiples OLT dentro de una oficina central, según una realización de la presente descripción.

La Figura 7 es una tabla que ilustra elementos de datos de ONU a modo de ejemplo, según una realización de la presente descripción.

30 La Figura 8 es una tabla que ilustra elementos de datos de OLT a modo de ejemplo, según una realización de la presente descripción.

La Figura 9 es una tabla que provee solicitudes y notificaciones de cambio de estado a modo de ejemplo, según una realización de la presente descripción.

35 La Figura 10 es una tabla que ilustra elementos de formato de invocación de primitivas de protocolo ICTP a modo de ejemplo.

La Figura 11 es una tabla que ilustra primitivas de protocolo ICTP a modo de ejemplo.

Descripción detallada

40 Ahora se hará referencia en detalle a las varias realizaciones de la presente descripción, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos anexos. Mientras se describen en conjunto con dichas realizaciones, se comprenderá que no pretenden limitar la descripción a dichas realizaciones. Por el contrario, la descripción pretende cubrir alternativas, modificaciones y equivalentes, los cuales pueden incluirse dentro del alcance de la descripción según se define por las reivindicaciones anexas. Además, en la siguiente descripción detallada de la presente descripción, se establecen numerosos detalles específicos con el fin de proveer una comprensión exhaustiva de la presente descripción. Sin embargo, se comprenderá que la presente descripción puede practicarse sin dichos detalles específicos. En otras instancias, los métodos, procedimientos, componentes y circuitos conocidos no se han descrito en detalle con el fin de no oscurecer innecesariamente aspectos de la presente descripción.

Por consiguiente, las realizaciones de la presente invención proveen un protocolo de comunicación entre OLT para gestionar el descubrimiento y la transición de ONU, en especial cuando se reasigna una ONU a lo largo de puertos OLT en un sistema PON de Multiplexación por División de la Longitud de Onda de Tiempo (TWDM).

Algunas porciones de las descripciones detalladas que siguen se presentan en términos de procedimientos, etapas, bloques lógicos, procesamiento y otras representaciones simbólicas de funciones en bits de datos que pueden llevarse a cabo en la memoria del ordenador. Las presentes descripciones y representaciones son los medios usados por las personas con experiencia en las técnicas de procesamiento de datos para transmitir, de manera más eficaz, la sustancia de su trabajo a otras personas con experiencia en la técnica. Un procedimiento, etapa generada por ordenador, bloque lógico, proceso, etc., se concibe aquí y, en general, para ser una secuencia autocohérente de etapas o instrucciones que llevan a un resultado deseado. Las etapas son aquellas que requieren manipulaciones físicas de cantidades físicas, y se refieren a la acción y procesos de un sistema informático, o similares, incluido un procesador configurado para manipular y transformar datos representados como cantidades físicas (electrónicas) dentro de los registros y memorias del sistema informático en otros datos representados, de manera similar, como cantidades físicas dentro de memorias o registros del sistema informático u otro dispositivo de almacenamiento de información, transmisión o visualización.

Los diagramas de flujo de ejemplos de métodos para garantizar el tráfico de control de red se proveen, según realizaciones de la presente invención. Aunque etapas específicas se describen en los diagramas de flujo, dichas etapas son a modo de ejemplo. Es decir, realizaciones de la presente invención son apropiadas para llevar a cabo otras varias etapas o variaciones de las etapas enumeradas en los diagramas de flujo. Asimismo, las realizaciones descritas en la presente memoria pueden describirse en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador que residen en alguna forma de medio de almacenamiento legible por ordenador como, por ejemplo, módulos de programa, ejecutados por uno o más ordenadores u otros dispositivos. A modo de ejemplo, y no de limitación, el producto de software puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador permanente o no transitorio que puede comprender medios de almacenamiento de ordenador no transitorios y medios de comunicación. En general, los módulos de programa incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., que llevan a cabo tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. La funcionalidad de los módulos de programa puede combinarse o distribuirse según se desee en varias realizaciones.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema PON con múltiples OLT (p.ej., NG-PON2) 100 configurado para llevar a cabo una función de traspaso o "traspaso" de una ONU de un OLT a otro OLT a través de la comunicación entre OLT, según una realización de la presente descripción. A medida que la red de acceso del sistema PON 100 crece, la portadora/operadores necesitan operar y mantener múltiples puertos OLT, lo cual puede requerir el traspaso de ONU de un puerto OLT a otro. Por ejemplo, la portadora/operadores pueden apagar ciertos puertos OLT para ahorrar consumo de energía en la oficina central 110, y necesitan transferir ONU de modo que el servicio no se interrumpa. En otro ejemplo, durante el funcionamiento normal, si un puerto OLT se carga pesadamente con tráfico de red, el OLT correspondiente puede llevar a cabo el equilibrio de carga entre canales y puede ordenar a algunas de sus ONU asociadas que sintonicen sus canales de longitud de onda en sentido descendente y/o ascendente a otro puerto OLT que tiene tráfico más ligero.

El sistema PON 100 es una red de comunicación que no requiere que componentes activos distribuyan datos entre los múltiples OLT 120 y las múltiples ONU 170. Por ejemplo, los componentes ópticos pasivos en la ODN 160 se usan para distribuir datos entre los OLT y las ONU. Ejemplos de PON apropiadas para implementar realizaciones de la presente invención se describen dentro del contexto de la serie G.989 de las Recomendaciones ITU-T que describen la última o próxima generación de redes ópticas pasivas (NG-PON2) que proveen comunicaciones con capacidad de 40 Gigabits para aplicaciones residenciales, comerciales, *backhaul* (de retroceso) móvil y otras, todas las cuales se incorporan por referencia a la presente memoria como si se reprodujeran en su totalidad. NGPON2 se basa en la multiplexación de dominio de longitud de onda y comprende pares de canales o longitudes de onda que también usan el acceso múltiple de dominio temporal así como pares de canales de punto a punto dedicados. Las variantes de NG-PON2 pueden diferir en velocidades binarias de canales, alcance pasivo, rangos de longitud de onda utilizables y también con respecto a varias opciones de implementación. NG-PON2 es compatible hacia atrás con G-PON y XG-PON1, lo cual asegura que NG-PON2 pueda usarse para varias aplicaciones como, por ejemplo, aplicaciones de acceso, *backhaul* y *fronthaul* (conexión entre cabezas de radio remotas y unidades de banda base). Otras realizaciones de la presente invención que admiten PON incluyen APON, BPON y WDM PON, según se definen por uno o más estándares.

En particular, el sistema PON 100 puede comprender múltiples OLT 120, en la Figura 1 representados como OLT 1 ... N. Los múltiples OLT 120 se gestionan dentro de una oficina central 110, en una realización. En realizaciones de la presente invención, la comunicación entre OLT se implementa para facilitar la transferencia de ONU de un puerto OLT a otro dentro de la oficina central 110. Por ejemplo, la oficina central 110 incluye una plataforma de comunicación entre OLT o canal de gestión 140 que permite la comunicación entre los múltiples OLT 120. En una realización, la comunicación entre OLT incluye mensajes de radiodifusión de un OLT a los otros OLT en una comunicación. En otra realización, la comunicación entre OLT es entre pares, de modo que un OLT puede comunicarse directamente con otro OLT. Además, otros dispositivos pueden acoplarse a la plataforma de comunicación 140 para permitir la comunicación con los OLT 120. Por ejemplo, un controlador de OLT maestro separado provee gestión y control de OLT (p.ej., mediante la provisión de resolución de conflictos entre OLT). A

modo de ejemplos, la oficina central 110 puede ubicarse en un sitio que tiene interconexión de red de área local, o a lo largo de múltiples sitios que se comunican a través de una red de área amplia.

Las realizaciones de la presente invención describen la estructura de datos de comunicación para soportar la comunicación OLT, como cuando se lleva a cabo el traspaso de una o más ONU de un OLT a otro. La estructura de datos contiene elementos de información clave que se comunican entre los puertos OLT. De manera específica, la estructura de datos aplica al sistema o control y gestión de red entre múltiples puertos OLT.

Los múltiples OLT 120 se acoplan, de manera comunicativa, a la ODN 160 a través de una infraestructura compartida como, por ejemplo, un multiplexor (MUX) 150. En una realización, el MUX 150 lleva a cabo la multiplexación por división de longitud de onda (WDM, por sus siglas en inglés). En otra realización, el MUX 150 puede también configurarse para llevar a cabo la multiplexación por división del tiempo, de modo que el MUX 150 puede llevar a cabo la multiplexación por división de longitud de onda de tiempo (TWDM). Por ejemplo, tecnologías PON de próxima generación implementadas en el sistema PON 100 emplean múltiples longitudes de onda para apilar TDM-PON en una TWDM-PON. Como tal, cada puerto OLT en una TWDM-PON es, en general, una XG-PON que se ejecuta en un par de longitudes de onda en sentido descendente y ascendente. La característica apilada de TWDM-PON provee soporte al requisito de pagar a medida que se crece para portadoras/operadores. Es decir, una portadora/operador puede añadir nuevos puertos OLT con el fin de escalar de manera ascendente el rendimiento de la red para soportar nuevos clientes.

De manera específica, cada uno de los múltiples OLT 120 funcionan en una longitud de onda óptica diferente para la comunicación de datos en sentido descendente (p.ej., hacia las ONU 170), y funcionan en una longitud de onda diferente para la recepción de datos en sentido ascendente (p.ej., desde las ONU 170). Por ejemplo, cada OLT puede tener un par de longitudes de onda de canales de comunicación. Cada OLT se acopla a un puerto respectivo del WDM MUX 150 mediante canales 155 separados (p.ej., fibras). Más concretamente, en la dirección en sentido descendente, el WDM MUX 150 multiplexa señales ópticas de los canales 155 hacia un solo canal 190 (p.ej., fibra óptica), que se entrega a la ODN. El MUX 150 puede ser bidireccional, de modo que en la dirección en sentido ascendente, el WDM MUX 150 demultiplexa la señal en el canal 190 tomando la única señal de entrada y seleccionado una de las líneas de salida de datos que llevan a un OLT correspondiente (p.ej., puerto OLT).

La ODN 160 es un sistema de distribución de datos que puede incluir cables de fibra óptica u otro medio de transmisión óptica, acopladores, divisores, distribuidores y/u otro equipo. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 1, la ODN 160 puede incluir un divisor 165 que copia la señal en el canal 190 y distribuye las señales copiadas a las múltiples ONU 170 (numeradas 1 ... N) en una red de canal 175 (p.ej., fibras). El divisor 165 es bidireccional, con capacidad para combinar señales en sentido ascendente de las múltiples ONU 170 en una señal transmitida en el canal 190, y para copiar y distribuir una señal en sentido descendente de los múltiples OLT 120 en el canal 190 a las múltiples ONU 170 en la red de canal 175. En la dirección en sentido ascendente, las señales de las ONU 170 se combinan por un divisor en una señal antes de transmitirse en el canal 190. Más concretamente, los dispositivos ubicados dentro de la ODN 160 son componentes ópticos pasivos que no requieren energía para distribuir señales de datos entre los múltiples OLT 120 y las múltiples ONU 170.

Una ONU puede ser cualquier dispositivo que se configura para comunicarse con un OLT correspondiente, en donde la ONU se asocia a un cliente o usuario (no se muestra), y se ubica, normalmente, en el sitio de cliente. En general, una ONU provee un intermediario o interfaz entre un cliente y un OLT. Por ejemplo, las múltiples ONU 170 pueden reenviar datos recibidos de los múltiples OLT 120 a uno o más clientes. Además, las múltiples ONU 170 pueden reenviar datos recibidos del cliente otra vez a los múltiples OLT 120.

Más concretamente, una ONU puede incluir un transmisor óptico configurado para enviar señales ópticas a los múltiples OLT 120, y un receptor óptico configurado para recibir señales ópticas de los OLT 120. Es decir, la ONU puede sintonizar una longitud de onda en sentido descendente seleccionable y otra longitud de onda en sentido ascendente seleccionable, lo cual forma un par de longitudes de onda. La ONU puede incluir un convertidor que convierte una señal óptica en señales eléctricas para el extremo de cliente como, por ejemplo, convertirse en un modo de transferencia asíncrona (ATM, por sus siglas en inglés) o formato Ethernet. Además, la ONU puede incluir un segundo transmisor y/o receptor para enviar y/o recibir señales al y del extremo de cliente.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un OLT 200 configurado para llevar a cabo el traspaso de una ONU, según una realización de la presente descripción. Por ejemplo, el OLT 200 puede implementarse dentro de los múltiples OLT 120 en el sistema PON 100 de la Figura 1.

De manera específica, el OLT 200 (p.ej., un OLT de origen) se acopla a múltiples ONU a través de una PON y se configura para comunicarse con una o más ONU en un primer canal en una primera longitud de onda de la PON. Como un origen, el OLT 200 se configura para comunicarse con una primera ONU en el primer canal. Además, cuando se transfiere la ONU, el OLT 200 se configura para proveer una notificación al OLT de destino de que la ONU sintonizará un segundo canal en una segunda longitud de onda que se asocia al OLT de destino en un canal de gestión de una red de comunicación entre OLT.

Se aprecia que el OLT 200 se configura para comunicar información mediante una estructura de datos que soporta la comunicación OLT. De manera específica, la estructura de datos define las entidades de información clave que se necesitan para llevar a cabo la gestión de los puertos OLT como, por ejemplo, cuando se lleva a cabo el traspaso de una o más ONU de un OLT a otro. En una realización, cuando se lleva a cabo el traspaso, la estructura de datos en la notificación incluye al menos: un identificador de OLT de origen asociado al OLT de origen; un identificador de OLT de destino asociado al OLT de destino; y un identificador de ONU asociado a la ONU que se está transfiriendo. Otra información en la estructura de datos puede también incluirse, como se describirá de manera más completa más abajo.

En particular, el OLT 200 incluye un procesador 220 y memoria 230, donde el procesador 220 se configura para ejecutar instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en la memoria 220. Por ejemplo, el procesador 220 se configura para llevar a cabo el traspaso de una ONU de un OLT a otro OLT a través de la comunicación entre OLT, o para permitir las comunicaciones de un OLT a una ONU a través de otro OLT. En una realización, el procesador 220 lleva a cabo las funciones de una o más de las realizaciones a modo de ejemplo descritas y/o ilustradas en la presente memoria como, por ejemplo, las funciones llevadas a cabo por cualquiera de los OLT 120 en la Figura 1. Además, el procesador 220 puede incluirse dentro de un dispositivo o sistema informático de un solo procesador o con múltiples procesadores que puede ejecutar instrucciones legibles por ordenador. En una forma general, un dispositivo informático incluye al menos un procesador y una memoria de sistema. La memoria de sistema se acopla al procesador y, en general, representa cualquier tipo o forma de dispositivo o medio de almacenamiento no permanente o permanente que puede almacenar datos y/u otras instrucciones legibles por ordenador. Ejemplos de memoria de sistema incluyen, sin limitación, memoria de acceso aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés), memoria de solo lectura (ROM, por sus siglas en inglés), memoria flash o cualquier otro dispositivo de memoria apropiado.

De manera específica, el OLT 200 puede ser cualquier dispositivo que se configura para comunicarse con múltiples ONU (p.ej., ONU 120 de la Figura 1 en una PON) y/u otra red (no se muestra). Es decir, el OLT 200 puede configurarse para reenviar datos recibidos de la red a las múltiples ONU y para reenviar datos recibidos de las ONU a la red. El OLT 200 también incluye un convertidor que convierte datos recibidos de otra red en un formato compatible con las múltiples ONU ubicadas en una dirección en sentido descendente, en una realización.

Las comunicaciones en sentido descendente y ascendente al y del OLT 200 se facilitan a través del transceptor 240, de modo que el transceptor 240 se configura para reenviar comunicaciones a las ONU y para recibir comunicaciones de las ONU en una red ODN acoplada al puerto 260. El transceptor 240 se acopla a WDM 250 que actúa como un multiplexor/demultiplexor cuando transmite y/o recibe comunicaciones al y del puerto 260, en donde el puerto 260 se acopla a múltiples ONU a través de una ODN correspondiente, según se ha descrito previamente.

En una realización, el transceptor 240 incluye un componente de control de acceso al medio (MAC, por sus siglas en inglés) que provee mecanismos de control de acceso al canal y dirección para múltiples OLT que comparten un solo canal de comunicación en la red ODN. Por ejemplo, los métodos TWDM permiten las comunicaciones de uno o más OLT conectados a un medio de transmisión multipunto (p.ej., único canal) para compartir su capacidad (p.ej., transmitir y recibir). Por ejemplo, un método de multiplexación permite que varios trenes de datos compartan el mismo canal de comunicación físico. En una realización, el componente MAC 245 transmite tramas Ethernet.

Como se muestra en la Figura 2, el OLT 200 se configura para comunicarse en diferentes longitudes de onda ópticas para el tráfico en sentido ascendente y descendente, que forman el par de longitudes de onda OLT. Por ejemplo, en la dirección en sentido descendente, el OLT envía comunicaciones en sentido descendente en la longitud de onda λ_d , y recibe comunicaciones en sentido ascendente en la longitud de onda λ_u . El par de longitudes de onda, incluidas las longitudes de onda en sentido ascendente y descendente, puede ser diferente para cada uno de los OLT en una PON. Como tal, cuando se transfiere una ONU de un OLT a otro, las comunicaciones entre OLT identifican las longitudes de onda dentro de las realizaciones de la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de información 300 que muestra el flujo de mensajes cuando se transfiere una ONU de un OLT a otro OLT, según una realización de la presente descripción. De manera específica, los mensajes que se muestran en la Figura 3 se entregan entre un OLT de origen, un OLT de destino y una ONU. El OLT de origen transfiere la transmisión (mensajes en sentido descendente) y/o recepción (mensajes en sentido ascendente) de mensajes con la ONU al OLT de destino. Es decir, el OLT de origen ordena a una ONU que sintonice una o más de sus longitudes de onda para trabajar con el puerto del OLT de destino. Por ejemplo, una ONU puede transferirse entre OLT de una portadora particular para llevar a cabo la gestión de ancho de banda. En otro ejemplo, una ONU puede transferirse entre diferentes portadoras del sistema operativo de OLT porque un cliente está cambiando su red portadora. En ambos casos, el OLT de origen y el OLT de destino son componentes conocidos, y la Figura 3 ilustra los mensajes llevados a cabo entre los OLT cuando se transfiere una ONU.

En una realización, se supone que el OLT de origen (antes de llevar a cabo el traspaso de una ONU al OLT de destino) ha determinado o recibido previamente la información necesaria contenida en una estructura de datos para llevar a cabo el proceso de traspaso como, por ejemplo, uno o más de los siguientes: 1) un identificador de OLT de

destino; 2) un identificador de OLT de origen; 3) un identificador de ONU; 4) la longitud de onda/canal en sentido descendente actual para la ONU; 5) la longitud de onda/canal en sentido ascendente actual para la ONU; 6) una longitud de onda/canal en sentido descendente nuevo posible para la ONU; 7) una longitud de onda/canal en sentido ascendente nuevo posible para la ONU; 8) un tiempo de inicio de sintonización de ONU; y 9) un código de reconocimiento. En otra realización, la información se determina y/o se comunica entre el OLT de origen, OLT de destino y ONU durante el proceso de traspaso.

En particular, el OLT de origen y el OLT de destino necesitan poder coordinarse entre sí para manejar, de forma eficaz, la transición de la ONU de un OLT a otro. Durante el proceso de coordinación, el OLT de origen comunicará al OLT de destino un identificador que indica qué ONU se resintonizará. El OLT de origen tendrá o tiene detalles determinados sobre el par de longitudes de onda de OLT de destino. El OLT de destino reconoce su disposición para recibir la ONU antes de comenzar la transición. El OLT de destino también reconoce cuándo la transición está completa. Cada OLT tiene un ID OLT para identificarse, de manera única, en el proceso de comunicación entre OLT.

En una realización, algunos de los mensajes descritos en la Figura 3 se ajustan a un formato de mensaje de control de función de capa física y administración y mantenimiento (PLOAM, por sus siglas en inglés), donde el mensaje PLOAM es un protocolo usado en una PON correspondiente para enviar mensajes entre los OLT y las ONU. Por ejemplo, el mensaje PLOAM se define en la serie G.989 de las Recomendaciones ITU-T, previamente introducida. Por supuesto, cualquier formato apropiado usado para comunicar mensajes de control y gestión puede también usarse.

Como se muestra en la Figura 3, en 305, el OLT de origen envía una notificación de sintonizar longitud de onda al OLT de destino. Es decir, el OLT de origen notifica al OLT de destino que una ONU especificada cambiará una o más de sus longitudes de onda (longitudes de onda en sentido ascendente y/o descendente) por aquellas que se soportan por el OLT de destino. La notificación se entrega en la red de comunicación entre OLT como, por ejemplo, mediante la radiodifusión de la notificación de sintonizar longitud de onda en un canal de gestión. Los OLT pueden filtrar la notificación, de modo que solo el OLT al cual la notificación se dirige acepta el mensaje, donde los OLT que no son objetivo descartarán el mensaje de notificación. Como tal, en 310, el OLT de destino devuelve al OLT de origen un reconocimiento de que la notificación se ha recibido. En una realización, el OLT de destino también devuelve información adicional como, por ejemplo, sus longitudes de onda en sentido ascendente (p.ej., λ_{u2}) y/o descendente (p.ej., λ_{d2}).

Una vez que el OLT de destino confirma la notificación de sintonizar longitud de onda, en 315, el OLT de origen envía un comando de sintonizar longitud de onda a la ONU que ordena a la ONU que sintonice la nueva longitud de onda o longitudes de onda en un momento particular. En el ejemplo de la Figura 3, el comando de sintonizar longitud de onda ordena a la ONU que sintonice las nuevas longitudes de onda en sentido ascendente y descendente asociadas al OLT de destino. Es decir, el OLT de origen le dice a la ONU que sintonice su par de longitudes de onda actual de λ_{u1} , λ_{d1} en el nuevo par de longitudes de onda de λ_{u2} , λ_{d2} . Como tal, el comando incluye al menos el par de longitudes de onda para el OLT de destino (p.ej., longitud de onda en sentido ascendente λ_{u2} , y longitud de onda en sentido descendente λ_{d2}), según se ha descrito previamente.

Aunque el ejemplo provisto en la Figura 3 muestra que puede ordenarse a la ONU que sintonice las longitudes de onda en sentido ascendente y descendente asociadas al OLT de destino, otras realizaciones y ejemplos proveen la selección de sintonización, de modo que solo el comando de sintonizar longitud de onda ordena a la ONU que sintonice la longitud de onda en sentido ascendente λ_{u2} , o longitud de onda en sentido descendente λ_{d2} . Es decir, la ONU sintonizará uno o ambos de los canales en sentido ascendente y descendente en el par de longitudes de onda.

Además, el comando de sintonizar longitud de onda provee instrucciones sobre cuándo iniciar el proceso de sintonización mediante la inclusión de un tiempo para que la ONU inicie la sintonización en la nueva longitud de onda o longitudes de onda. Por ejemplo, la PON incluye un reloj de sistema que es conocido para todos los componentes del sistema PON, o al menos aquellas entidades implicadas en el proceso de traspaso. En una realización, el reloj de sistema implementa un contador de supertrama (SFC, por sus siglas en inglés) que usa tramas como un medio para coordinar el tiempo. Como se muestra, el comando de sintonizar longitud de onda incluye un tiempo de inicio de sintonización SFC_n , que indica el momento en el cual la ONU debe comenzar la sintonización de la nueva longitud de onda o longitudes de onda.

En 320 de la Figura 3, la ONU devuelve un reconocimiento al OLT de origen que indica la recepción del comando de sintonizar longitud de onda. Mientras tanto, el OLT de origen puede enviar mensajes de trama SFC contando hacia atrás el tiempo hasta el tiempo de inicio de sintonización SFC_n , para incluir los mensajes 325 y 330. Hasta este momento, al menos entre los mensajes 305 a 330, la ONU está funcionando en un estado de funcionamiento normal en la máquina de estado de ONU.

Además, el OLT de destino sabe que la ONU está sintonizando su longitud de onda en sentido ascendente λ_{u2} , y/o longitud de onda en sentido descendente λ_{d2} comenzando por el tiempo de inicio de sintonización SFC_n . Como tal, en algún punto después del tiempo de inicio de sintonización, indicado por SFC_n , el OLT de destino envía un

mensaje de notificar longitud de onda. Es decir, el mensaje de notificar longitud de onda usa el comando *ping* de la ONU para reconocer cuándo ha completado su proceso de sintonización y puede comunicarse con el OLT de destino.

5 El OLT de destino envía, de forma periódica, el mensaje de notificar longitud de onda hasta que la ONU devuelve un reconocimiento en 360, en una realización. Por ejemplo, los mensajes de notificar longitud de onda (p.ej., 340a-n) se entregan después de cada intervalo de trama DS 347, que incluye una o más tramas DS. En una realización, el mensaje de notificar longitud de onda se radiodifunde a las múltiples ONU. Además, hasta este punto, al menos entre los mensajes 330 y 340n, la ONU está funcionando en un estado de funcionamiento de sintonización de longitud de onda en la máquina de estado de ONU.

10 Cuando la ONU finaliza, con éxito, la sintonización de longitud de onda, puede comunicarse con el OLT de destino mediante el uso de la longitud de onda en sentido ascendente λ_{u2} , y/o la longitud de onda en sentido descendente λ_{d2} . Como tal, la ONU puede recibir el último mensaje de notificar longitud de onda 340n, y responder mediante el envío de un mensaje de reconocimiento 360 otra vez al OLT de destino. El mensaje de reconocimiento 360 indica que la ONU está ahora en línea usando las nuevas longitudes de onda en sentido descendente y/o ascendente.

15 La Figura 4A es un diagrama de flujo 400A que ilustra un proceso a modo de ejemplo para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU del OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de origen, según una realización de la presente descripción. En una realización, el diagrama de flujo 400A es un método implementado por ordenador para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU del OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de origen. En otra realización, el diagrama de
 20 flujo 400A se implementa dentro de un sistema de ordenador que incluye un procesador y memoria acoplada al procesador y que tiene almacenadas allí instrucciones que, si se ejecutan por el sistema de ordenador, hacen que el sistema ejecute el método para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU del OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de origen. En incluso otra realización, las instrucciones para llevar a cabo el método se almacenan en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que
 25 tiene instrucciones ejecutables por ordenador para hacer que un sistema de ordenador lleve a cabo el método para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU del OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de origen. Las funciones del diagrama de flujo 400A se implementan dentro de un OLT que se muestra en las Figuras 1 y 2, en algunas realizaciones de la presente descripción. Además, el diagrama de flujo 400A puede además describir una o más funciones llevadas a cabo durante el traspaso de una ONU de un OLT a otro según se describe en el diagrama de flujo de información 300 de la Figura 3.

El diagrama de flujo 400A de la Figura 4A describe el proceso llevado a cabo por un OLT de origen cuando transfiere comunicaciones con una ONU a un OLT de destino. Es decir, el OLT de origen transfiere la transmisión (mensajes en sentido descendente) y/o recepción (mensajes en sentido ascendente) de mensajes con la ONU al
 35 OLT de destino. El OLT de origen se acopla, de manera comunicativa, a múltiples ONU a través de una PON. En particular, el OLT de origen se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de la PON. El primer canal puede ser el canal en sentido descendente o el canal en sentido ascendente.

El diagrama de flujo 400A se lleva a cabo después de que el OLT de origen determina llevar a cabo o se le ordena que lleve a cabo el traspaso de una o más longitudes de onda usadas para comunicarse con una ONU. En 410, el método incluye proveer una notificación al OLT de destino de que una primera ONU sintonizará un segundo canal en una segunda longitud de onda asociada al OLT de destino en un canal de gestión de una red de comunicación entre
 40 OLT. Por ejemplo, el OLT de origen puede estar transfiriendo a un OLT de destino una comunicación en sentido descendente a una ONU que actualmente se maneja por el OLT de origen. En otro ejemplo, el OLT de origen puede estar transfiriendo a un OLT de destino una comunicación en sentido ascendente con una ONU que actualmente se maneja por el OLT de origen. En incluso otro ejemplo, el OLT de origen puede estar transfiriendo a un OLT de
 45 destino una comunicación tanto en sentido ascendente como descendente con una ONU que actualmente se maneja por el OLT de origen. Un reconocimiento puede también recibirse en el OLT de origen, del OLT de destino, que indica la recepción del mensaje de notificación.

En una realización, el mensaje de notificación se radiodifunde a múltiples OLT en un canal de gestión. Es decir, el mensaje de notificación se radiodifunde en una plataforma de comunicación entre OLT. El OLT previsto para recibir el mensaje de notificación puede determinar que el mensaje de notificación está dirigido a sí mismo. Por ejemplo, los
 50 OLT pueden analizar el encabezamiento para determinar qué OLT de destino debe manejar el mensaje de notificación.

La información necesaria usada para implementar el traspaso también se determina o provee al OLT de origen. En una realización, el identificador de OLT (ID OLT) provee información clave. El contenido del ID OLT puede ser el ID PON especificado en la Recomendación ITU-T 987.3, los ID de canal para un par de longitudes de onda en sentido descendente y ascendente; el ID de una longitud de onda/canal individual; la TAG PON especificada en la Recomendación ITU-T 987.3; o el ID de un puerto OLT, etc.

En 420, el método incluye enviar un mensaje de sintonizar longitud de onda a la primera ONU en el primer canal que ordena a la primera ONU sintonizar el segundo canal. Por ejemplo, el OLT de origen puede enviar un comando a la primera ONU para que sintonice la longitud de onda en sentido descendente asociada al OLT de destino con el fin de recibir datos del OLT de destino. En otra instancia, el OLT de origen puede enviar un comando a la primera ONU para que sintonice la longitud de onda en sentido ascendente asociada al OLT de destino, de modo que la primera ONU enviará ahora mensajes al OLT de destino en lugar del OLT de origen. En incluso otra instancia, el OLT de origen puede enviar un comando a la primera ONU para que sintonice las longitudes de onda tanto en sentido ascendente como descendente asociadas al OLT de destino, de modo que la primera ONU solo se comunicará ahora con el OLT de destino. Un reconocimiento puede también recibirse en el OLT de origen de la ONU e indicar la recepción del mensaje de sintonizar longitud de onda.

En una realización, el mensaje de sintonizar longitud de onda se radiodifunde a múltiples ONU a través de una ODN correspondiente mediante el uso de un canal en sentido descendente asociado al OLT de origen. Dicho canal en sentido descendente puede también transferirse, en una implementación. La ONU prevista para recibir el mensaje de notificación determina que el mensaje de sintonizar longitud de onda está dirigido a sí misma. Por ejemplo, las ONU pueden analizar el encabezamiento para determinar qué ONU de destino debe manejar el mensaje de sintonizar longitud de onda.

En una realización, la información necesaria para implementar un traspaso incluida dentro del mensaje de notificación y/o el mensaje de sintonizar longitud de onda se provee en una estructura de datos. Por ejemplo, el mensaje de notificación y/o mensaje de sintonizar longitud de onda incluye al menos uno de los siguientes: 1) un identificador de OLT de destino; 2) un identificador de OLT de origen; y 3) un identificador de ONU. En otra realización, el mensaje de notificación y/o mensaje de sintonizar longitud de onda incluye información adicional, que incluye al menos uno de los siguientes: 1) la longitud de onda/canal en sentido descendente actual para la ONU; 2) la longitud de onda/canal en sentido ascendente actual para la ONU; 3) una longitud de onda/canal en sentido descendente nuevo posible para la ONU; 4) una longitud de onda/canal en sentido ascendente nuevo posible para la ONU; 5) un tiempo de inicio de sintonización de ONU; y 6) un código de reconocimiento. En aras de la ilustración, la estructura de datos provista en un mensaje de notificación y/o el mensaje de sintonizar longitud de onda puede estructurarse de la siguiente manera:

```
{
  ID OLT de destino,
  ID OLT de origen,
  ID de ONU,
  longitud de onda/canal en sentido descendente actual de la ONU,
  longitud de onda/canal en sentido ascendente actual de la ONU,
  longitud de onda/canal en sentido descendente nuevo de la ONU,
  longitud de onda/canal en sentido ascendente nuevo de la ONU,
  tiempo de inicio de sintonización de ONU,
  código de reconocimiento,
}
```

La Figura 4B es un diagrama de flujo 400B que ilustra un proceso a modo de ejemplo para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU de un OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de destino, según una realización de la presente descripción. En una realización, el diagrama de flujo 400B es un método implementado por ordenador para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU del OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de destino. En otra realización, el diagrama de flujo 400B se implementa dentro de un sistema de ordenador que incluye un procesador y memoria acoplada al procesador y que tiene almacenadas allí instrucciones que, si se ejecutan por el sistema de ordenador, hacen que el sistema ejecute el método para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU del OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de origen. En incluso otra realización, las instrucciones para llevar a cabo el método se almacenan en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones ejecutables por ordenador para hacer que un sistema de ordenador lleve a cabo el método para transferir comunicaciones de al menos un canal usado por una ONU del OLT de origen a un OLT de destino según se implementa por el OLT de destino. Las funciones del diagrama de flujo 400B se implementan dentro de un OLT que se muestra en las Figuras 1 y 2, en algunas realizaciones de la presente descripción. De manera adicional, el diagrama de flujo 400B puede además describir una o más funciones llevadas a cabo durante el traspaso de una

ONU de un OLT a otro según se describe en el diagrama de flujo de información 300 de la Figura 3. Además, el diagrama de flujo 400B puede implementarse en conjunto con el diagrama de flujo 400A.

El diagrama de flujo 400B describe el proceso llevado a cabo por un OLT de destino cuando participa en el traspaso de comunicaciones de una ONU de un OLT de origen al OLT de destino. Es decir, en lugar del OLT de origen, el OLT de destino se comunicará con la ONU en el canal de transmisión especificado (p.ej., para mensajes en sentido descendente) y/o canal de recepción (p.ej., para mensajes en sentido ascendente). El OLT de origen y el OLT de destino se acoplan, de manera comunicativa, a múltiples ONU a través de una PON, aunque en un momento específico en el tiempo el OLT de origen y el OLT de destino pueden acoplarse a diferentes subconjuntos de ONU tomados de las múltiples.

En particular, el OLT de origen se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de la PON. El OLT de destino se configura para comunicarse en un segundo canal en una segunda longitud de onda de la PON. Por ejemplo, el primer canal y el segundo canal pueden ser combinaciones diferentes tomadas de un canal en sentido ascendente y un canal en sentido descendente. En una implementación, el OLT de origen se comunica con ONU en un primer canal que es un canal en sentido descendente, y el OLT de destino se comunica con ONU en un segundo canal que es un canal en sentido descendente.

El diagrama de flujo 400B se lleva a cabo por el OLT de destino durante el traspaso de una o más longitudes de onda usadas para comunicarse con una ONU. En 450, el método incluye recibir un mensaje de notificación del OLT de origen en un canal de gestión de una red de comunicación entre OLT de que una primera ONU sintonizará el segundo canal en la segunda longitud de onda asociada al OLT de destino. Por ejemplo, el OLT de origen transfiere a un OLT de destino una comunicación en sentido descendente a una ONU que actualmente se maneja por el OLT de origen. En otro ejemplo, el OLT de origen transfiere a un OLT de destino una comunicación en sentido ascendente con una ONU que actualmente se maneja por el OLT de origen. En incluso otro ejemplo, el OLT de origen transfiere a un OLT de destino una comunicación tanto en sentido ascendente como descendente con una ONU que actualmente se maneja por el OLT de origen. El OLT de destino puede también enviar un reconocimiento otra vez al OLT de origen que indica la recepción del mensaje de notificación.

Según se ha descrito previamente, en una realización, la información necesaria para implementar un traspaso incluida dentro del mensaje de notificación se provee en una estructura de datos. Por ejemplo, el mensaje de notificación incluye al menos uno de los siguientes: 1) un identificador de OLT de destino; 2) un identificador de OLT de origen; y 3) un identificador de ONU. En otra realización, el mensaje de notificación puede incluir información adicional, que incluye al menos uno de los siguientes: 1) la longitud de onda/canal en sentido descendente actual para la ONU; 2) la longitud de onda/canal en sentido ascendente actual para la ONU; 3) una longitud de onda/canal en sentido descendente nuevo posible para la ONU; 4) una longitud de onda/canal en sentido ascendente nuevo posible para la ONU; 5) un tiempo de inicio de sintonización de la ONU; y 6) un código de reconocimiento.

En este punto, durante el proceso de traspaso, el OLT de destino está buscando confirmación de la primera ONU que indica finalización del traspaso de uno o más canales del OLT de origen al OLT de destino. En particular, en 460, el método incluye enviar un mensaje de concesión de traspaso del OLT de destino a la primera ONU en el segundo canal.

Por ejemplo, en una implementación, el OLT de origen transfiere comunicación en sentido descendente con la primera ONU, de modo que el OLT de destino enviará comunicaciones en sentido descendente. En dicho caso, el OLT de destino se configura para utilizar el comando *ping* de la primera ONU mediante el uso del mensaje de concesión de traspaso en el segundo canal, que es el canal en sentido descendente para el OLT de destino.

En otro ejemplo, el OLT de origen transfiere una comunicación en sentido ascendente con la ONU, de modo que el OLT de destino recibirá comunicaciones en sentido ascendente de la primera ONU. En dicho caso, la primera ONU puede continuar recibiendo comunicaciones en sentido descendente del OLT de origen. Como tal, el OLT de destino puede enviar el mensaje de concesión de traspaso a través del OLT de origen, que actúa como un *proxy*, según se describe más en la Figura 5.

En 470, el método incluye recibir un reconocimiento de la primera ONU en el segundo canal que indica recepción del mensaje de concesión de traspaso. En una realización, el mensaje de concesión de traspaso se entrega, de forma reiterada, hasta que un reconocimiento se reciba de la primera ONU. En este punto, el OLT de destino finaliza la entrega periódica del mensaje de concesión de traspaso.

En una realización, el mensaje de concesión de traspaso se radiodifunde a múltiples ONU a través de una ODN correspondiente mediante el uso de un canal en sentido descendente asociado al OLT de destino y/o OLT de *proxy*. La ONU prevista para recibir el mensaje de concesión de traspaso determina que el mensaje se dirige a sí misma, según se ha descrito previamente.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de información 500 que muestra el flujo de mensajes cuando se reenvía un mensaje dirigido a una ONU de un primer OLT a un segundo OLT para la entrega a la ONU, donde el primer OLT no

puede comunicarse con la ONU, según una realización de la presente descripción. Por ejemplo, en una situación de conmutación por error, el primer OLT no puede comunicarse en un canal en sentido descendente con la ONU y ha transferido la presente responsabilidad al segundo OLT. El primer OLT continúa comunicándose con la ONU en una longitud de onda en sentido ascendente. El primer OLT puede comunicarse con la ONU mediante el uso del segundo OLT como un *proxy* para entregar mensajes en sentido descendente al OLT como, por ejemplo, comandos de gestión y control PLOAM. En otro ejemplo, un proceso de traspaso puede solo transferir un canal como, por ejemplo, un canal en sentido descendente. Es decir, el OLT de origen ha transferido el manejo de comunicaciones en sentido descendente de la ONU a un OLT de destino, pero el OLT de origen aún maneja la comunicación en sentido ascendente de la ONU. En dicho caso, el OLT de origen no puede comunicarse directamente (p.ej., mediante el envío de comandos de gestión y control PLOAM) con la ONU en su canal en sentido descendente. Como tal, el OLT de origen puede usar el OLT de destino como un *proxy* para comunicarse con la ONU. En incluso otras realizaciones, el proceso que se muestra en la Figura 5 puede adaptarse para entregar comunicaciones en sentido ascendente de la ONU al primer OLT mediante el uso del segundo OLT como un *proxy* como, por ejemplo, cuando la ONU se comunica con el primer OLT mediante el uso de un canal en sentido descendente, pero se comunica con el segundo OLT mediante el uso del canal en sentido ascendente.

De manera específica, los mensajes que se muestran en la Figura 5 se entregan entre un primer OLT (p.ej., un OLT de origen), un segundo OLT (p.ej., un OLT de destino) y una ONU. El segundo OLT actúa como un *proxy* para el primer OLT con el fin de entregar comunicaciones en sentido descendente a la ONU. Por ejemplo, la longitud de onda/canal en sentido ascendente de ONU está con el primer OLT, y la longitud de onda/canal en sentido descendente de ONU es el segundo OLT. Como resultado, el segundo OLT se configura para reenviar mensajes recibidos del primer OLT a la ONU mediante el uso de su canal en sentido descendente.

En una realización, algunos de los mensajes reenviados descritos en la Figura 5 se ajustan a un formato de mensaje de control PLOAM. Por ejemplo, los mensajes reenviados pueden ser mensajes de control y gestión PLOAM, en una realización. Por supuesto, otras realizaciones son apropiadas para cualquier formato adecuado usado para comunicar mensajes de control y gestión. Por ejemplo, los mensajes reenviados pueden ser una asignación de oportunidad de transmisión en sentido ascendente (dicho Mapa de Ancho de Banda).

Como se muestra en la Figura 5, en 505, el primer OLT envía una solicitud de reenvío al segundo OLT para entregar un mensaje a la ONU. La solicitud de reenvío incluye el mensaje que se reenviará como, por ejemplo, un mensaje de control y/o gestión PLOAM. Por ejemplo, el primer OLT puede haber transferido la responsabilidad de las comunicaciones en sentido descendente con la ONU al segundo OLT, pero el primer OLT aún se está comunicando con la ONU en su canal en sentido ascendente. En dicho caso, la solicitud de reenvío se entrega del primer OLT en un canal de gestión de una red de comunicación entre OLT al segundo OLT.

En 510, el segundo OLT envía el mensaje reenviado a la ONU mediante el uso de su canal de longitud de onda en sentido descendente. En una realización, el mensaje reenviado se radiodifunde a múltiples ONU a través de una ODN correspondiente. La ONU prevista para recibir el mensaje reenviado determina que el mensaje está dirigido a sí misma.

En 515, después de recibir el mensaje reenviado del segundo OLT, la ONU puede enviar una respuesta al primer OLT. En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, el primer OLT aún se está comunicando con la ONU mediante el uso de una longitud de onda/canal en sentido ascendente, y puede recibir comunicaciones en sentido ascendente de la ONU. En una implementación, la respuesta es un mensaje de reconocimiento que confirma la recepción del mensaje reenviado.

En una realización, la información necesaria para implementar el proceso de reenvío se provee en una estructura de datos. Por ejemplo, el mensaje de solicitud de reenvío incluye al menos uno de los siguientes: 1) un primer identificador de OLT; 2) un segundo identificador de OLT; y 3) un identificador de ONU. En otra realización, la solicitud de reenvío incluye información adicional, que incluye al menos uno de los siguientes: 1) el mensaje que se reenviará; y 2) el mapa de ancho de banda que se reenviará. En aras de la ilustración, un ejemplo provee usar un OLT de origen como el primer OLT, y el OLT de destino como el segundo OLT. La estructura de datos provista en un mensaje de solicitud de reenvío puede estructurarse de la siguiente manera:

```
{
50 ID OLT de destino,
    ID OLT de origen,
    ID de ONU,
    Mensaje PLOAM que se reenviará,
    Mapa de Ancho de Banda que se reenviará,
}
```

La comunicación entre OLT que se muestra en la Figura 5 puede usarse cuando inicialmente se sintonizan o resintonizan ONU a lo largo de uno o más puertos OLT. La comunicación entre OLT puede resolver diferencias en la sintonización usada por diferentes formatos de comunicación como, por ejemplo, cuando se resuelven conflictos entre TWDM-PON y WDM punto a punto (PtP, por sus siglas en inglés). En particular, cuando una ONU se añade primero a la ODN, atravesará un proceso de sintonización de su receptor en la primera longitud de onda que pueda encontrar en el sistema. Después de sintonizar su receptor, comenzará el proceso de sintonizar el transmisor, según su conocimiento del OLT de receptor recuperado de la información de anuncio de canal incorporada a la trama en sentido descendente. Los métodos para evitar la interrupción de PON frente a transferencias ONU inesperadas cuando se transfieren ONU pueden también implementarse a través del proceso que se muestra en la Figura 5. El OLT puede no tener la capacidad para comunicarse con la nueva ONU en la etapa inicial y, como tal, el protocolo de comunicación entre OLT permitirá entonces que el OLT receptor informe la existencia de la nueva ONU a otros OLT. En otro caso, el OLT (que puede ordenar a la nueva ONU) responderá, en caso de una mala conducta de la ONU, intentado deshabilitar, estacionar o convertir la ONU (transmisor o receptor o ambos) mediante la resintonización de esta en un par puerto OLT/canal diferente. En incluso otro caso, cuando una ONU se asocia a dos OLT (por ejemplo, su sentido ascendente es con OLT1 y su sentido descendente es con OLT2), el protocolo de comunicación entre OLT permite al OLT en sentido ascendente (p.ej., OLT1) enviar mensajes mediante el OLT en sentido descendente (p.ej., OLT2) a la ONU. Estos tipos de colaboraciones entre OLT se muestran en la Figura 5. Varios escenarios que usan la comunicación entre OLT se describen más abajo, incluida la activación de ONU; estacionamiento de ONU huérfanas; ONU conectadas a la ODN incorrecta; y aislamiento de ONU maliciosa.

Para la activación de ONU, el descubrimiento y alcance de ONU pueden ocurrir de manera más eficaz si un puerto OLT puede comunicar la longitud de onda asociada apropiada para usar en la comunicación en sentido ascendente. Cuando una ONU sintoniza una longitud de onda dada, el OLT receptor primero verifica su base de datos de aprovisionamiento y luego consulta a otros OLT para determinar la longitud de onda de destino de la ONU y pasa la asignación de longitud de onda a la ONU. El protocolo facilita las comunicaciones entre los OLT para determinar el destino final de la ONU.

Cuando se estacionan ONU huérfanas, para evitar que una ONU que se conecta al sistema y no se asigna a los puertos OLT entre en un bucle de sintonización continuo, el OLT se comunicará con el resto de la comunidad OLT para determinar un destino final. Si la ONU no se asigna a un OLT, entonces puede estacionarse en el OLT hasta que la asignación de longitud de onda pueda descubrirse y, de esta manera, minimizar sustancialmente la pérdida de recursos y la potencial actividad de ONU maliciosa.

En un caso donde una ONU se coloca en la ODN incorrecta, el bastidor de OLT puede consultar a la comunidad de bastidores OLT e informar la ubicación de una ONU con respecto a la aparición de ODN y sistema. Ello facilita la resolución más rápida de problemas y ayuda al operador a resolver problemas en la activación de ONU.

Con tantas longitudes de onda en uso en un sistema PON y con el uso de tecnología sintonizable, el riesgo de ONU maliciosas aumenta potencialmente. Cuando una ONU maliciosa está presente, los OLT necesitan solicitar asistencia de los otros OLT en el sistema para aislar la ONU. El proceso puede incluir solicitar un "informe de asistencia" entre OLT.

Los escenarios mencionados anteriormente describen la comunicación entre OLT en la misma ODN o a lo largo de ODN. Es importante identificar las situaciones de operación de dichos escenarios, dado que determina en qué grado de "tiempo real" ocurre el intercambio entre OLT. En caso de administración, por ejemplo, las situaciones operativas incluyen lo siguiente: ensayo de sistema en entorno de laboratorio (p.ej., ensayo en un enfoque PICS para sintonizar/resintonizar la calificación de las operaciones); reducción del número de puertos activos (p.ej., en un contexto de pago según se recibe); ahorros OPEX a través del apagado temporario de puertos OLT infrautilizados para ahorros de energía; y funciones de mantenimiento planificadas. En caso de atención al cliente, por ejemplo, las situaciones operativas incluyen lo siguiente: añadir una ONU adicional (p.ej., en un contexto de autoinstalación, o por intervención del técnico); despertar de la ONU después de un período de reposo, que puede depender de la desplazamiento de TRx ONU; y resolución de problemas. En una implementación, los intercambios entre OLT ocurren en un período suficiente para permitir la reanudación de la operación total dentro de un período aceptable.

La Figura 6 es un diagrama 600 que ilustra la distribución de un reloj maestro anfitrión 610 a múltiples OLT (p.ej., OLTa-n) dentro de una oficina central, según una realización de la presente descripción. Los OLT se asocian a múltiples relojes subordinados 630. Como se muestra en la Figura 6, el reloj maestro anfitrión 610 genera una señal de reloj 650 en la salida 640. La señal de reloj 650 se copia y distribuye en múltiples canales en conexiones lógicas a los OLT. En dicha manera, el reloj subordinado para cada OLT se cronometra mediante el uso de la señal de reloj 650 copiada. En una implementación, diferencias de cables dentro del OLT pueden ser de alrededor de 100 metros, y la diferencia de tiempo real entre OLT es de alrededor de +/-2 μ s.

En una realización, es necesario proveer una alineación razonable de ventanas silenciosas a lo largo de todos los puertos OLT en una ODN dada. Cuando varios bastidores OLT se usan para implementar un sistema TWDM-PON,

- la sincronización de ToD y fase a través de interfaces SNI es obligatoria. La sincronización se provee a través del reloj maestro. Es decir, el reloj maestro se usa para sincronizar ventanas silenciosas OLT. La sincronización de las ventanas silenciosas entre todos los OLT que comparten la misma ODN minimiza la interrupción provocada en un puerto OLT dado por ONU que intentan activarse. En particular, mediante la utilización del protocolo de comunicación entre OLT, los detalles sobre la ventana silenciosa pueden compartirse entre los OLT. Los OLT pueden verificar su fuente de temporización y la temporización de su ventana silenciosa. Los OLT pueden negociar cambios en la ventana de temporización. Una trama de referencia común para la sincronización sustancialmente minimiza la sintonización/alance para ONU y OLT y, por consiguiente, la fluctuación de fase en sentido ascendente se reduce, en especial para aplicaciones móviles.
- 5 La Figura 7 es una tabla 700 que ilustra elementos de datos de ONU a modo de ejemplo que se pasan mediante el uso del protocolo de comunicaciones entre OLT. La Figura 8 es una tabla 800 que ilustra elementos de datos de OLT a modo de ejemplo que se pasan mediante el uso del protocolo de comunicaciones entre OLT. La Figura 9 es una tabla 900 que provee una lista de solicitudes y notificaciones de cambio de estado a modo de ejemplo usada por el protocolo de comunicaciones entre OLT.
- 10 Varias funciones de capa NG-PON2 TC requieren la interacción entre NG-PON2 CT mediante el Protocolo Entre CT. Para TWDM CT, dichas funciones incluyen, por ejemplo, las siguientes: compartir perfil y estado de canal; activación de ONU; sintonización de ONU; y mitigación de ONU maliciosa. Además, la función de la mitigación de ONU maliciosa puede requerir la interacción entre TWDM CT y PtP WDM CT. Los procedimientos de capa NG-PON2 TC que implementan dichas funciones interactúan con el Protocolo ICT por medio de Primitivas ICTP. Existen dos tipos de primitivas ICTP: compromisos de transacción y mensajes. Una transacción se compone de intercambios de mensajes de nivel inferior y se trata como una operación atómica. Las invocaciones de primitivas ICTP por los procedimientos de capa TC tienen el siguiente formato: ICTP:<Nombre> (ID ODN, SRC, DST, Parámetros). La Figura 10 es una tabla 1000 que ilustra elementos de formato de invocación de primitivas de protocolo ICTP a modo de ejemplo. La Figura 11 es una tabla 1100 que ilustra primitivas de protocolo ICTP a modo de ejemplo.
- 15 Por consiguiente, según las realizaciones de la presente descripción, se describen sistemas y métodos para proveer un protocolo de comunicación entre OLT, que implica estructura de datos, para gestionar el descubrimiento y la transición de ONU.
- 20 Mientras la descripción anterior establece varias realizaciones mediante el uso de diagramas de bloque, diagramas de flujo y ejemplos específicos, cada componente de diagrama de bloques, etapa de diagrama de flujo, operación y/o componente descrito y/o ilustrado en la presente memoria puede implementarse, de manera individual y/o conjunta, mediante el uso de un amplio rango de configuraciones de hardware, software o firmware (o cualquier combinación de ellos). Además, cualquier descripción de componentes contenida dentro de otros componentes debe considerarse como ejemplos dado que muchas otras arquitecturas pueden implementarse para lograr la misma funcionalidad.
- 25 Los parámetros del proceso y la secuencia de etapas descritos y/o ilustrados en la presente memoria se proveen a modo de ejemplo solamente y pueden variar según se desee. Por ejemplo, mientras las etapas ilustradas y/o descritas en la presente memoria pueden mostrarse o describirse en un orden particular, dichas etapas no necesitan necesariamente llevarse a cabo en el orden ilustrado o descrito. Los varios métodos a modo de ejemplo descritos y/o ilustrados en la presente memoria pueden también omitir una o más de las etapas descritas o ilustradas en la presente memoria o incluir etapas adicionales además de aquellas descritas.
- 30 Mientras varias realizaciones se han descrito y/o ilustrado en la presente memoria en el contexto de sistemas informáticos totalmente funcionales, una o más de dichas realizaciones a modo de ejemplo pueden distribuirse como un producto de programa en una variedad de formas, independientemente del tipo particular de medios legibles por ordenador usados para realmente llevar a cabo la distribución. Las realizaciones descritas en la presente memoria pueden también implementarse mediante el uso de módulos de software que llevan a cabo ciertas tareas. Dichos módulos de software pueden incluir guión, lote o cualquier otro archivo ejecutable que pueda almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador o en un sistema informático. Dichos módulos de software pueden configurar un sistema informático para llevar a cabo una o más de las realizaciones a modo de ejemplo descritas en la presente memoria. Uno o más de los módulos de software descritos en la presente memoria pueden implementarse en un entorno informático en la nube. Los entornos informáticos en la nube pueden proveer varios servicios y aplicaciones mediante Internet. Dichos servicios basados en la nube (p.ej., software como un servicio, plataforma como un servicio, infraestructura como un servicio, etc.) pueden ser accesibles a través de un navegador web u otra interfaz remota. Varias funciones descritas en la presente memoria pueden proveerse a través de un entorno de escritorio remoto o cualquier otro entorno informático basado en la nube.
- 35 Aunque la presente invención y sus ventajas se han descrito en detalle, debe comprenderse que varios cambios, reemplazos y alteraciones pueden llevarse a cabo en la presente memoria sin apartarse del alcance de la invención según se define por las reivindicaciones anexas. Muchas modificaciones y variaciones son posibles en vista de las enseñanzas de más arriba. Las realizaciones se han elegido y descrito con el fin de explicar mejor los principios de
- 40
- 45
- 50
- 55

la invención y sus aplicaciones prácticas para, por consiguiente, permitir a otros con experiencia en la técnica utilizar mejor la invención y varias realizaciones con varias modificaciones según pueda ser apropiado para el uso particular contemplado.

- 5 Por consiguiente, se describen las realizaciones según la presente descripción. Mientras la presente descripción se ha descrito en realizaciones particulares, debe apreciarse que la descripción no debe interpretarse como limitada por dichas realizaciones, sino, más bien, interpretarse según las reivindicaciones de más abajo.

REIVINDICACIONES

1. Un terminal de línea óptica, al que de aquí en adelante se hace referencia como OLT, (200) acoplado a múltiples unidades de red óptica, a las que de aquí en adelante se hace referencia como ONU, a través de una red óptica pasiva, a la que de aquí en adelante se hace referencia como PON, dicho OLT comprendiendo:
- 5 un transceptor (240) configurado para comunicarse mediante un canal de gestión de una red de comunicación con múltiples OLT, en donde dicha comunicación incluye enviar o recibir una notificación, en donde dicha notificación comprende información, dicha información incluyendo:
- un identificador de OLT de origen asociado a un OLT de origen que envía dicha notificación, en donde dicho OLT de origen se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de dicha PON;
- 10 un identificador de OLT de destino asociado a un OLT de destino que recibe dicha notificación, en donde dicho OLT de destino se configura para comunicarse en un segundo canal en una segunda longitud de onda de dicha PON; y
- un identificador de ONU asociado a una primera ONU asociada a dicha notificación,
- dicho OLT configurado para enviar una notificación de mensaje de sintonizar longitud de onda a dicha primera ONU en dicho primer canal de dicha PON que ordena a dicha primera ONU que sintonice dicho segundo canal, en donde dicho mensaje de sintonizar longitud de onda comprende dicha información.
- 15 2. El OLT de la reivindicación 1, en donde dicho OLT comprende dicho OLT de origen, en donde dicho OLT de origen se configura para proveer dicha notificación a dicho OLT de destino que indica que dicha primera ONU sintonizará dicho segundo canal en dicha segunda longitud de onda asociada a dicho OLT de destino, en donde dicha notificación se comunica en dicho canal de gestión.
- 20 3. El OLT de la reivindicación 1, en donde dicho OLT comprende dicho OLT de destino que se configura para recibir dicha notificación en dicho canal de gestión de dicho OLT de origen.
4. El OLT de la reivindicación 1, en donde dicha notificación además comprende:
- identificaciones de un canal y longitud de onda actuales asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho primer canal y dicha primera longitud de onda;
- 25 identificaciones de un canal y longitud de onda nuevos asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho segundo canal y dicha segunda longitud de onda; y
- el tiempo de inicio de sintonización de una primera ONU.
5. El dispositivo de la reivindicación 2, en donde dicho OLT de origen se configura además para proveer un mensaje de sintonizar longitud de onda a dicha primera ONU en dicho primer canal que ordena a dicha primera ONU que sintonice dicho segundo canal, en donde dicho mensaje de sintonizar longitud de onda comprende:
- 30 dicho identificador de OLT de origen;
- dicho identificador de OLT de destino;
- dicho identificador de ONU;
- identificadores de un canal y longitud de onda actuales asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho primer canal y dicha primera longitud de onda;
- 35 identificadores de un canal y longitud de onda nuevos asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho segundo canal y dicha segunda longitud de onda; y
- el tiempo de inicio de sintonización de una primera ONU.
6. El dispositivo de la reivindicación 5, en donde dicho OLT de origen se configura para recibir un primer reconocimiento de dicho OLT de destino que indica la recepción de dicha notificación, y un segundo reconocimiento de dicha primera ONU que indica la recepción de dicho mensaje de sintonizar longitud de onda.
- 40 7. Un método para llevar a cabo un proceso de traspaso de comunicaciones entre dispositivos, dicho método llevado a cabo por un terminal de línea óptica de origen, al que de aquí en adelante se hace referencia como OLT, acoplado, de manera comunicativa, a múltiples unidades de red óptica, a las que de aquí en adelante se hace referencia como ONU, a través de una red óptica pasiva, a la que de aquí en adelante se hace referencia como PON, dicho método comprendiendo:
- 45

- proveer (410), por el OLT de origen, una notificación a un OLT de destino que indica que una primera ONU sintonizará en dicha PON un segundo canal en una segunda longitud de onda asociada a dicho OLT de destino, en donde dicho OLT de origen se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de dicha PON, en donde dicha notificación se provee en un canal de gestión de una red de comunicación, en donde dicho mensaje de notificación comprende información, dicha información incluyendo:
- 5 un identificador de OLT de origen asociado a dicho OLT de origen;
- un identificador de OLT de destino asociado a dicho OLT de destino; y
- un identificador de ONU asociado a dicha primera ONU; y
- 10 enviar (420), por el OLT de origen, un mensaje de sintonizar longitud de onda a dicha primera ONU en dicho primer canal de dicha PON que ordena a dicha primera ONU que sintonice dicho segundo canal, en donde dicho mensaje de sintonizar longitud de onda comprende dicha información.
8. El método de la reivindicación 7, en donde dicha información en dicha notificación y dicho mensaje de sintonizar longitud de onda además comprende:
- 15 identificadores de un canal y longitud de onda actuales asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho primer canal y dicha primera longitud de onda;
- identificadores de un canal y longitud de onda nuevos asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho segundo canal y dicha segunda longitud de onda; y
- el tiempo de inicio de sintonización de una primera ONU.
9. El método de la reivindicación 7, que además comprende:
- 20 recibir un primer reconocimiento de dicho OLT de destino que indica la recepción de dicha notificación; y
- recibir un segundo reconocimiento de dicha primera ONU que indica la recepción de dicho mensaje de sintonizar longitud de onda.
10. El método de la reivindicación 7, en donde dicha provisión de una notificación comprende radiodifundir múltiples OLT en dicho canal de gestión.
- 25 11. El método de la reivindicación 7, en donde dicho primer canal comprende un canal en sentido descendente y en donde dicho OLT de origen se configura para comunicarse con dicha primera ONU en un canal en sentido ascendente en una tercera longitud de onda, y que además comprende:
- 30 enviar una solicitud de reenvío a dicho OLT de destino en dicho canal de gestión para reenviar un mensaje a dicha primera ONU, en donde dicha solicitud de reenvío comprende un mensaje de mantenimiento de administración de operaciones de capa física (PLOAM); y
- recibir una respuesta a dicho mensaje PLOAM de dicha primera ONU en dicho canal en sentido ascendente.
12. Un método para llevar a cabo un proceso de traspaso de comunicaciones entre dispositivos, dicho método llevado a cabo por un terminal de línea óptica de destino (OLT) acoplado, de manera comunicativa, a múltiples unidades de red óptica (ONU) a través de una red óptica pasiva (PON), dicho método comprendiendo:
- 35 recibir (450), por el OLT de destino, un mensaje de notificación de un OLT de origen en un canal de gestión de una red de comunicación e indicar que una primera ONU sintonizará dicho segundo canal en dicha segunda longitud de onda, en donde dicho OLT de destino se configura para comunicarse en un segundo canal en una segunda longitud de onda de dicha PON, en donde dicho OLT de origen se acopla, de manera comunicativa, a dichas múltiples ONU a través de dicha PON y se configura para comunicarse en un primer canal en una primera longitud de onda de dicha PON, en donde dicho mensaje de notificación comprende:
- 40 un identificador de OLT de origen asociado a dicho OLT de origen;
- un identificador de OLT de destino asociado a dicho OLT de destino; y
- un identificador de ONU asociado a dicha primera ONU;
- enviar (460), por el OLT de destino, un mensaje de concesión de traspaso a dicha primera ONU; y
- 45 recibir (470), por el OLT de destino, un reconocimiento de dicha primera ONU en dicho segundo canal que indica la recepción de dicho mensaje de concesión de traspaso.

13. El método de la reivindicación 12, que además comprende:

enviar, de manera reiterada, dicho mensaje de concesión de traspaso hasta que dicho reconocimiento se reciba.

14. El método de la reivindicación 12, en donde dicho mensaje de notificación además comprende:

5 identificadores de un canal y longitud de onda actuales asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho primer canal y dicha primera longitud de onda;

identificadores de un canal y longitud de onda nuevos asociados a dicha primera ONU y que comprenden dicho segundo canal y dicha segunda longitud de onda; y

el tiempo de inicio de sintonización de la primera ONU.

10

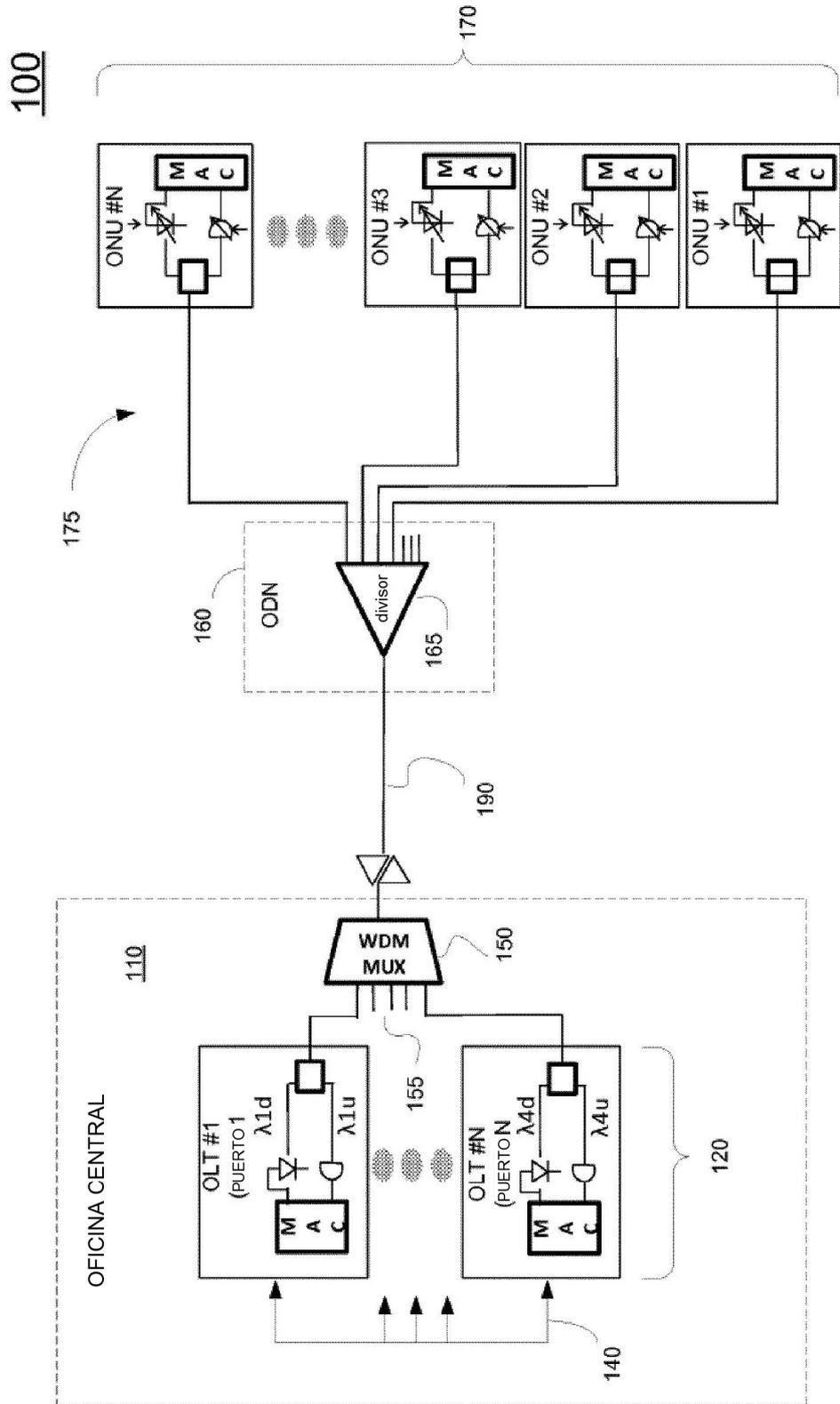


FIG. 1

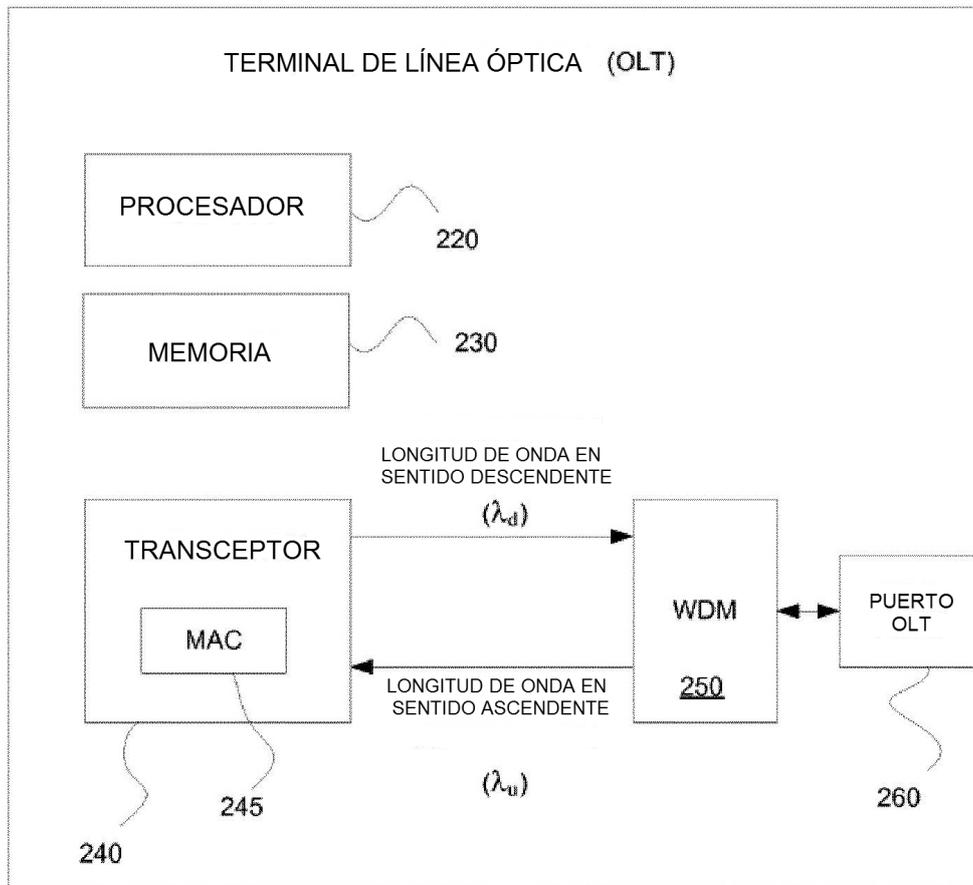


FIG. 2

300

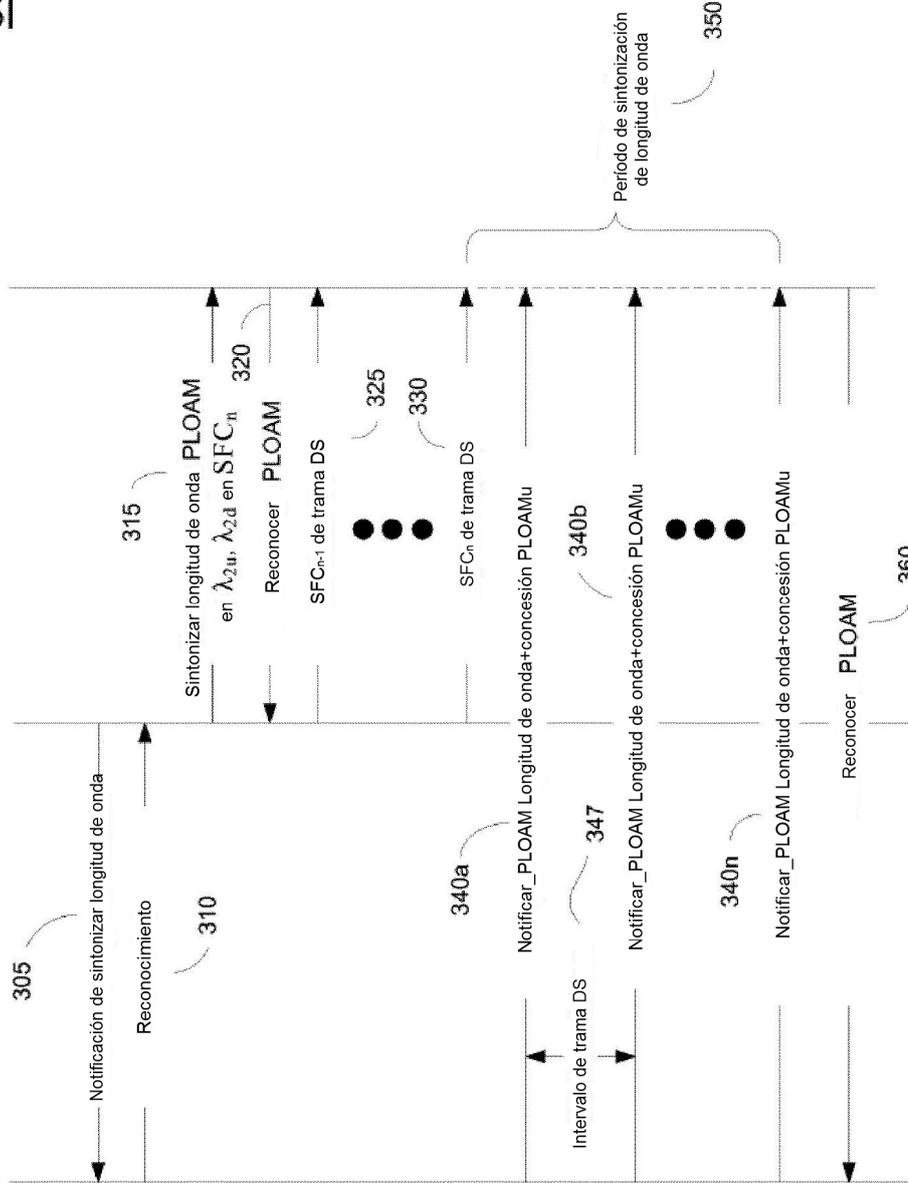


FIG. 3

400A

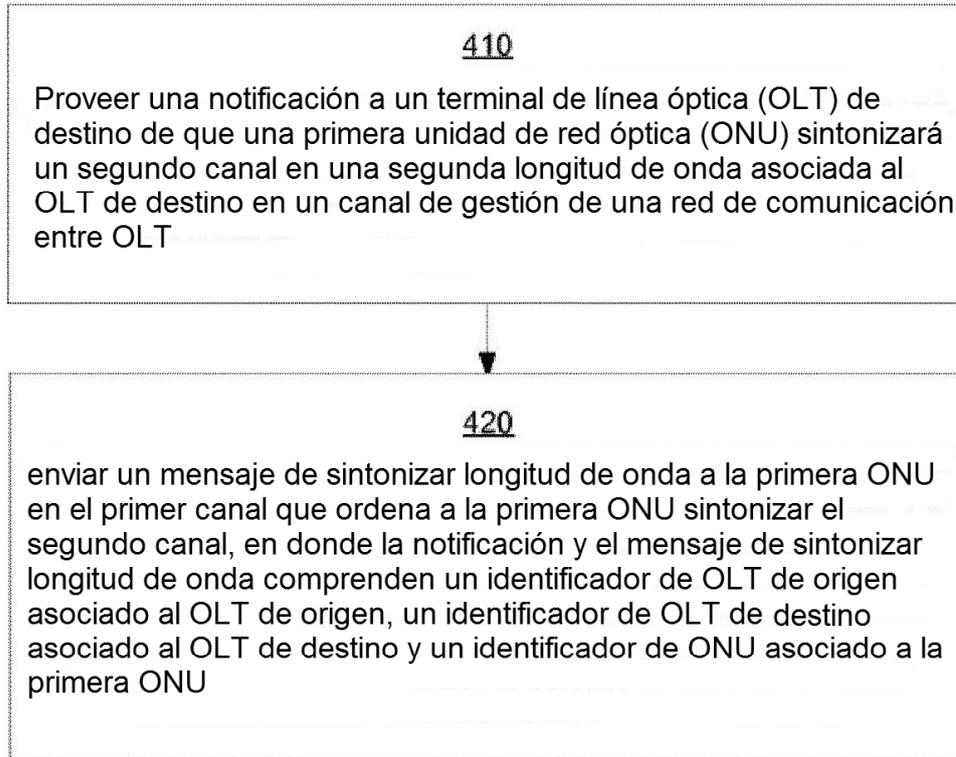


FIG. 4A

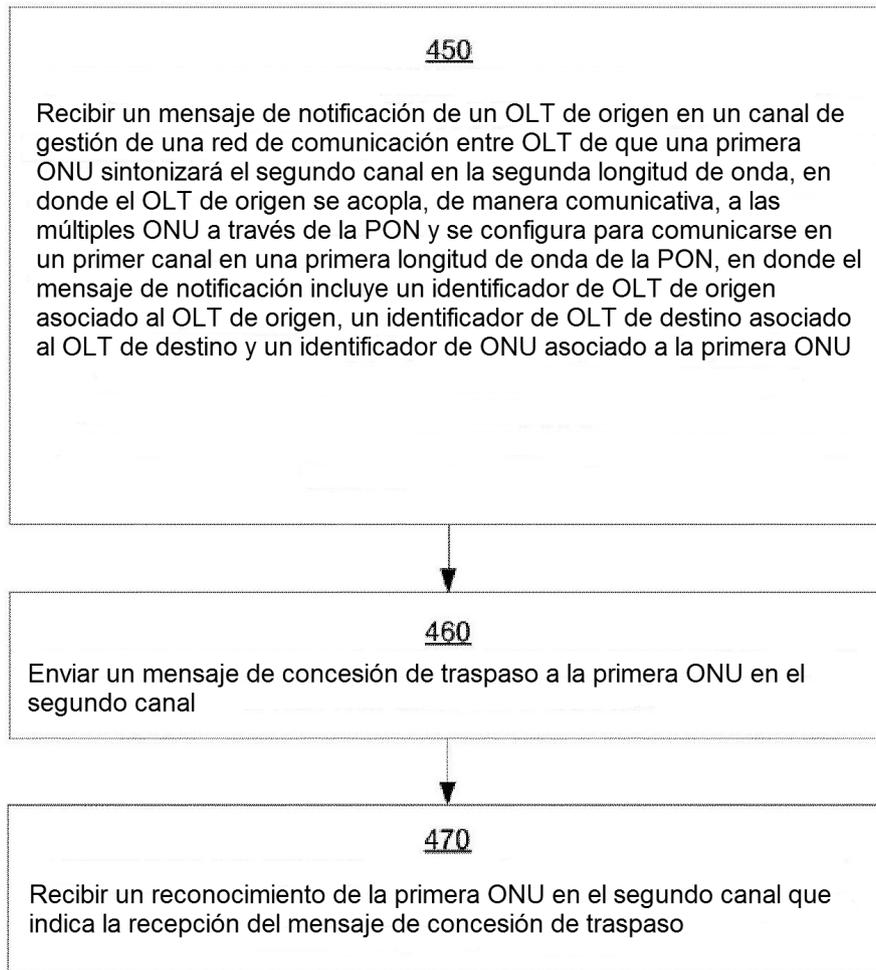


FIG. 4B

500

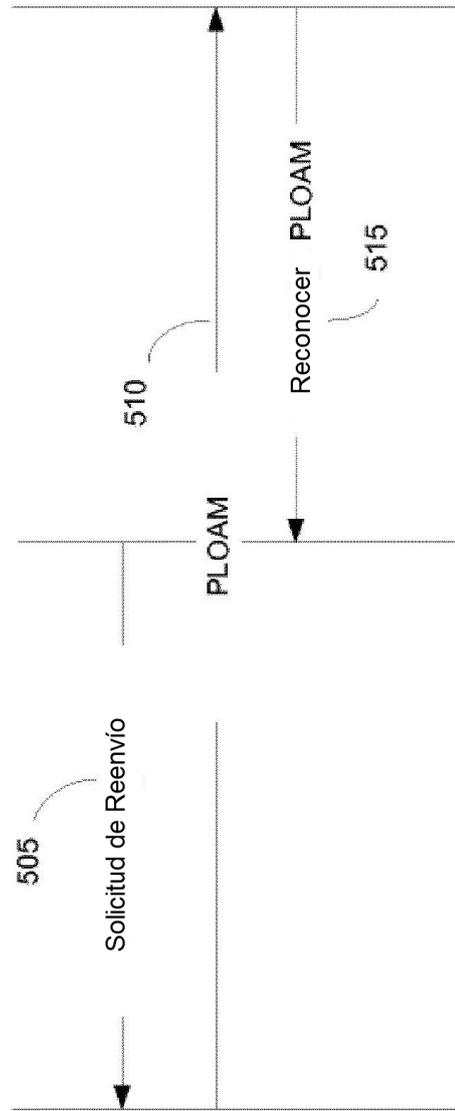


FIG. 5

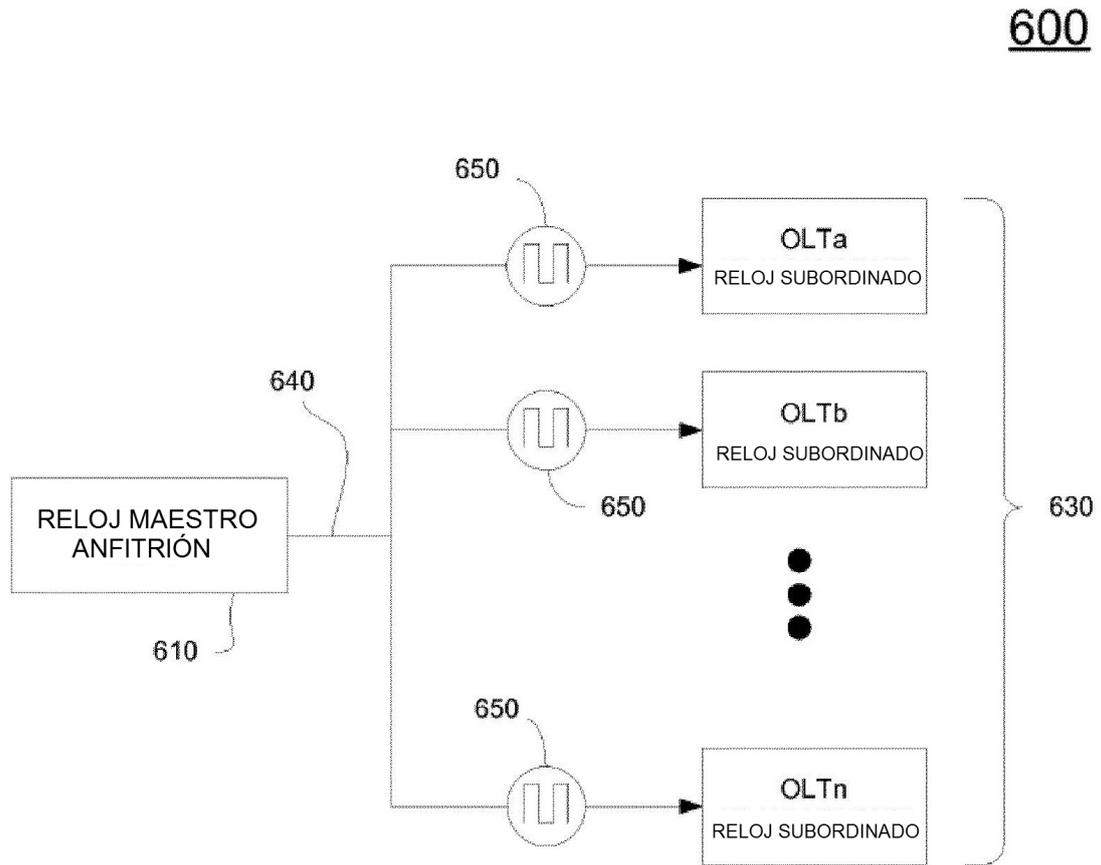


FIG. 6

700

<u>Elementos de Datos</u>	<u>Descripción</u>
Número de Serie	El número de serie de ONU es el único identificador usado para distinguir ONU.
Longitud de onda de recepción actual (en ONU)	Identifica aparición de longitud de onda de recepción para ONU.
Longitud de onda de transmisión actual (en ONU)	Identifica aparición de longitud de onda de transmisión para ONU.
Longitud de onda de recepción de destino (en ONU)	Refleja la próxima longitud de onda de recepción de estado a la cual la ONU ha comprendido que migrará.
Longitud de onda de transmisión de destino (en ONU)	Refleja la próxima longitud de onda de transmisión de estado a la cual la ONU ha comprendido que migrará.

FIG. 7

<u>Elementos de Datos</u>	<u>Descripción</u>
Transición TX de longitud de onda de destino	Se requiere la transición de ONU de una longitud de onda TX a otra.
Transición RX de longitud de onda de destino	Se requiere la transición de ONU de una longitud de onda RX a otra.
Indicación de características opcionales de par de canales de destino	-Indicación de protocolo -Velocidades de línea -Activación de modo reposo -NRZ de código de línea o código optimizado por Raman
ID ODN	Cada ODN necesita que se le asigne un ID único de modo que la ODN compartida a lo largo de múltiples sistemas pueda identificarse rápidamente
Asignación de longitud de onda de puerto	El protocolo puede pasar asignaciones ODN para cada par de canales OLT. Ello provee una herramienta por medio de la cual verificar longitudes de onda que pueden interferir con el servicio existente.
ID DE OLT	El ID de OLT es el único identificador usado para distinguir OLT.

FIG. 8

<u>Elementos de Datos</u>	<u>Descripción</u>
Deshabilitar ONU	El OLT puede enviar una solicitud a OLT vecinos para deshabilitar una ONU especificada que puede estar en un estado malicioso. El parámetro se basa el identificador de ONU
Reconocimiento de cambio de estado	Cuando una solicitud para cambiar el estado de una ONU se presenta a un OLT vecino, el OLT debe reconocer la solicitud, ante el OLT de origen que origina el cambio de estado o la presentación de la solicitud a la ONU.
Notificación de transición	Una notificación radiodifundida por el OLT originante que se dirige a todos los OLT que comparten una ODN para notificarles que una ONU está realizando una transición de un OLT de origen a un OLT de destino especificado. El propósito de la notificación es advertir a otros OLT que una transición está ocurriendo en caso de que haya problemas durante el proceso de transición.
Sincronización de ventana silenciosa	
Informe de asistencia	Un OLT verifica que tiene comunicación bidireccional, con respecto a todas sus ONU. Las ONU faltantes se convierten en sospechosas cuando se intenta aislar ONU maliciosas. Mediante la radiodifusión de un mensaje de deshabilitar para las ONU faltantes a lo largo de todos los OLT, la posibilidad de detener el episodio aumenta.

FIG. 9

1000

<u>Elemento de Formato</u>	<u>Descripción</u>
ICTP:	Prefijo uniforme de primitivas ICTP
< Nombre >	El nombre de primitiva ICTP
ID de ODN	La identidad de la ODN o, de manera equivalente, del sistema NG-PON2 PON dentro del dominio administrativo del operador o un dominio de acceso abierto. Este es un valor de referencia establecido por OSS.
SRC	El índice de canales TWDM del emisor del mensaje o TX para una transacción.
DST	El índice de canales TWDM del receptor del mensaje, BCST para un mensaje radiodifundido a todos los CT con el sistema NG-PON2 PON, o el presente canal TWDM para una transacción.
Parámetros	La lista de parámetros específica para la primitiva ICTP dada.

FIG. 10

1100

<u>Nombre de Primitiva</u>	<u>Tipo</u>	<u>Parámetros</u>	<u>Descripción</u>
ICTP:CTProfile	Mensaje	Descriptor DS WLCH; descriptor US WLCH	Un mensaje radiofundido que notifica a TWDM CT del sistema NG-PON2 PON sobre la configuración de canal de longitud de onda y parámetros de estado relevantes. Cada TWDM CT recoge la información contenida en los mensajes ICTP:CTProfile() individuales y la incluye en los mensajes PLOAM de perfil de canal TWDM enviados en sentido descendente.
ICTP:Tune-In	Compromiso de Transacción	ONU-ID, OldChIX	Indicación de compromiso de una transacción que afirma un traspaso planificado de una ONU identificada por ONU-ID en el canal TWDM dado desde el canal TWDM identificado por OldChIX. La transacción normalmente implica tres partes, el canal TWDM de origen, el canal TWDM objetivo y la entidad de gestión apropiada, se coordina por el canal TWDM de origen o la entidad de gestión y se ejecuta mediante el protocolo de compromiso de dos fases.
ICTP:Tune-Out	Compromiso de Transacción	ONU-ID, NewChIX	Indicación de compromiso de una transacción que afirma un traspaso planificado de una ONU identificada por ONU-ID en el canal TWDM dado desde el canal TWDM identificado por OldChIX. La transacción normalmente implica tres partes, el canal TWDM de origen, el canal TWDM objetivo y la entidad de gestión apropiada, se coordina por el canal TWDM de origen o la entidad de gestión y se ejecuta mediante el protocolo de compromiso de dos fases.
ICTP:Alert	Mensaje	ONU-ID, OldChIX	Un mensaje radiofundido que notifica a TWDM CT del sistema NG-PON2 PON sobre la pérdida de comunicación con la ONU identificada por ONU-ID que se vio por última vez en el canal TWDM identificado por OldChIX.
ICTP:Confirm	Mensaje	ONU-ID	Un mensaje del nuevo canal TWDM anfitrión de ONU-ID a su canal TWDM anfitrión previo que notifica sobre la llegada con éxito de la ONU al nuevo canal TWDM anfitrión.
ICTP:ACKNotif	Mensaje	ONU-ID	Un mensaje del canal TWDM anfitrión actual de ONU-ID a su futuro canal TWDM anfitrión que notifica sobre el reconocimiento Sintonización_Respuesta recibido de la ONU.

FIG. 11