

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 984**

51 Int. Cl.:
H04Q 11/00 (2006.01)
H04J 3/16 (2006.01)
H04J 14/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08760207 .4**
96 Fecha de presentación: **29.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2314076**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2011**

54 Título: **Procedimiento para la localización de una terminación de red óptica en una red de acceso óptico**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.06.2012

73 Titular/es:
Telecom Italia S.p.A.
Piazza degli Affari 2
20123 Milano, IT

72 Inventor/es:
VALVO, Maurizio;
SOLINA, Paolo y
MERCINELLI, Roberto

74 Agente/Representante:
Ponti Sales, Adelaida

ES 2 383 984 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).

DESCRIPCION

Procedimiento para la localización de una terminación de red óptica en una red de acceso óptico

Sector técnico

- 5 [0001] La presente invención se refiere en general al campo de las redes de acceso ópticas. En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento para la localización de una terminación de red óptica en una red de acceso óptico. Además, la presente invención se refiere a una red de acceso óptico adecuada para la aplicación del procedimiento anterior.

Antecedentes

- 10 [0002] Se sabe que una red de acceso óptico permite a una pluralidad de usuarios acceder a una serie de servicios de banda ancha, como por ejemplo, acceso a Internet, video a la carta y servicios telefónicos.

- 15 [0003] Entre las redes de acceso ópticas conocidas, las redes ópticas pasivas (denominadas para abreviar PON) son cada vez más generalizadas. Por lo general, una red PON comprende una terminación de línea óptica (denominada para abreviar OLT) y una red de distribución óptica (denominada para abreviar ODN). La ODN comprende una pluralidad de enlaces ópticos (normalmente fibras ópticas estándar monomodo a base de sílice) y divisores ópticos dispuestos para formar una estructura de árbol cuya raíz es la OLT.

- [0004] La ODN es adecuada para permitir a la OLT intercambiar tráfico con usuarios conectados en el extremo de los enlaces ópticos con tasas de transmisión que pueden ser superiores a 100 Mbit / s. Esto permite ventajosamente a los usuarios compartir el uso (y por lo tanto los costes) de la OLT, lo que les permite acceder a datos de banda ancha y servicios de banda ancha de telefonía a un coste aceptable.

- 20 [0005] Se puede utilizar una PON para diferentes aplicaciones. En la mayoría de los casos, la OLT se instala en una oficina central, mientras que los enlaces ópticos de la ODN se instalan al menos parcialmente en tuberías subterráneas.

- 25 [0006] Por ejemplo, cuando la PON se utiliza para aplicaciones FTTH (fibra hasta el hogar), la ODN está dispuesta de manera que uno de sus divisores ópticos se instala por ejemplo en el sótano de un edificio. Además, los enlaces ópticos que irradian desde el divisor óptico se instalan dentro de las bandejas de cable adecuadas, que discurren verticalmente a través del edificio desde el sótano hasta las diferentes plantas. Cada enlace óptico se termina dentro de un apartamento respectivo por medio de un enchufe. Un usuario que desee acceder a los servicios de banda ancha compatibles con la PON puede comprar o alquilar una terminación adecuada de red óptica (denominada para abreviar ONT) y conectar la ONT directamente a la clavija situada en su apartamento.

- 30 [0007] Por otro lado, cuando la PON se utiliza para aplicaciones FTTB (fibra hasta el edificio), el otro extremo de cada enlace óptico de la ODN alcanza el sótano de un edificio respectivo. Cada enlace óptico se termina entonces por medio de una unidad de red óptica (denominada para abreviar ONU). Cada ONU es adecuada para el intercambio de tráfico con los usuarios que residen en el edificio, por ejemplo mediante un sistema de alta velocidad de transmisión (tal como por ejemplo, ADSL o VDSL) que utilice los pares trenzados de la red de telefonía fija (PSTN, red telefónica conmutada pública).

- 35 [0008] También se pueden emplear una PON para otras aplicaciones, tales como FTTC (fibra hasta la acera) y FTTCab (fibra hasta el gabinete). Una misma PON puede soportar diferentes aplicaciones. Por ejemplo, se puede conectar una misma OLT a los primeros enlaces ópticos que soportan a las aplicaciones FTTH, unos segundos enlaces ópticos que soporten las aplicaciones FTTB, y unos terceros enlaces ópticos que soporten las aplicaciones FTTC o FTTCab.

- 40 [0009] El documento "Securing Passive Optical Networks Against Signal Injection Attacks" by H. Rohde et al., Optical Network Design y Modelling, pages 96-100, ISBN 978-3-540-72729-3, da a conocer evitar que un solo usuario o terminal degrade (o incluso desactive) una red óptica pasiva para otros usuarios conectados mediante el envío de luz de forma permanente o casualmente. Para este fin, este documento describe proporcionar a cada enlace óptico de la PON un conmutador óptico respectivo. En el caso de que se detecte una señal permanente de alguna de las ONUs, un controlador puede detectar en primer lugar que se envía esta señal continua, y a continuación identificar el puerto desconectando brevemente los usuarios, invocando los interruptores. Una vez identificado el puerto atacante, es decir cuando durante una desconexión desaparece la señal permanente, se puede apagar el puerto correspondiente y personal de mantenimiento puede reaccionar al mal funcionamiento de la ONU.
- 50 ONU.

Resumen de la invención

[0010] El solicitante ha observado que, desventajosamente, en caso de aplicaciones FTTH, cuando un usuario se conecta su ONT a un enchufe de una PON, la OLT no es capaz de localizar la ONT, es decir, identificar el enchufe (es decir el enlace óptico) a los que la ONT se ha conectado.

5 **[0011]** De hecho, cuando un usuario compra o arrienda una ONT, para el acceso a servicios de banda ancha desde su apartamento simplemente tiene que conectar la ONT al enchufe. Esta operación es muy simple y breve, gracias a la naturaleza pasiva de la PON. Sin embargo, desventajosamente, el carácter pasivo de la red PON no permite comprobar si el usuario está accediendo a los servicios de banda ancha desde su apartamento o desde otro apartamento servido por la misma ODN.

10 **[0012]** Esto es una desventaja para el proveedor de servicios, ya que el proveedor de servicios no puede impedir la llamada "relocalización ONT" (también conocida como "nomadismo").

[0013] De hecho, un usuario puede comprar una suscripción para un paquete determinado de servicios de banda ancha, junto con una ONT. Tras la suscripción, normalmente se solicita al usuario que proporcione sus datos personales de identificación, entre otras cosas, el enlace de fibra óptica a la que tiene la intención de conectar la
15 ONT para acceder a los servicios de banda ancha.

[0014] Sin embargo, puesto que la PON no es capaz de localizar la ONT, el usuario puede decidir compartir el uso de la ONT (y entonces el acceso a los servicios de banda ancha suscritos) con uno o más de otros usuarios que residen en el mismo edificio o en otros edificios servidos por la misma ODN, simplemente moviendo la ONT de un apartamento a otro. En efecto, la ONT puede ser libremente conectada a cualquiera de los enlaces ópticos que
20 irradian desde la misma OLT, ya que la PON no es capaz de determinar el enlace óptico al cual está conectada la ONT.

[0015] Por lo tanto, desventajosamente, un grupo de usuarios que residen en una zona atendida por la misma ODN pueden compartir libremente una sola suscripción y una sola ONT. Esto no es aceptable para un proveedor de servicios, puesto que una suscripción (y por lo tanto la ONT de venta o arrendamiento, junto con la suscripción) está
25 diseñada para un solo usuario, y no para el intercambio de información entre diferentes usuarios. Por lo tanto, es importante para un proveedor de servicios determinar que una ONT que ha sido comprada o arrendada por un usuario siempre se utiliza conectándola a la conexión por fibra óptica que ha sido declarada por el usuario en el momento de suscribirse.

[0016] Una solución puede ser, por ejemplo, medir el retardo de ida y vuelta de tráfico asociado a cada enlace óptico
30 único, que depende de la longitud del enlace óptico. En efecto, cada enlace de fibra óptica tiene una longitud respectiva, la cual depende de la distancia entre la OLT y el apartamento en el que el termina el enlace de fibra óptica con el enchufe, el aumentado por la distancia óptica entre el enchufe y la ONT. Por lo tanto, la OLT podría localizar una ONT midiendo el retardo de ida y vuelta de su tráfico, derivando así la distancia de la ONT desde la OLT, y por lo tanto, el enlace óptico al que la ONT está conectada.

35 **[0017]** Sin embargo, un usuario puede mover la ONT dentro de su apartamento por la adición de un cable de conexión de fibra que por lo general tiene una longitud de unos pocos metros. Por lo tanto, la resolución de la medida del retardo del recorrido para la localización de la ONT no debe exceder la longitud típica del cable de interconexión de fibra.

[0018] Por lo tanto, esta solución tiene el inconveniente de que enlaces ópticos diferentes pueden tener
40 sustancialmente la misma longitud (es decir que su longitud puede variar en una cantidad inferior a la resolución alcanzable, por ejemplo cuando finalizan en apartamentos ubicados en el mismo edificio o en la misma planta del edificio). Por lo tanto, una ONT conectada a cualquiera de estos enlaces ópticos siempre exhiben un mismo retardo de ida y vuelta, lo que no permite identificar unívocamente el enlace óptico al que está en realidad la ONT conectada. La ONT podría ser desplazada entonces desde un apartamento a otro (s) en la misma planta o en el
45 mismo edificio, sin que el proveedor de servicios se entere.

[0019] En consecuencia, el solicitante ha abordado el problema de proporcionar un procedimiento para la localización de una terminación de la red óptica de una red de acceso óptico (en particular, pero no exclusivamente, una PON) que permite que el proveedor del servicio pueda comprobar que la terminación de la red óptica se utiliza siempre conectándola al enlace óptico declarado por el usuario en el momento de suscribirse, incluso cuando en la
50 red de acceso óptico diferentes enlaces ópticos tienen sustancialmente la misma longitud.

[0020] Según un primer aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para localizar una terminación de red óptica en una red de acceso óptico, comprendiendo la red de acceso óptico una terminación de línea óptica y una cantidad n de enlaces ópticos, siendo la terminación de red óptica conectable a la terminación de línea óptica mediante cualquiera de los enlaces ópticos, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

55

- a) detectar que la terminación de red óptica está conectada a uno de los enlaces ópticos y extraer de ello un identificador de terminación que identifique de manera unívoca a la terminación de red óptica;
- b) utilizar el identificador de terminación para extraer un identificador de enlace óptico asociado al identificador de terminación y que identifique de manera unívoca un determinado enlace óptico de los enlaces ópticos;
- 5 c) inducir un cambio en una conexión óptica entre la terminación de línea óptica y el determinado enlace óptico, modificando de este modo un parámetro óptico de unas primeras señales ópticas recibidas en la terminación de línea óptica a través del determinado enlace óptico;
- d) verificar si unas segundas señales ópticas recibidas en la terminación de línea óptica desde la terminación de red óptica están afectadas por el cambio; y
- 10 e) en caso afirmativo, determinar que la terminación de red óptica está conectada al primer enlace óptico.
- [0021]** Preferentemente, el procedimiento también comprende, antes de la etapa b), una etapa de adquisición de información de localización de un usuario de la terminación de red óptica y determinar el identificador de enlace óptico asociado al identificador de terminación procesando la información de localización.
- [0022]** Preferentemente, la etapa de adquisición de información de localización comprende una de las siguientes etapas:
- 15 - adquirir una dirección del usuario; y
- adquirir un identificador de conexión que identifica una conexión que termina a uno de los enlaces ópticos.
- [0023]** Preferentemente, el procedimiento también comprende, antes de la etapa b), una etapa de determinación del identificador de enlace óptico asociado al identificador de terminación cuando la terminación de red se conecta primero a la red de acceso óptico a través del determinado enlace óptico.
- 20 **[0024]** Preferentemente, la etapa a) comprende intercambiar información de autenticación entre la terminación de línea óptica y la terminación de red óptica y extraer el identificador de terminación a partir de la información de autenticación.
- [0025]** Preferentemente, la etapa c) comprende modificar un parámetro óptico de las primeras señales ópticas que pasan a través de la conexión óptica, siendo el parámetro óptico uno de: frecuencia, fase, amplitud, potencia óptica y retardo óptico.
- 25 **[0026]** Preferentemente, la etapa c) comprende abrir un interruptor óptico adecuado para conectar la terminación de línea óptica al determinado enlace óptico; y la etapa d) comprende verificar si las segundas señales ópticas se siguen recibiendo en la terminación de línea óptica.
- 30 **[0027]** Como alternativa, la etapa c) comprende aumentar una atenuación inducida por una atenuación óptica ajustable adecuada para conectar la terminación de línea óptica al determinado enlace óptico; y la etapa d) comprende verificar se reduce si una potencia óptica de las segundas señales ópticas recibidas en la terminación de línea óptica.
- [0028]** Según un segundo aspecto, la presente invención proporciona una red de acceso óptico que comprende una terminación de línea óptica, una cantidad n de enlaces ópticos, una conexión óptica que conecta la terminación de línea óptica a un determinado enlace óptico de los enlaces ópticos y una terminación de red óptica adecuada para ser conectada a cualquiera de los enlaces ópticos, en el que la red de acceso óptico también comprende:
- 35 - una unidad de control remoto adecuada para operar la conexión óptica para inducir un cambio en un parámetro óptico de unas primeras señales ópticas recibidas en la terminación de línea óptica a través del determinado enlace óptico; y
- 40 - una unidad de control central adecuada para determinar si la terminación de red óptica está conectada al determinado enlace óptico mediante la verificación de si el cambio ha afectado a segundas señales ópticas recibidas en la terminación de línea óptica desde la terminación de red óptica.
- [0029]** Preferentemente, la conexión óptica comprende un interruptor óptico adecuado para ser conmutado entre un estado abierto y un estado cerrado por la unidad de control remoto.
- 45 **[0030]** Como alternativa, la conexión óptica comprende un atenuador óptico ajustable adecuado para ser conmutado entre un primer estado y un segundo estado por la unidad de control remoto, induciendo el atenuador óptico ajustable en el primer estado una atenuación de funcionamiento sobre las primeras señales ópticas, e induciendo el atenuador óptico ajustable en el segundo estado una atenuación de verificación sobre las primeras señales ópticas,
- 50 siendo la atenuación de funcionamiento diferente de la atenuación de verificación.

[0031] Preferentemente, la unidad de control remoto y la unidad de control central están enlazadas por un canal de control, estando el canal de control separado de los enlaces ópticos.

[0032] Preferentemente, la red de acceso óptico también comprende un separador óptico entre la terminación de línea óptica y la conexión óptica, formando parte el separador óptico y la conexión óptica de un mismo dispositivo óptico integrado.

[0033] Preferentemente, la unidad de control remoto también comprende un terminal de alimentación eléctrica adecuada para proporcionar a la unidad de control remoto corriente eléctrica desde un generador remoto o desde una red eléctrica.

Breve descripción de los dibujos

10 [0034] La presente invención será aparente a partir la siguiente descripción detallada, dada a modo de ejemplo y no de limitación, para ser leída con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- la figura 1 muestra esquemáticamente una PON adecuada para la aplicación del procedimiento de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

15 - la figura 2 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento de autenticación que se realiza cuando una ONT está conectada a la PON de la figura 1,

- la Figura 3 muestra esquemáticamente una PON adecuada para la aplicación del procedimiento de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, y

- la figura 4 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento de autenticación que se realiza cuando una ONT está conectada a la PON de la figura 3.

20 Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

[0035] La figura 1 muestra esquemáticamente una PON adecuada para la aplicación del procedimiento de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

25 [0036] La PON de la figura 1 comprende preferentemente un OLT 100, una unidad de control central CCU que coopera con la OLT 100 y una ODN 300. Preferentemente, la ODN comprende un número n de enlaces ópticos ol1, ol2, ..., oln, una cantidad n de enchufes P1, P2,..., Pn, y un divisor óptico controlable COS. La ODN puede comprender también divisores ópticos, otros divisores ópticos controlados y otros enlaces ópticos conectados a la OLT 100, que por simplicidad no se muestran en la figura 1.

[0037] Preferentemente, cada enlace óptico ol1, ol2, ..., oln comprende una fibra óptica. Más preferentemente, la fibra óptica es una fibra óptica estándar de un solo modo a base de sílice del tipo mencionado anteriormente.

30 Preferentemente, el número n de enlaces ópticos es igual a 7, 15, 31, 63 o 127. Los enlaces ópticos ol1, ol2, ..., oln pueden tener todos una misma longitud, o pueden tener diferentes longitudes.

35 [0038] La OLT 100 y la unidad central de control de CCU se instalan preferentemente en una oficina central y, bajo la suposición de que la PON de la figura 1 se utiliza para aplicaciones FTTH, el separador óptico controlable COS está situado preferentemente en el sótano de un edificio, mientras que los enlaces ópticos ol1, ol2, ..., oln se instalan preferentemente dentro de las bandejas de cable adecuadas, que discurren verticalmente a través del edificio desde el sótano hasta las diferentes plantas. Cada enlace óptico ol1, ol2, ..., oln se termina dentro de un apartamento respectivo por medio de un enchufe respectivo P1, P2,..., Pn.

40 [0039] El separador óptico controlable COS es adecuado para la conexión de la OLT 100 a lo enlaces ópticos ol1, ol2, ... oln. Para este fin, el separador óptico controlable COS comprende preferentemente un separador óptico OS que tiene un puerto de lado red y n +1 puertos por el lado del usuario.

[0040] Preferentemente, el puerto del lado de red del separador óptico OS está conectado a la OLT 100. Además, preferentemente, cada uno de los n puertos del lado de usuario del separador óptico OS está conectado a un enlace óptico respectivo ol1, ol2, ..., oln por medio de un conmutador óptico respectivo SW1, SW2,..., SWn.

45 [0041] De acuerdo con primeras variantes de esta primera realización, el separador óptico OS y los conmutadores ópticos SW1, SW2,..., SWn son componentes discretos. De acuerdo con unas segundas variantes, el separador óptico OS óptico y los conmutadores SW1, SW2,..., SWn son parte de un mismo dispositivo óptico integrado.

50 [0042] Además, preferentemente, el separador óptico controlable COS comprende una unidad de control remoto RCU. Preferentemente, uno de los puertos del lado usuario del separador óptico OS está conectado a la unidad de control remoto RCU, formando así un canal de control de CC, cuya función se describirá en detalle más adelante. Además, preferentemente, el control remoto de la unidad RCU tiene un número n de salidas de control co1, co2, ..., con. Cada salida de control co1, co2, ..., con está conectada preferentemente a un conmutador óptico respectivo SW1, SW2,..., SWn.

[0043] Además, preferentemente, el separador óptico controlable COS comprende un terminal de alimentación eléctrica PST, que es adecuado para el suministro a la unidad de control remoto RCU y los conmutadores ópticos SW1, SW2,..., SWn llevando corriente eléctrica desde un generador remoto (que no se muestra en la Figura 1) o desde la red eléctrica.

5 **[0044]** Preferentemente, las n salidas de control co1, co2, ... con son adecuadas para transmitir señales de control desde la unidad de control remoto RCU a los conmutadores ópticos SW1, SW2,..., SWn, con el fin de conmutarlos de forma selectiva entre su estado abierto y su estado de cierre.

10 **[0045]** Cuando todos los interruptores ópticos SW1, SW2,..., SWn se encuentran en su estado cerrado, la OLT 100 está en realidad conectada ópticamente con todos los enlaces ópticos ol1, ol2, ..., oln. Por lo tanto, la OLT 100 puede intercambiar tráfico en forma de señales ópticas con una ONT conectada a cualquiera de los enchufes P1, P2,..., Pn. Por otro lado, si uno de los conmutadores ópticos SW1, SW2,..., SWn se conmuta a su estado abierto (por ejemplo el conmutador óptico SW1), el enlace óptico correspondiente (es decir ol1) deja de estar ópticamente conectado a la OLT 100, y por lo tanto la OLT no puede recibir señal óptica alguna a partir de una ONT conectada a la clavija de terminación tales como un enlace óptico (es decir P1).

15 **[0046]** De acuerdo con una primera realización de la presente invención, el mecanismo descrito anteriormente de conmutación de los interruptores ópticos SW1, SW2,..., SWn se utiliza para la localización de una ONT, es decir para permitir que un proveedor de servicios pueda comprobar si una ONT comprada o arrendada por un determinado en el momento de la suscripción es utilizado realmente conectándola siempre al enlace óptico declarado por el usuario en el momento de suscribirse.

20 **[0047]** En particular, haciendo referencia ahora a la figura 2, se supone que un usuario que reside en el edificio en el que están instalados los enlaces ópticos ol1, ol2, ..., oln de la figura 1 compra una suscripción para un determinado paquete de servicios de banda ancha distribuidos mediante la PON de la figura 1. Preferentemente, en el momento de suscribirse el usuario deberá proporcionar al proveedor de servicios la información de localización que permita al proveedor de servicios determinar un identificador de enlace óptico Olid que identifique unívocamente el enlace óptico al que el usuario tiene la intención de conectar la ONT para acceder a los servicios de banda ancha.

25 **[0048]** Por ejemplo, la información de localización puede comprender la dirección completa de un usuario, incluyendo: ciudad, calle, número de la calle, escalera (si procede), piso y apartamento. En este caso, preferentemente, el proveedor de servicios puede tener acceso a una base de datos de almacenamiento que contenga asociaciones entre las direcciones completas y los identificadores de enlaces ópticos. Esta base de datos se actualiza preferentemente por el operador PON, el cual, cada vez que se completa la instalación de un enlace óptico en un apartamento determinado se haya completado, inserta una nueva asociación entre la dirección completa que identifica a la vivienda y el identificador de enlace de fibra óptica que identifica el enlace óptico instalado que termina en el apartamento.

30 **[0049]** Como alternativa, la información de localización puede comprender un código de enchufe que el usuario puede recuperar por ejemplo leyéndolo en una etiqueta aplicada a la conexión que termina el enlace óptico en su apartamento. Ventajosamente, el código de enchufe puede ser el propio identificador de enlace óptico Olid.

35 **[0050]** En lo que sigue, se supone que el usuario se encuentra en el apartamento en el que se termina el enlace óptico ol2 mediante el enchufe P2. En consecuencia, el identificador de enlace de fibra óptica Olid determinado por el proveedor de servicios de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la inscripción identifica el enlace óptico ol2.

[0051] Además, tal como se mencionó anteriormente, en el momento de suscribirse el usuario compra o arrienda una ONT 200 para acceder a los servicios suscritos. Preferentemente, la ONT 200 tiene un identificador de terminación Tid, que lo identifica unívocamente. Por ejemplo, el identificador de terminación Tid puede ser el número de serie de la ONT 200.

45 **[0052]** Preferentemente, durante la suscripción, el proveedor de servicios almacena preferentemente una asociación entre el identificador de enlace óptico Olid determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario y el identificador de terminación Tid de la ONT 200 comprada o arrendada por el usuario. Además, preferentemente, el proveedor de servicios almacena esta asociación de modo que pueda ser accesible por la unidad de control central CCU. Por ejemplo, el proveedor de servicios puede almacenar la asociación en una base de datos central a la que puede acceder la unidad de control central CCU. Como alternativa, el proveedor de servicios puede enviar la asociación a la unidad de control central CCU, que la almacena en una base de datos local (no mostrada en la Figura 1).

50 **[0053]** Con referencia a la figura 2, cuando el usuario accede por primera vez a los servicios suscritos, conecta preferentemente la ONT 200 a un enchufe (etapa 1). En un principio se supone que el usuario realmente conecta la ONT 200 al enlace óptico que termina con el enchufe en su apartamento, es decir el enlace óptico ol2, tal como se muestra en la Figura 2.

[0054] Además, se supone que todos los conmutadores ópticos SW1, SW2,..., SWn de la PON de la figura 1 se encuentran en su estado de cierre, de modo que la OLT 100 puede intercambiar tráfico potencialmente en forma de señales ópticas con la ONT 200 independientemente del enlace óptico al que está conectada la ONT 200.

5 **[0055]** Puesto que la OLT 100 está ópticamente conectada a la ONT 200, la OLT 100 comienza a transmitir y recibir información de autenticación hacia y desde la ONT 200, a través de la cual la OLT 100 reconoce a la ONT 200. En particular, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la información de autenticación recibida por la OLT 100 comprende preferentemente al identificador de terminación Tid, y la OLT 100 se configura preferentemente para recuperar este identificador de terminación Tid procesando la información de autenticación recibida y para transmitirla a la unidad de control central CCU (etapa 2).

10 **[0056]** Entonces, la unidad de control central CCU, que como se mencionó anteriormente puede acceder a la asociación entre el identificador de enlace óptico Olid determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la inscripción y el identificador de terminación Tid de la ONT 200 comprada o arrendada por el usuario, preferentemente utiliza el identificador de terminación Tid para extraer el identificador de enlace óptico Olid asociado al identificador de terminación Tid (etapa 3).

15 **[0057]** Entonces, la unidad de control central CCU instruye a la unidad de control remoto RCU mediante el canal de control CC para abrir el conmutador óptico que conecta el separador óptico OS al enlace óptico identificado por el identificador de enlace óptico Olid recuperado (etapa 4). En particular, ya que se ha supuesto que el identificador de enlace óptico Olid determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la inscripción es el identificador del enlace óptico ol2, durante la etapa 4 la unidad de control central CCU ordena
20 preferentemente a la unidad de control remoto RCU abrir el interruptor óptico SW2.

[0058] Por lo tanto, después de completarse la etapa 4, la OLT 100 deja de estar conectada con el enlace óptico ol2, aunque sigue conectada a los enlaces ópticos restantes.

[0059] Entonces, la unidad de control central CCU verifica si la OLT 100 todavía recibe tráfico en la forma de señales ópticas a partir de la ONT 200 (etapa 5).

25 **[0060]** En caso negativo, la unidad central de control CCU determina que la ONT 200 está conectada realmente al enlace óptico determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la suscripción, es decir el enlace óptico ol2. Por lo tanto, la unidad de control central CCU ordena preferentemente a la unidad de control remoto RCU cerrar el conmutador óptico que se ha abierto durante la etapa 4 (es decir SW2), restableciendo así la conexión óptica entre la OLT 100 y la ONT 200 (etapa 6). Entonces, preferentemente, la OLT
30 100 completa con éxito la autenticación de la ONT 200 (etapa 7), lo cual permite al usuario acceder a cualquiera de los servicios suscritos a través de la ONT 200.

[0061] Por otro lado, si durante la etapa 5 la unidad de control central CCU determina que la OLT 100 continúa recibiendo tráfico de la ONT 200, aunque el interruptor óptico SW2 esté abierto, la unidad de control central CCU determina que la ONT 200 no está conectada al enlace óptico determinado de acuerdo con la información de
35 localización proporcionada por el usuario durante la suscripción, ya que la conexión óptica entre la OLT 100 y el enlace óptico identificado por el identificador de enlace óptico Olid se interrumpe y, en consecuencia, también la conexión óptica entre la OLT 100 y la ONT 200 debe ser interrumpida.

[0062] Esta situación se produce si el usuario conecta la ONT 200 a un enlace óptico distinto del identificada por el identificador de enlace óptico Olid, por ejemplo el enlace óptico oln, tal como se muestra en la figura 1 con líneas
40 discontinuas.

[0063] En este caso, la unidad de control central CCU ordena preferentemente a la unidad de control remoto RCU cerrar el conmutador óptico que se ha abierto durante la etapa 4 (es decir SW2), restableciendo así la conexión óptica entre la OLT 100 y el enlace óptico ol2 (etapa 8). Entonces, preferentemente, la OLT 100 interrumpe
45 preferentemente la autenticación de la ONT 200 (etapa 9), y, posiblemente, la unidad central de control CCU ordena a la OLT 100 enviar una orden de desactivación de la ONT 200. De esta manera, se impide el acceso a los servicios al usuario que trató de acceder a los servicios suscritos mediante la conexión de la ONT 200 a un enlace óptico que no era el determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada durante suscripción.

[0064] Por lo tanto, ventajosamente, el proveedor de servicios puede comprobar si el usuario utiliza realmente la ONT 200 mediante su conexión al enlace óptico que se ha determinado de acuerdo con la información de
50 localización proporcionada por el usuario tras la suscripción, y no a otros enlaces ópticos de la misma PON.

[0065] Además, el procedimiento que se muestra en la figura 2 puede realizarse ventajosamente no sólo cuando el usuario activa la ONT 200 por primera vez, sino que puede ser repetido cada vez que el usuario activa la ONT 200. Esto permite ventajosamente al proveedor del servicio comprobar que, cada vez que se activa la ONT 200, en realidad está conectada al enlace que se ha determinado de acuerdo con la información de localización
55 proporcionada por el usuario tras la suscripción, y no a otros enlaces ópticos de la misma PON. Esto evita ventajosamente que el usuario reubique su ONT con el propósito de compartir su suscripción a los servicios de banda ancha con otros usuarios. Por lo tanto, el proveedor de servicios puede estar seguro de que cada suscripción

a un determinado paquete de servicios de banda ancha es realmente disfrutado por un solo usuario desde una única ubicación (es decir desde un solo enchufe).

5 **[0066]** Además, ventajosamente, el procedimiento descrito anteriormente que se muestra en la figura 2 tiene substancialmente la misma duración que un procedimiento de autenticación tradicional de una ONT en una OLT. En efecto, las etapas 4 y 5, que permiten determinar si la ONT está realmente conectada al enlace óptico determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la suscripción, puede durar sólo pocos segundos. En particular, la apertura del interruptor óptico unos pocos segundos es suficiente para permitir que la unidad central de control pueda determinar si se interrumpe la conexión óptica entre la OLT y el enlace óptico identificado por el identificador de enlace óptico Olid. Por consiguiente, estas medidas extienden el procedimiento de autenticación sólo unos pocos segundos. Además, el usuario no debe realizar ninguna operación adicional en comparación con el procedimiento de autenticación conocido. A la vista de lo anterior, la verificación de si una ONT está realmente conectada al enlace óptico determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la suscripción es sustancialmente transparente para el usuario.

10 **[0067]** Además, ventajosamente, la relación entre los beneficios proporcionados al proveedor del servicio por la PON de la figura 1 y el coste de la PON de la figura 1 es mayor que la de una PON conocida. De hecho, los beneficios debidos a la posibilidad de localizar las ONT superan a los costes adicionales debido a la inclusión en la PON de dispositivos activos (es decir la unidad de control remoto RCU y los interruptores ópticos SW1, SW2,..., SWn), que requieren suministro de energía y cuyo coste no es despreciable.

20 **[0068]** Además, ventajosamente, el solicitante ha determinado que el consumo de energía de dichos dispositivos activos es ventajosamente muy baja. De hecho, asumiendo que los conmutadores ópticos SW1, SW2,..., SWn se implementan como componentes discretos, cada conmutador óptico requiere alrededor de 0.3 W. Además, el control remoto de la unidad RCU requiere unos pocos vatios. Por lo tanto, suponiendo por ejemplo que la PON comprende 16 enlaces ópticos el consumo de energía es de unos 10 W, mientras que en el supuesto de que la PON comprende 32 enlaces ópticos el consumo de energía es de alrededor de 15 W. Ventajosamente, puesto que el consumo de energía eléctrica del separador óptico controlado COS es muy bajo, puede ser accionado desde un lugar remoto, tal como, por ejemplo mediante una unidad de alimentación dedicada situada en la oficina central, donde se encuentran la OLT y la unidad de control central CCU, a través utilizando por ejemplo cables trenzados tradicionales. Esto permite ventajosamente mantener el coste de la PON muy bajo, siendo el bajo coste un requisito muy importante, en particular, en caso de aplicaciones FTTH, donde se comparte el coste de la PON entre un número relativamente bajo de usuarios (típicamente hasta 64).

[0069] La figura 3 muestra esquemáticamente una PON adecuada para la aplicación del procedimiento de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

35 **[0070]** La comparación entre la figura 1 y la figura 3 muestra que la única diferencia entre las dos PONs es que los conmutadores ópticos SW1, SW2,..., SWn de la figura 1 se sustituyen por atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn. Como es conocido en la técnica, un atenuador óptico ajustable es un elemento óptico que induce una atenuación óptica en una señal óptica que pasa por él, siendo la atenuación óptica controlable por ejemplo mediante medios mecánicos (por ejemplo un tornillo que se permite ajustar la atenuación óptica) o por medios electrónicos (por ejemplo un procesador para controlar el atenuador óptico ajustable y que tiene una interfaz mediante la cual puede ser establecerse una atenuación óptica deseada).

40 **[0071]** De acuerdo con unas primeras variantes de esta segunda realización, el separador óptico OS y los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn son componentes discretos. De acuerdo con las segundas variantes, el separador óptico OS y los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn son parte de un mismo dispositivo óptico integrado.

45 **[0072]** Preferentemente, las n salidas de control co1, co2, ... con de la unidad de control remoto RCU son adecuadas para transmitir señales de control desde la unidad de control remoto RCU a los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn, con el fin de variar su atenuación óptica entre un valor α_w de trabajo y un valor de verificación α_c . El valor de α_w de trabajo es de preferencia diferente al valor verificación α_c . Más preferentemente, el valor α_w de trabajo es menor que el valor de verificación α_c . Además, el valor α_w de trabajo es preferentemente igual a 0 dB (excepto la atenuación residual de los atenuadores ópticos ajustables), con el fin de minimizar el impacto de los atenuadores ópticos ajustables en la transmisión óptica entre la OLT 100 y los enlaces ópticos ol1, ol2, ..., oln. Por otro lado, el valor de verificación α_c se elige preferentemente teniendo en cuenta las características de los atenuadores ópticos ajustables y de la OLT 100. En particular, el valor de verificación α_c es preferentemente mayor que la resolución variable de los atenuadores ópticos ajustables y de la variación mínima de la potencia óptica recibida que la OLT 100 es capaz de detectar. Por ejemplo, el valor de verificación α_c puede ser igual a 1 dB.

55 **[0073]** Cuando todos los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn son controlados de manera que inducen una atenuación óptica igual al valor α_w de trabajo, la potencia óptica de las señales ópticas recibidas por la OLT 100 de una ONT es igual a un valor máximo P0, que depende de los enlaces ópticos enlaces ol1, ol2, ..., oln a los que la ONT está conectada y de las características de transmisión de la ONT. Por otro lado, si uno de los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn (por ejemplo el atenuador óptico ajustable VA1) está controlado de manera que

su atenuación óptica se incrementa hasta el valor de verificación α_c , la potencia óptica de las señales ópticas recibidas por la OLT 100 de una ONT conectada al enlace óptico correspondiente (es decir ol1) se reduce a un valor $P0-\alpha_c$.

- 5 **[0074]** De acuerdo con una segunda realización de la presente invención, el mecanismo anteriormente descrito consistente en variar selectivamente la atenuación óptica inducida por los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn se utiliza para la localización de una ONT, es decir para permitir que un proveedor de servicios pueda comprobar si una ONT comprada o arrendada por un usuario determinado en el momento de la suscripción es utilizado siempre realmente por la conexión al enlace óptico que se ha determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario en el momento de suscribirse.
- 10 **[0075]** En particular, haciendo referencia ahora a la figura 4, se supone que un usuario que reside en el edificio en el que se instala la PON de la figura 3 compra una suscripción para un paquete dado de servicios de banda ancha distribuidos por medio de la PON de la figura 3.
- [0076]** Igual que en el diagrama de flujo de la figura 2, en el momento de suscribirse el usuario deberá proporcionar información de localización que permita al proveedor de servicios determinar un identificador de enlace óptico Olid que identifique unívocamente el enlace óptico al que el usuario tiene la intención de conectar la ONT para acceder a los servicios de banda ancha. Como se mencionó anteriormente, la información de localización puede ser o bien la dirección completa del usuario o el código de enchufe. De nuevo, se supone que el usuario se encuentra en el piso en el que termina el enlace óptico ol2 por medio del enchufe P2. En consecuencia, el identificador de enlace óptico Olid determinado por el proveedor de servicios de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la inscripción identifica el enlace óptico ol2.
- [0077]** Además, tal como se mencionó anteriormente, en el momento de suscribirse el usuario compra o arrienda una ONT 200 para acceder a los servicios suscritos. Preferentemente, la ONT 200 tiene un identificador de terminación Tid, que lo identifica unívocamente. Por ejemplo, el identificador de terminación Tid puede ser el número de serie de la ONT 200.
- 25 **[0078]** Preferentemente, durante la suscripción, el proveedor de servicios preferentemente almacena una asociación entre el identificador de enlace óptico Olid determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario y el identificador de terminación Tid de la ONT 200 comprado o arrendado por el usuario. Además, preferentemente, el proveedor del servicio almacena esta asociación de modo que pueda ser accesible por la unidad de control central CCU. Por ejemplo, el proveedor de servicios puede almacenar la asociación en una base de datos central que pueda ser accesible por la unidad de control central CCU. Como alternativa, el proveedor de servicios también puede enviar la asociación a la unidad de control central CCU, que la almacena en una base de datos local (no mostrada en la Figura 3).
- 30 **[0079]** Con referencia ahora a la figura 4, cuando el usuario accede por primera vez a los servicios suscritos, conecta preferentemente la ONT 200 a un enchufe (etapa 1). Se supone inicialmente que el usuario realmente conecta la ONT 200 al enlace óptico determinado de acuerdo con la información de localización que ha proporcionado durante la suscripción, es decir el enlace óptico ol2, tal como se muestra en la figura 3.
- [0080]** Además, se supone que todos los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn son controlados de manera que inducen una atenuación óptica igual al valor α_w de trabajo. Por lo tanto, la OLT 100 recibe de la ONT 200 el tráfico en la forma de señales ópticas que tienen una determinada potencia óptica $P0$.
- 40 **[0081]** Puesto que la OLT 100 está ópticamente conectada con la ONT 200, la OLT 100 comienza a transmitir y recibir información de autenticación hacia y desde la ONT 200, mediante la cual la OLT 100 reconoce a la ONT 200. En particular, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la información de autenticación recibida por la OLT 100 comprende preferentemente el identificador de terminación Tid, y la OLT 100 se configura preferentemente para recuperar este identificador de terminación Tid procesando la información de autenticación recibida y para transmitirla a la unidad de control central CCU (etapa 2).
- 45 **[0082]** Entonces, la unidad de control central CCU, que como se mencionó anteriormente puede acceder a la asociación entre el identificador de enlace óptico Olid determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la inscripción y el identificador de terminación Tid de la ONT 200 comprada o arrendada por el usuario, preferentemente se utilizan el identificador de terminación Tid extraído para recuperar el identificador de enlace óptico Olid asociado al identificador de terminación Tid (etapa 3).
- 50 **[0083]** Entonces, la unidad de control central CCU ordena a la unidad de control remoto RCU por medio del canal de control CC aumentar el valor de verificación α_c de la atenuación óptica inducida por el atenuador óptico ajustable que conecta el separador óptico OS al enlace óptico identificado por el identificador de enlace óptico OLid extraído (etapa 4 '). En particular, ya que se ha supuesto que el identificador de enlace óptico Olid es el identificador del enlace óptico ol2, durante la etapa 4 'la central de la unidad de control central CCU ordena preferentemente a la unidad de control remoto RCU aumentar el valor de comprobación α_c de la atenuación óptica inducida por el atenuador óptico variable VA2.
- 55

[0084] Por lo tanto, después de completarse la etapa 4, la atenuación óptica de la conexión óptica entre la OLT 100 y el enlace óptico ol2 se incrementa en el valor de comprobación α_c .

[0085] Entonces, la unidad de control central CCU verifica si se reduce la potencia óptica de las señales ópticas recibidas en la OLT 100 de la ONT 200, es decir es menor que P_0 (etapa 5').

5 **[0086]** En caso afirmativo, la unidad de control central CCU determina que la ONT 200 está realmente conectada al enlace óptico determinada de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la inscripción, es decir ol2. Por lo tanto, la unidad de control central CCU ordena preferentemente a la unidad de control remoto RCU disminuir de nuevo al valor de trabajo α_w la atenuación óptica que se ha aumentado durante la etapa 4', de modo que la OLT 100 vuelve a recibir tráfico desde la ONT 200 con la potencia óptica P_0 (etapa 6'). Entonces, 10 preferentemente, la OLT 100 completa con éxito la autenticación de la ONT 200 (etapa 7), lo que permite al usuario acceder a cualquiera de los servicios suscritos a través de la ONT 200.

15 **[0087]** Por otro lado, si durante la etapa 5' la unidad de control central CCU determina que la OLT 100 continúa recibiendo señales ópticas desde la ONT 200 con la potencia óptica P_0 aunque la atenuación inducida por el atenuador óptico ajustable VA2 se haya incrementado, la unidad de control central CCU determina que la ONT 200 no está conectada a la conexión óptica determinada de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la suscripción. En efecto, la conexión óptica entre la OLT 100 y el enlace óptico identificado por el identificador de enlace óptico Olid tiene ahora una atenuación mayor y, en consecuencia, también la conexión óptica entre la OLT 100 y la ONT 200 debería tener una atenuación incrementada.

20 **[0088]** Esta situación se produce si el usuario conecta la ONT 200 a un enlace óptico distinto del identificado por el identificador de enlace óptico Olid determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la suscripción, por ejemplo el enlace óptico oln, tal como se muestra en la Figura 3 con líneas discontinuas.

25 **[0089]** Por lo tanto, en este caso, la unidad de control central CCU ordena preferentemente instruye a la unidad de control remoto RCU disminuir de nuevo al valor de trabajo α_w la atenuación óptica que se ha aumentado durante la etapa 4', llevando de nuevo la atenuación óptica entre la OLT 100 y el enlace óptico ol2 al valor de trabajo α_w (etapa 8'). Entonces, preferentemente, la OLT 100 interrumpe la autenticación de la ONT 200 (9), y, posiblemente, la unidad de control central CCU ordena a la OLT 100 enviar una orden de desactivación de la ONT 200. De esta manera, se impide el acceso a los servicios al usuario que trató de acceder a los servicios suscritos mediante la 30 conexión de la ONT 200 a un enlace óptico que no sea el determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada durante suscripción.

[0090] Por lo tanto, ventajosamente, también de acuerdo con esta segunda realización de la presente invención, el proveedor de servicios puede comprobar si el usuario utiliza realmente la ONT 200 mediante su conexión al enlace que se ha determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario tras la suscripción, y no a otros enlaces ópticos de la misma PON.

35 **[0091]** Además, el procedimiento que se muestra en la Figura 4 puede realizarse ventajosamente sin suspender la autenticación de la ONT 200, ya que la conexión óptica entre la OLT y la ONT 100 200 no se interrumpe durante las etapas 4', 5', 6' y 8'.

40 **[0092]** Además, el procedimiento que se muestra en la Figura 4 puede realizarse ventajosamente no sólo cuando el usuario activa la ONT 200 por primera vez, sino que puede ser repetido cada vez que el usuario activa la ONT 200. Esto permite ventajosamente al proveedor del servicio comprobar que, cada vez que se activa la ONT 200, se conectado efectivamente al enlace que se ha determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario tras la suscripción, y no a otros enlaces ópticos de la misma PON. Por lo tanto también en este caso se impide la reubicación de las ONT.

45 **[0093]** Además, ventajosamente, el procedimiento descrito anteriormente mostrado en la figura 4 también tiene sustancialmente la misma duración que un procedimiento de autenticación tradicional de una ONT en una OLT. En efecto, las etapas 4' y 5', que permiten determinar si la ONT está en realidad conectada al enlace óptico determinado de acuerdo con la información de localización proporcionada por el usuario durante la suscripción, puede durar sólo unos pocos segundos. En particular, el aumento de la atenuación óptica inducida por el atenuador óptico ajustable durante pocos segundos es suficiente para permitir que la unidad central de control pueda determinar si se reduce la 50 potencia óptica de las señales ópticas recibidas en la OLT 100 de la ONT 200.

55 **[0094]** Además, ventajosamente, el valor de trabajo α_w y el valor de verificación α_c pueden ser elegidos de manera que la OLT 100 sea capaz de detectar cambios en la potencia óptica recibida, pero la calidad del servicio del servicio asociado a las señales ópticas recibidas por la ONT 200 no se ve afectada. Esta ventaja permite realizar las etapas anteriores 4' y 5' no sólo durante la autenticación, sino también mientras el usuario está disfrutando de uno de los servicios suscritos a través de la ONT. Esta ventaja permite realizar controles periódicos de la ubicación de las ONT, sin interrupción del servicio.

- 5 **[0095]** Además, ventajosamente, la relación entre los beneficios proporcionados al proveedor del servicio por la PON de la figura 3 y el coste de la PON de la figura 3 es sustancialmente mayor que la de una PON conocida. De hecho, los beneficios debidos a la posibilidad de localizar las ONT superan a los costes adicionales debidos a la inclusión en la PON de dispositivos activos (es decir la unidad de control remoto RCU y los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn), que requieren suministro de energía y cuyo coste no es despreciable.
- 10 **[0096]** También en esta segunda realización, el solicitante ha determinado que el consumo de energía de dichos dispositivos activos es ventajosamente muy baja. En efecto, suponiendo que los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn se implementan como componentes discretos, cada atenuador óptico variable requiere alrededor de 0.3 W. Además, la unidad de control remoto RCU requiere unos pocos vatios. Por lo tanto, suponiendo por ejemplo que la PON comprende un 16 enlaces ópticos el consumo de energía es de unos 10 W, mientras que en el supuesto de que la PON comprenda 32 enlaces ópticos el consumo de energía es de alrededor de 15 W. Ventajosamente, puesto que la potencia eléctrica requerida por el separador óptico controlado COS 'es muy baja, también en este caso puede ser activado desde un lugar remoto, tal como, por ejemplo por medio de una unidad de alimentación dedicada situada en la oficina central en la que se encuentran la OLT y la unidad de control central
- 15 CCU, utilizando por ejemplo pares trenzados. De nuevo, esto permite ventajosamente mantener el coste de la PON muy bajo.
- 20 **[0097]** Según una variante ventajosa de esta segunda realización, la operación de localización de la ONT también se puede realizar sin que el proveedor del servicio genere una asociación a priori entre el identificador de enlace óptico Olid y el identificador de terminación Tid. En efecto, de acuerdo con esta variante ventajosa, la asociación es generada por la unidad de control central CCU.
- 25 **[0098]** En particular, la primera vez que la OLT 100 detecta que se ha conectado una nueva ONT a uno de los enlaces ópticos que irradian desde el separador óptico controlado COS ', la OLT 100 informa preferentemente a la unidad de control central CCU, que preferentemente ordena a la unidad de control remoto RCU poner en funcionamiento todos los atenuadores ópticos ajustables VA1, VA2,..., VAn para que aumenten uno por uno su atenuación para el valor de verificación α_c .
- 30 **[0099]** De esta manera, la unidad de control central CCU es capaz de identificar el enlace óptico al cual está conectada la nueva ONT, y por lo tanto generar la asociación entre el identificador de enlace óptico Olid que identifica al enlace óptico al cual está conectada la nueva ONT y el identificador de terminación Tid de la nueva ONT (que sigue siendo extraída por la OLT 100 de acuerdo con la información de autenticación intercambiada con la nueva ONT). A partir de entonces, se puede realizar el procedimiento de autenticación descrito anteriormente y mostrado en la figura 4 cada vez que se enciende la nueva ONT.
- 35 **[0100]** De esta manera, ventajosamente, el proveedor de servicios puede determinar si, cada vez que se utiliza la ONT, está siempre conectada al mismo enlace óptico al que estaba conectada la primera vez que se utilizó.
- 40 **[0101]** Tal como se describió más arriba, la operación anteriormente descrita de identificación del enlace óptico al cual está conectada la nueva ONT no induce ventajosamente ninguna interrupción del servicio para las ONT conectadas previamente. De todos modos, de acuerdo con más variantes preferidas, cuando la unidad de control central CCU ordena a la unidad de control remoto RCU activar los atenuadores ópticos ajustables, puede ordenar a la unidad de control remoto RCU activar solamente los atenuadores ópticos ajustables que no están asociados a cualquier ONT activa.
- 45 **[0102]** En las realizaciones mostradas en las figuras 1 y 3, se han utilizado conmutadores ópticos y atenuadores ópticos ajustables para implementar las conexiones ópticas entre el separador óptico OS y los enlaces ópticos ol1, ol2, ..., oln.
- 50 **[0103]** Sin embargo, de acuerdo con realizaciones de la presente invención no mostradas en los dibujos, estas conexiones ópticas se pueden implementar mediante el uso de otros componentes ópticos, a condición de que sean conmutables por una unidad de control remoto entre un primer estado y un segundo estado, y donde el cambio entre el primer estado y un segundo estado induce un cambio en un parámetro óptico de señales ópticas recibidas en la OLT a través de la conexión óptica correspondiente, cambio que debe poder ser detectado por la OLT. Ejemplos de tales componentes ópticos pueden ser:
- moduladores ópticos, que sean adecuados para inducir un cambio de la frecuencia (ω , equivalentemente, longitud de onda), fase o amplitud de las señales ópticas que pasan a través de ellos,
 - amplificadores ópticos, que sean adecuados para inducir un aumento de la potencia óptica de las señales ópticas que pasan a través de ellos,
 - líneas de retardo variable, que sean adecuadas para inducir un cambio en el retardo óptico de señales ópticas que pasan a través de ellos, y así sucesivamente.
- 55 **[0104]** Además, en las realizaciones mostradas en los dibujos, el canal de control CC que permite a la unidad de control central CCU controlar la unidad de control remoto RCU se implementa mediante la OLT 100 y uno de los

puertos del lado usuario del separador óptico OS. La unidad central de control remoto CCU controla entonces la unidad de control remoto RCU por medio de señales ópticas similares a las señales ópticas que llevan el tráfico dirigido a la (s) ONT (s). En otras palabras, el canal de control CC es uno de los canales intermedios gestionados por la OLT.

- 5 **[0105]** De acuerdo con otras realizaciones que no se muestran en los dibujos, el canal de control CC puede ser implementado como un canal separado que conecta directamente la unidad de control central CCU y la unidad de control remoto RCU, sin pasar por el separador óptico OS. Por ejemplo, el canal de control CC se puede implementar mediante el uso de una longitud de onda dedicada en la PON, por ejemplo una longitud de onda especificada y dedicada a la supervisión óptica de la propia PON.
- 10 **[0106]** Además, el canal de control CC no se implementa necesariamente mediante un enlace de fibra óptica. En particular, el canal de control CC pueden implementarse mediante un POTS o un módem GSM, o incluso a través de un canal de velocidad de comunicación de baja velocidad superpuesta en la misma línea utilizada para el suministro de energía a la unidad de control remoto RCU. En este caso, todos los $n + 1$ puertos del lado usuario del separador óptico están ventajosamente disponibles para la conexión de ONTs. Esta realización es ventajosa también por el
- 15 hecho de que el canal de control está completamente separado de la ODN controlada, mejorando así su fiabilidad.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para localizar una terminación de red óptica (200) en una red de acceso óptico, comprendiendo dicha red de acceso óptico una terminación de línea óptica (100) y una cantidad n de enlaces ópticos (ol1, ol2, ..., oln), dicha terminación de red óptica (200) siendo conectable a dicha terminación de línea óptica (100) mediante cualquiera de dichos enlaces ópticos (ol1, ol2, ... oln), comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
- 5 a) detectar que dicha terminación de red óptica (200) está conectada a uno de dichos enlaces ópticos (ol1, ol2, ..., oln) y extraer de ello un identificador de terminación que identifique de manera unívoca dicha terminación de red óptica (200);
- 10 b) utilizar dicho identificador de terminación para extraer un identificador de enlace óptico asociado a dicho identificador de terminación y que identifique de manera unívoca un determinado enlace óptico (ol2) de dichos enlaces ópticos (ol1, ol2, ... oln);
- c) inducir un cambio en una conexión óptica (SW2; VA2) entre dicha terminación de línea óptica (100) y dicho determinado enlace óptico (ol2), modificando de este modo un parámetro óptico de unas primeras señales ópticas recibidas en dicha terminación de línea óptica (100) a través de dicho determinado enlace óptico (ol2);
- 15 d) verificar si unas segundas señales ópticas recibidas en dicha terminación de línea óptica (100) desde dicha terminación de red óptica (200) están afectadas por dicho cambio; y
- e) en caso afirmativo, determinar entonces que dicha terminación de red óptica (200) está conectada a dicho primer enlace óptico (ol2).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además, antes de dicha etapa b), una etapa de adquisición de información de localización de un usuario de dicha terminación de red óptica (200) y determinar dicho identificador de enlace óptico asociado a dicho identificador de terminación procesando dicha información de localización.
- 20 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que dicha etapa de adquisición de información de localización comprende una de las siguientes etapas:
- 25 - adquirir una dirección de dicho usuario; y
- adquirir un identificador de conexión que identifica una conexión que termina a uno de dichos enlaces ópticos (ol1, ol2, ... oln).
4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además, antes de dicha etapa b), una etapa de determinación de dicho identificador de enlace óptico asociado a dicho identificador de terminación cuando dicha terminación de red (200) se conecta primero a dicha red de acceso óptico a través de dicho determinado enlace óptico (ol2).
- 30 5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha etapa a) comprende intercambiar información de autenticación entre dicha terminación de línea óptica (100) y dicha terminación de red óptica (200) y extraer dicho identificador de terminación de dicha información de autenticación.
- 35 6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha etapa c) comprende modificar un parámetro óptico de dichas primeras señales ópticas que pasan a través de dicha conexión óptica (SW2; VA2), siendo dicho parámetro óptico uno de: frecuencia, fase, amplitud, potencia óptica y retardo óptico.
7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que:
- 40 - dicha etapa c) comprende abrir un interruptor óptico (SW2) adecuada para conectar dicha terminación de línea óptica (100) a dicho determinado enlace óptico (ol2); y
- dicha etapa d) comprende verificar si dichas segundas señales ópticas se siguen recibiendo en dicha terminación de línea óptica (100).
8. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que:
- 45 - dicha etapa c) comprende aumentar una atenuación inducida por una atenuación óptica ajustable (VA2) adecuada para conectar dicha terminación de línea óptica (100) a dicho determinado enlace óptico (ol2); y
- dicha etapa d) comprende verificar si una potencia óptica de dichas segundas señales ópticas recibidas en dicha terminación de línea óptica (100) se reduce.
9. Una red de acceso óptico que comprende una terminación de línea óptica (100), una cantidad n de enlaces ópticos (ol1, ol2, ..., oln), una conexión óptica (SW2; VA2) que conecta dicha terminación de línea óptica (100) a un determinado enlace óptico (ol2) de dichos enlaces ópticos (ol1, ol2, ..., oln) y una terminación de red óptica (ONT)
- 50

adecuada para ser conectada a cualquiera de dichos enlaces ópticos (ol1, ol2, ..., oln), en el que dicha red de acceso óptico también comprende:

- una unidad de control remoto (RCU) adecuada para realizar dicha conexión óptica (SW2, VA2) para inducir un cambio en un parámetro óptico de unas primeras señales ópticas recibidas en dicha terminación de línea óptica (100) a través de dicho determinado enlace óptico (ol2); y
- 5
- una unidad de control central (CCU) adecuada para determinar si dicha terminación de red óptica (200) está conectada a dicho determinado enlace óptico (ol2) mediante la verificación de si dicho cambio ha afectado a unas segundas señales ópticas recibidas en dicha terminación de línea óptica (100) desde dicha terminación de red óptica (200).
- 10
- 10.** La red de acceso óptico según la reivindicación 9, en el que dicha conexión óptica (SW2; VA2) comprende un interruptor óptico (SW2) adecuado para ser conmutado entre un estado abierto y un estado cerrado por dicha unidad de control remoto (RCU).
- 11.** La red de acceso óptico según la reivindicación 9, en el que dicha conexión óptica (SW2; VA2) comprende un atenuador óptico ajustable (VA2) adecuado para ser conmutado entre un primer estado y un segundo estado por dicha unidad de control remoto (RCU), dicho atenuador óptico ajustable (VA2) en dicho primer estado induciendo una atenuación de funcionamiento sobre dichas primeras señales ópticas, y dicho atenuador óptico ajustable (VA2) en dicho segundo estado induciendo a atenuación de verificación sobre dichas primeras señales ópticas, siendo dicha atenuación de funcionamiento diferente de dicha atenuación de verificación.
- 15
- 12.** La red de acceso óptico según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que dicha unidad de control remoto (RCU) y dicha unidad de control central (CCU) están enlazadas por un canal de control (CC), dicho canal de control (CC) estando separado de dichos enlaces ópticos (ol1, ol2, ..., oln).
- 20
- 13.** La red de acceso óptico según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende además un separador óptico (OS) entre dicha terminación de línea óptica (100) y dicha conexión óptica (SW2, VA2), dicho separador óptico (OS) y dicha conexión óptica (SW2, VA2) formando parte de un mismo dispositivo óptico integrado.
- 14.** La red de acceso óptico según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que dicha unidad de control remoto (RCU) también comprende un terminal de alimentación eléctrica (PST) adecuada para alimentar a dicha unidad de control remoto (RCU) llevando corriente eléctrica desde un generador remoto o desde una red eléctrica.
- 25

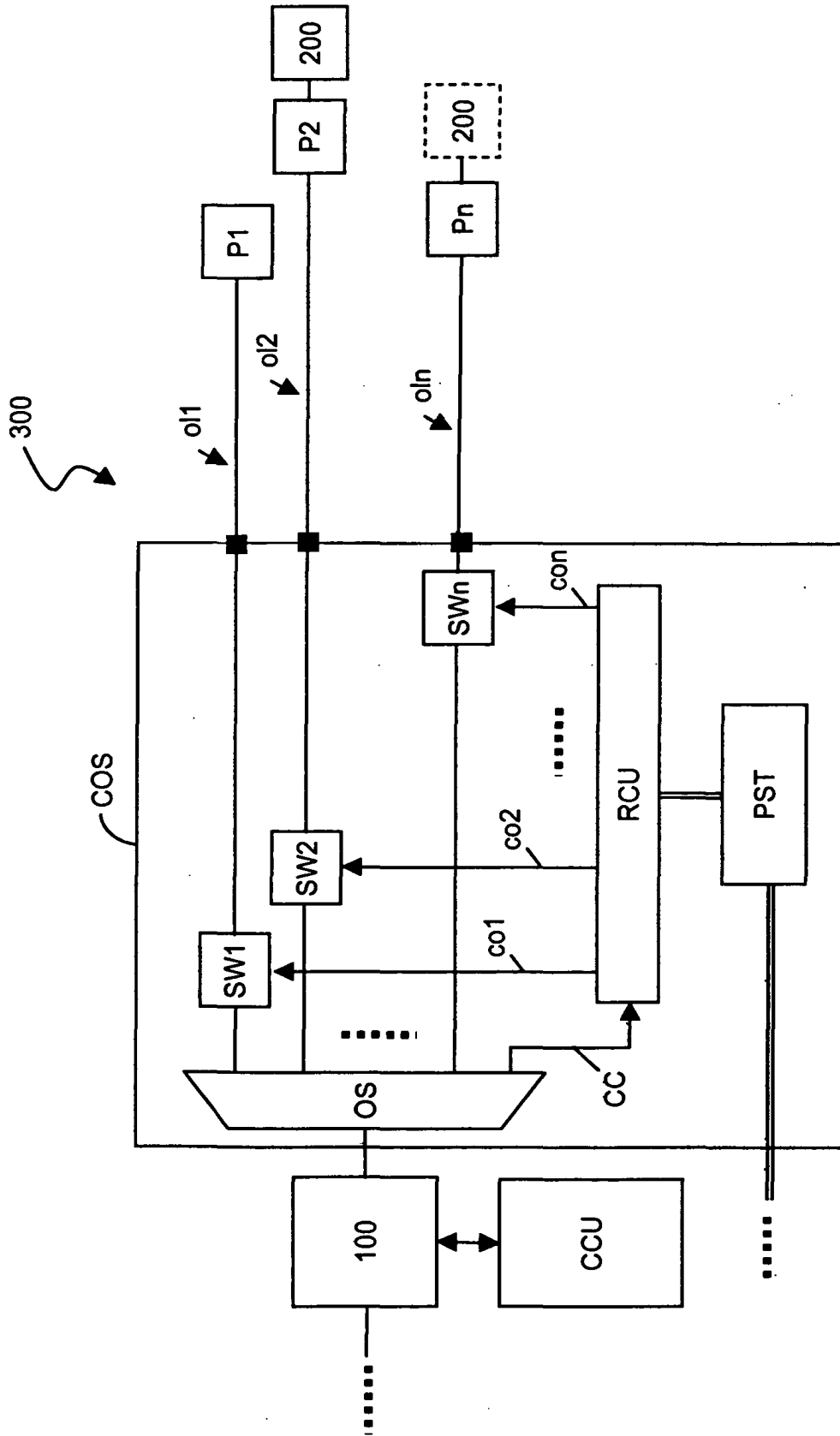


Figura 1

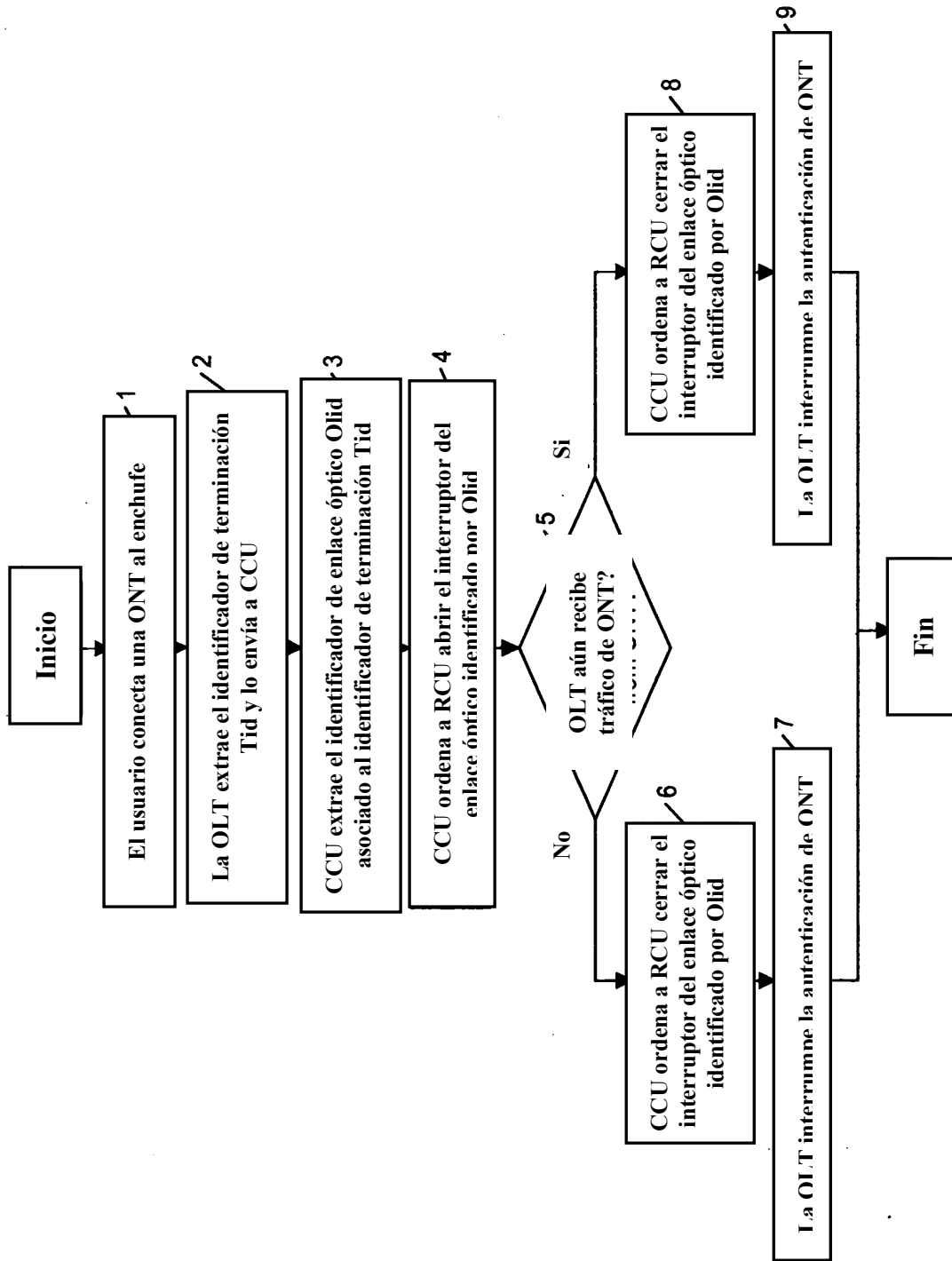


Figura 2

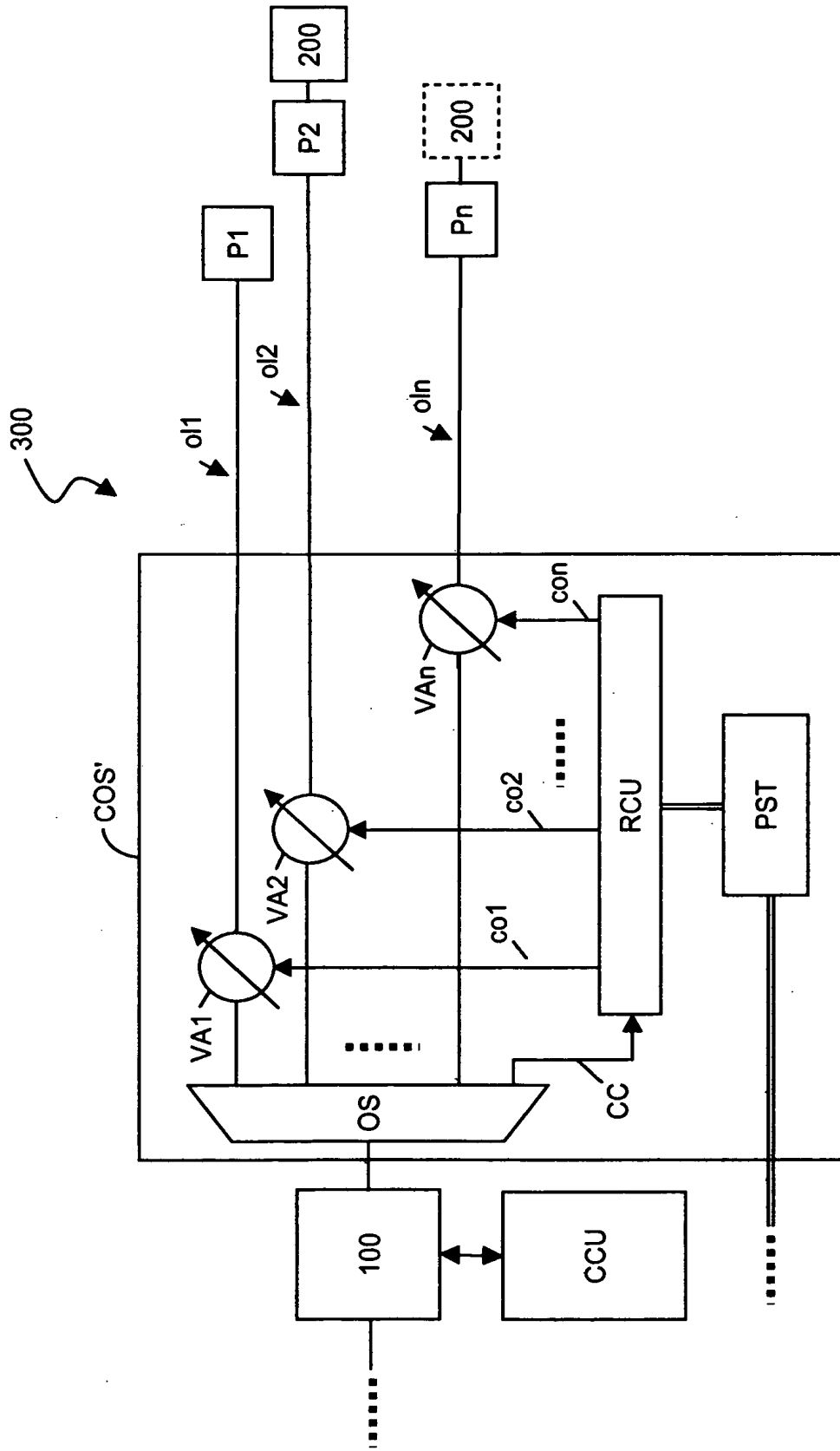


Figure 3

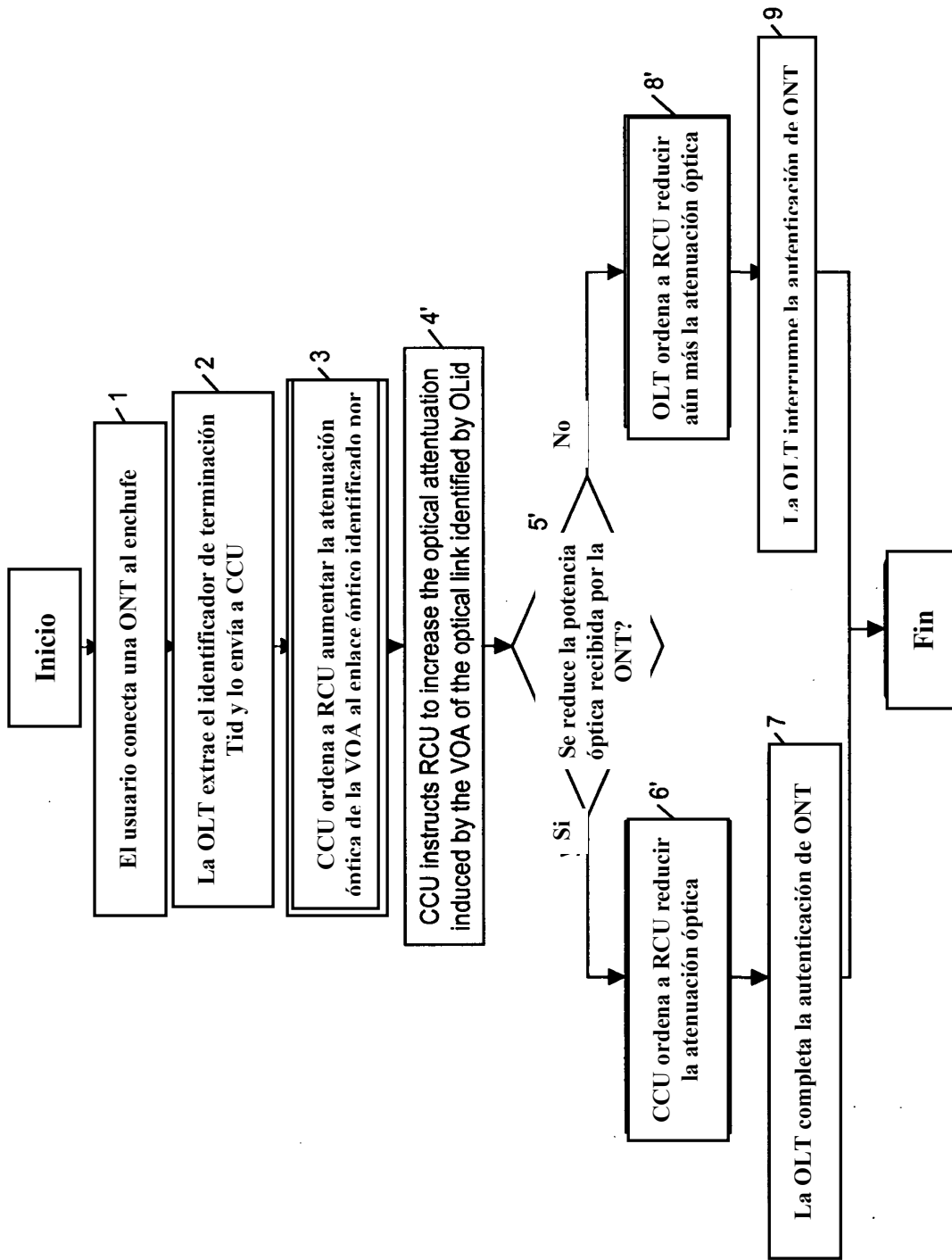


Figura 4