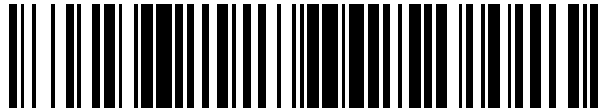


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 994**

51 Int. Cl.:

**H04Q 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2005 E 05811133 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 1943870**

54 Título: **Procedimiento para transmitir paquetes de datos con diferente precedencia a través de una red pasiva óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.02.2014**

73 Titular/es:

**TELECOM ITALIA S.P.A. (100.0%)  
PIAZZA DEGLI AFFARI, 2  
20123 MILANO, IT**

72 Inventor/es:

**CAPURSO, ALESSANDRO;  
MERCINELLI, ROBERTO;  
VALENTINI, MARCELLO y  
VALVO, MAURIZIO**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 441 994 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

Procedimiento para transmitir paquetes de datos con diferente precedencia a través de una red pasiva óptica

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere generalmente al campo de redes de telecomunicaciones y, en particular, al campo de redes de acceso óptico. Más en particular, la presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para transmitir paquetes de datos, en particular paquetes de Ethernet, con diferente precedencia a través de una red pasiva óptica, por ejemplo una GPON. Finalmente, la presente invención se refiere a un sistema de telecomunicaciones.
- 10 **[0002]** Como se sabe, una red de acceso es una red de telecomunicaciones adaptada para conectar uno o más usuarios a una red de conmutación de paquetes.
- 15 **[0003]** En particular, una red de acceso óptico es una red de acceso que comprende fibras ópticas, componentes ópticos activos (amplificadores, regeneradores, conmutadores, y similares) y/o componentes ópticos pasivos (acopladores, desfasadores, y similares). Se conocen diferentes tipos de redes de acceso óptico en la técnica: redes agregadas punto a punto con un único canal para fibra óptica, redes agregadas multi-canal punto a punto, red WDM distribuida espacialmente, etc.
- 20 **[0004]** Una red pasiva óptica es un tipo particularmente ventajoso de red de acceso óptico. Una red pasiva óptica de este tipo comprende principalmente componentes ópticos pasivos, dispuestos de acuerdo con una arquitectura punto a multipunto, permitiendo de este modo conectar una pluralidad de usuarios a un único nodo de una red de conmutación de paquetes.
- 25 **[0005]** Típicamente, una red pasiva óptica comprende uno o más árboles ópticos, comprendiendo cada árbol óptico tramos de fibra óptica de modo individual que se conectan mediante desfasadores y acopladores.
- 30 **[0006]** Las raíces de los árboles ópticos están conectadas a una terminación de línea óptica, que actúa como una interfaz del lado de la red para la red pasiva óptica. La terminación de línea óptica está conectada típicamente a un nodo de la red de conmutación de paquetes.
- 35 **[0007]** Cada hoja de cada árbol óptico está conectada a una unidad de red óptica respectiva, que actúa como una interfaz del lado del usuario para la red pasiva óptica. Una terminación de línea óptica puede conectarse a través de una red pasiva óptica a varias unidades de red óptica. Cada unidad de red óptica está conectada a varios usuarios.
- 40 **[0008]** En una red pasiva óptica, los paquetes de datos pueden transmitirse a partir de la red de conmutación de paquetes a un usuario (descendente), o a partir de un usuario a la red de conmutación de paquetes (ascendente). Los paquetes de datos descendentes pueden dirigirse a un único usuario (difusión única), a más de un usuario (multidifusión), o a todos los usuarios conectados a una terminación de línea óptica (radiodifusión).
- 45 **[0009]** Típicamente, un paquete de datos descendente se recibe de la red de conmutación de paquetes en la terminación de línea óptica, que lo encapsula en una trama de encapsulación, como se describirá en mayor detalle en el presente documento más adelante. Después, la terminación de línea óptica transmite la trama de encapsulación a través de un árbol óptico apropiado de la red pasiva óptica. Por lo tanto, la trama de encapsulación se recibe por todas las unidades de red óptica conectadas a dicho árbol óptico. Cada unidad de red óptica determina si la trama de encapsulación recibida se dirige a uno de sus usuarios, como se explicará en más detalle en el presente documento más adelante. En el caso afirmativo, el paquete de datos se extrae de la trama de encapsulación, y envía hacia el usuario diana.
- 50 **[0010]** De forma análoga, cada unidad de red óptica recibe uno o más paquetes de datos ascendentes de su usuario o usuarios. Cada unidad de red óptica encapsula dichos paquetes de datos en tramas de encapsulación respectivas, como se explicará en mayor detalle en el presente documento más adelante, y transmite dichas tramas de encapsulación a través de la red pasiva óptica. Cada unidad de red óptica se asocia a un periodo de transmisión respectivo, de manera que las tramas de encapsulación de diferentes unidades de red óptica se multiplexen por
- 55 TDMA. Tras la recepción de dichas tramas de encapsulación multiplexadas, la terminación de línea óptica extrae todos los paquetes de datos de las tramas de encapsulación respectivas, y después los envía a la red de conmutación de paquetes.
- [0011]** Se conocen diferentes tipos de redes ópticas pasivas en la técnica, tales como Redes Ópticas Pasivas ATM

(APON, *ATM Passive Optical Networks*), Redes Ópticas Pasivas de Banda Ancha (BPON, *Broadband Passive Optical Networks*), Redes Ópticas Pasivas de Ethernet (EPON, *Ethernet Passive Optical Networks*) y Redes Ópticas Pasivas de Gigabit (GPON, *Gigabit Passive Optical Networks*). Cada tipo de red óptica pasiva está adaptada para soportar la transmisión de diferentes tipos de tráfico de paquetes conmutados, a diferentes velocidades.

5

**[0012]** En particular, la red óptica pasiva GPON (o en resumen red GPON, en la siguiente descripción), que se define por la Serie de Recomendaciones ITU-T G984.x, permite transportar tráfico de voz, datos y video procedente de/dirigido a cualquier tipo de red de conmutación de paquetes (Ethernet, MPLS, IP, etc.), a velocidades de hasta 2.5 Gbit/s.

10

**[0013]** Como se describe por la Recomendación ITU-T G. 984.3, una red GPON soporta tanto:

- encapsulación ATM; como

15

- encapsulación GEM ("Modo de Encapsulación GPON").

**[0014]** En particular, la encapsulación GEM proporciona la inserción de un paquete de datos ascendente o descendente, independientemente de su formato y tamaño, en la carga de una trama GEM. Una trama GEM de este tipo comprende, además de la carga, en encabezado. Un encabezado de este tipo comprende varios campos, incluyendo un Identificador de Puerto (o Port-ID). El campo de ID de Puerto, cuyo tamaño es típicamente de 12 bits, puede comprender información acerca del destino (descendente) o la fuente (ascendente) de una trama GEM. Cada unidad de red óptica puede asociarse a uno o más valores del campo de ID de Puerto.

20

**[0015]** Así, por ejemplo, cuando una terminación de línea óptica encapsula un paquete de datos descendente en una trama GEM, inserta en el campo de ID de Puerto uno de los valores asociados a la unidad de red óptica a la que el usuario de destino de tal paquete de datos descendente está conectado.

25

**[0016]** Cuando una unidad de red óptica recibe una trama GEM de este tipo, comprueba si el campo de ID de Puerto comprende uno de sus propios valores asociados. En caso afirmativo, la unidad de red óptica extrae el paquete de datos de la trama GEM y lo envía al usuario, de otro modo, la unidad de red óptica descarta tal trama GEM recibida.

30

**[0017]** Como ya se ha mencionado, una red GPON es capaz de transportar diferentes tipos de paquetes de datos. En particular, una GPON es capaz de transportar paquetes de Ethernet.

35

**[0018]** Como se sabe, un paquete de Ethernet comprende datos y un encabezado con varios campos. Entre estos campos, por ejemplo, hay un campo de Dirección de Destino, que típicamente comprende la dirección MAC del usuario al que está dirigido el paquete de Ethernet.

40

**[0019]** Opcionalmente, un paquete de Ethernet puede ser "etiquetado VLAN", como se define por la Recomendación IEEE 802.1 Q, Capítulo 9. Un paquete de Ethernet etiquetado VLAN comprende, en su encabezado de Ethernet, un encabezado de VLAN adicional, que comprende un primer campo que se denomina Identificador de VLAN y un segundo campo que se denomina prioridad.

45

**[0020]** Más particularmente, el campo de Identificador de VLAN, cuya longitud es de 12 bits, identifica la LAN Virtual a la que se asocia el paquete de Ethernet. Los paquetes de Ethernet dirigidos a un mismo usuario pueden etiquetarse con el mismo valor del Identificador de VLAN (etiquetado VLAN por usuario); de otro modo, los paquetes de Ethernet que proporcionan el mismo servicio pueden etiquetarse con el mismo valor del Identificador de VLAN (etiquetado VLAN por servicio).

50

**[0021]** El campo de prioridad, cuya longitud es típicamente de 3 bits, comprende el valor de prioridad del paquete de Ethernet, que varía de 0 a 7 (siendo 0 la prioridad más baja, siendo 7 la prioridad más alta).

55

**[0022]** Entonces, el encabezado de VLAN es de 15 bit de longitud, y permite a un proveedor de servicios proporcionar servicios con diferente Calidad de Servicio a través de una red Ethernet. En otras palabras, el encabezado de VLAN es indicativo de la precedencia del paquete de Ethernet, es decir, de la precedencia de acuerdo con la que ha de manejarse el paquete de Ethernet por un nodo.

**[0023]** En la siguiente descripción y las reivindicaciones, el término "precedencia" indicará un valor asociado a un

paquete de datos, que puede comprender una o más informaciones (por ejemplo una prioridad y/o un identificador de VLAN, en el caso de paquetes de Ethernet), lo que indica la precedencia de acuerdo con la que debe manejarse tal paquete de datos por un nodo.

5 **[0024]** El documento US 2005/008013 describe un sistema y un procedimiento para transferir información del canal de administración (en banda o usando una ruta aérea) por una red óptica síncrona (SONET). En un ejemplo que usa información de administración en banda, el procedimiento incluye encapsular la información de administración en un paquete de protocolo de Internet (IP) y encapsular el paquete IP en una trama de Ethernet. La trama de Ethernet se etiqueta con una etiqueta de administración para diferenciar la trama del tráfico de datos  
10 enviado a través de la red.

**[0025]** El documento US 2004/184450 describe un procedimiento para transportar paquetes a través de una red electrónica. Una trama se transporta desde un nodo fuente a uno o más nodos de destino. Una trama comprende una carga. La carga de la trama incluye uno o más encabezados y uno o más paquetes asociados con cada  
15 encabezado. Los encabezados proporcionan un mecanismo para enrutar y extraer de forma simplificada los paquetes.

**[0026]** Como ya se ha mencionado, pueden transportarse paquetes de Ethernet por una red GPON por medio de encapsulación GEM.  
20

**[0027]** De acuerdo con la Recomendación ITU-T G.984.3 que se ha citado anteriormente, la encapsulación GEM permite transmitir diferentes tramas GEM con diferentes garantías de banda ancha. Más particularmente, las tramas GEM se dividen en varios Contenedores de Transmisión, estando cada Contenedor de Transmisión asociado con un nivel diferente de garantía de banda ancha. Actualmente, se proporcionan cinco tipos diferentes de Contenedores de  
25 Transmisión:

- Tipo 1: Banda Ancha Fija;

- Tipo 2: Banda Ancha Garantizada;

30 - Tipo 3: Banda Ancha Garantizada, Banda Ancha No Garantizada y Banda Ancha Máxima;

- Tipo 4: Banda Ancha de Máximo Esfuerzo "Best Effort"; y

35 - Tipo 5: cualquier tipo de banda ancha.

**[0028]** Las tramas GEM que tienen diferentes valores del campo de ID de Puerto pueden pertenecer al mismo Tipo de Contenedor de Transmisión. Tanto la terminación de línea óptica como las unidades de red óptica tienen la capacidad de determinar el Contenedor de Transmisión que pertenece a una trama GEM de acuerdo con el valor de  
40 su campo de ID de Puerto, de manera que cada trama GEM pueda manejarse con la garantía de banda ancha apropiada.

**[0029]** Por lo tanto, en principio, los recursos (es decir, una banda ancha) de una red GPON pueden asignarse a diferentes tramas GEM de acuerdo con los Contenedores de Transmisión a los que pertenecen.  
45

**[0030]** Sin embargo, el Solicitante ha apreciado que una trama GEM no se inserta en el Contenedor de Transmisión apropiado de acuerdo con la precedencia del paquete de datos transportado por la trama GEM.

**[0031]** En otras palabras, los paquetes de datos con diferente precedencia se encapsulan en tramas GEM respectivas, que pueden pertenecer todas a un mismo Contenedor de Transmisión, independientemente de la precedencia de los paquetes de datos encapsulados. Esto se debe al hecho de que la encapsulación GEM es transparente. En otras palabras, la encapsulación GEM no proporciona información específica del formato de procesamiento del paquete que se va a encapsular, tal como, por ejemplo, información de prioridad y/o un  
50 Identificador de VLAN de un paquete de Ethernet.

55 **[0032]** Por lo tanto, en la entrada de una red GPON, todas las tramas GEM pertenecen a un mismo Contenedor de Transmisión, de manera que la red GPON no pueda distinguir entre tramas GEM que transportan paquetes de Ethernet con alta y baja precedencia. Por lo tanto, en la actualidad, los recursos (es decir, la banda ancha) de una red GPON se comparten igualmente entre todas las tramas GEM.

[0033] Sin embargo, el Solicitante ha apreciado que, en ciertas condiciones, un mecanismo de este tipo no es adecuado para transmitir de forma eficiente paquetes de Ethernet con diferente precedencia, especialmente en la dirección ascendente.

5

[0034] En particular, el Solicitante ha apreciado que, en caso de congestión de la red GPON (es decir, banda ancha real cercana a la capacidad máxima de la red GPON), la presente encapsulación GEM no proporciona ninguna información para realizar, en caso de tramas GEM ascendentes procedentes de diferentes usuarios, una asignación de banda ancha que permite transmitir tramas GEM que contienen mayores paquetes de Ethernet de precedencia con mayor garantía de banda ancha. En otras palabras, en un estado de congestión, no puede garantizarse el mayor nivel de Calidad de Servicio, que se asocia típicamente a una garantía de banda ancha, tal como una Banda Ancha Fija o una Banda Ancha Garantizada.

10

[0035] Por lo tanto, el objetivo general de la presente invención es proporcionar un procedimiento para transmitir paquetes de datos (en particular, pero no exclusivamente, paquetes de Ethernet) con diferente precedencia a través de una red de acceso óptico (en particular, pero no exclusivamente, una red óptica pasiva GPON) que supera los problemas que se han mencionado anteriormente.

15

[0036] En particular, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para transmitir paquetes de datos con diferente precedencia a través de una red de acceso óptico que permite una red de acceso óptico de este tipo para distinguir entre paquetes de datos con diferente precedencia.

20

[0037] Ventajosamente, un procedimiento de este tipo permitirá una red de acceso óptico para asignar una banda ancha a paquetes de datos de acuerdo con su precedencia.

25

[0038] Además, ventajosamente, un procedimiento de este tipo permitirá garantizar la Calidad de Servicio a usuarios o servicios que requieren altos niveles de garantía de banda ancha, tal como una Banda Ancha Fija o una Banda Ancha Garantizada, incluso en el caso de estados de congestión.

30

[0039] De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento de transmisión de un paquete de datos a través de una red, comprendiendo el procedimiento: recibir un primer paquete de datos desde una primera interfaz de la red, comprendiendo el primer paquete de datos información de precedencia, estando el procedimiento caracterizado porque comprende adicionalmente: encapsular el primer paquete de datos en un segundo paquete de datos en la primera interfaz; y transmitir el segundo paquete de datos a través de la red hacia una segunda interfaz, en el que la encapsulación comprende el mapeo de la información de precedencia en un campo de encabezado del segundo paquete de datos, comprendiendo así el campo de encabezado un valor indicativo de la información de precedencia, y en el que la red es una red pasiva óptica.

35

[0040] Preferiblemente, los recursos de la red pasiva óptica se asignan de acuerdo con el valor indicativo de la información de precedencia.

40

[0041] De acuerdo con una realización, el primer paquete es un paquete de Ethernet.

[0042] Ventajosamente, la información de precedencia puede comprender una prioridad del primer paquete, un identificador de LAN virtual o tanto una prioridad como un identificador de LAN virtual.

45

[0043] Ventajosamente, el segundo paquete es una trama de modo de encapsulación de red óptica pasiva de Gigabit y el valor indicativo de la información de precedencia se inserta en el campo de Identificador de Puerto del segundo paquete.

50

[0044] De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención proporciona un aparato de interfaz de red para interconectar una red de conmutación de paquetes y una red pasiva óptica. El aparato comprende: un primer puerto que está adaptado para recibir un primer paquete de datos desde la red de conmutación de paquetes, comprendiendo el primer paquete de datos información de precedencia; un módulo de encapsulación que está adaptado para encapsular el primer paquete de datos en un segundo paquete de datos; y un segundo puerto que está adaptado para transmitir el segundo paquete de datos a través de la red pasiva óptica, en el que el módulo de encapsulación está adaptado para mapear la información de precedencia en un campo de encabezado del segundo paquete de datos, comprendiendo así el campo de encabezado un valor indicativo de la información de precedencia.

55

**[0045]** El aparato también comprende preferiblemente un módulo de asignación de recursos que está adaptado para asignar recursos de la red pasiva óptica de acuerdo con el valor indicativo de la información de precedencia.

**[0046]** Típicamente, el primer paquete es un paquete de Ethernet. La información de precedencia puede comprender una prioridad del primer paquete, un identificador de LAN virtual del primer paquete, o ambos.

**[0047]** De acuerdo con una realización, el segundo paquete es una trama de modo de encapsulación de red óptica pasiva de Gigabit y el valor indicativo de la información de precedencia se inserta en el campo de Identificador de Puerto del segundo paquete.

10

**[0048]** De acuerdo con un cuarto aspecto, la presente invención proporciona un sistema de transmisión que comprende un primer aparato de interfaz de red y un segundo aparato de interfaz de red como se ha expuesto anteriormente, en el que el sistema de transmisión comprende adicionalmente una red de conmutación de paquetes, una pluralidad de usuarios y una red pasiva óptica, en el que dicho primer aparato de interfaz de red interconecta la red de conmutación de paquetes y la red pasiva óptica, y dicho segundo aparato de interfaz de red interconecta la red pasiva óptica y al menos una de la pluralidad de usuarios.

15

**[0049]** La presente invención será más clara por la siguiente descripción detallada, dada a modo de ejemplo y no de limitación, que se leerá con los dibujos adjuntos, en los que:

20

- La figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de telecomunicaciones que comprende una red pasiva óptica;

- las figuras 2a y 2b muestran esquemáticamente una posible estructura de una terminación de línea óptica y de una unidad de red óptica, respectivamente;

25

- la figura 3 muestra esquemáticamente el principio de encapsulación GEM de un paquete de Ethernet ascendente, de acuerdo con la técnica anterior;

- la figura 4 muestra esquemáticamente el principio de encapsulación GEM de un paquete de Ethernet ascendente, de acuerdo con una realización de la presente invención;

30

- la figura 5 muestra un sistema de transmisión ejemplar que implementa una realización de la presente invención; y

- la figura 6 muestra esquemáticamente una realización del procedimiento de la invención como se implementa por el sistema de transmisión de la figura 5.

35

La figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de transmisión TS que comprende una red pasiva óptica PON para proporcionar varios usuarios  $u_{11}, \dots, u_{1n1}, u_{21}, \dots, u_{2n2}, \dots, u_{m1}, \dots, u_{mnm}$  con acceso óptico a una red de conmutación de paquetes PN.

40

**[0050]** La red de conmutación de paquetes PN es una red de conmutación de paquetes, tal como, por ejemplo, una red Ethernet, o una red IP.

**[0051]** Una red de conmutación de paquetes de este tipo PN tiene un nodo (no mostrado) que está conectado a una terminación de línea óptica OLT. A su vez, la terminación de línea óptica OLT está conectada a una red pasiva óptica PON, como se explicará en más detalle en el presente documento más adelante haciendo referencia a la figura 2a.

45

**[0052]** Como ya se ha mencionado, la red pasiva óptica PON comprende  $k$  árboles ópticos (no mostrados), donde  $k \geq 1$ . El conjunto de los  $k$  árboles ópticos tiene  $m$  hojas, estando cada hoja conectada a una unidad de red óptica respectiva ONU1, ONU2, ONU3, ..., ONU $m$ .

50

**[0053]** A su vez, la unidad de red óptica ONU1 está conectada a una primera pluralidad de usuarios  $u_{11}, \dots, u_{1n1}$ ; de forma análoga, la unidad de red óptica ONU2 está conectada a una segunda pluralidad de usuarios  $u_{21}, \dots, u_{2n2}$ ; y así sucesivamente, hasta la unidad de red óptica ONU $m$ , que está conectada a una  $m$  pluralidad de usuarios  $u_{m1}, \dots, u_{mnm}$ .

55

**[0054]** Haciendo referencia a la figura 2a, la estructura de la terminación de línea óptica OLT de la figura 1 se describirá en más detalle. La terminación de línea óptica OLT es un aparato de interfaz de red entre la red de

conmutación de paquetes PN y la red pasiva óptica PON.

- [0055]** La terminación de línea óptica OLT comprende un puerto del lado de la red npOLT que conecta la terminación de línea óptica OLT a un nodo (no mostrado) de la red de conmutación de paquetes PN. La terminación de línea óptica OLT comprende adicionalmente una matriz de conmutación SM, que está conectada al puerto del lado de la red npOLT. La matriz de conmutación SM tiene m conexiones de salida (físicas o lógicas), donde m es todavía el número de unidades de red óptica conectadas a la terminación de línea óptica OLT.
- [0056]** La terminación de línea óptica OLT de la figura 2a comprende adicionalmente k unidades de terminación óptica centrales OTU-C1,..., OTU-Ck, en la que k es el número de árboles ópticos de la red PON. Cada unidad OTU-C1,..., OTU-Ck está conectada a la raíz de un árbol óptico respectivo. Las unidades de terminación óptica centrales OTU-C operan como módulos de encapsulación y desencapsulación.
- [0057]** La matriz de conmutación SM está conectada a cada unidad OTU-C1,..., OTU-Ck a través de un número respectivo de conexiones (físicas o lógicas), que corresponde al número de unidades de red óptica conectado a cada unidad OTU-C1,..., OTU-Ck a través del árbol óptico respectivo. Por ejemplo, en la figura 2a, la matriz de conmutación SM y la unidad OTU-C1 se conectan a través de tres conexiones (físicas o lógicas), suponiendo que la unidad OTU-C1 está conectada a tres unidades de red óptica (no mostradas). Además, la matriz de conmutación SM y la unidad OTU-Ck se conectan juntas a través de dos conexiones (físicas o lógicas), suponiendo que la unidad OTU-C2 está conectada a dos unidades de red óptica (no mostradas).
- [0058]** Cada unidad de terminación óptica central OTU-C1,..., OTU-Ck está conectada a la raíz del árbol óptico respectivo por medio de un puerto del lado del usuario respectivo upOLT1,..., upOLTk.
- [0059]** Las funciones de la matriz de conmutación SM y de las unidades de terminación óptica centrales OTU-C1,..., OTU-Ck se describirán en el presente documento más adelante con referencia a la figura 3.
- [0060]** La figura 2b muestra esquemáticamente la estructura de una unidad de red óptica ejemplar, indicada en la figura 2b como ONUi. Además, la unidad de red óptica ONUi, como OLT, es un aparato de interfaz de red.
- [0061]** La unidad de red óptica ONUi comprende un puerto del lado de la red npONU que está conectado a una unidad de terminación óptica remota OTU-R, cuya función se explicará en el presente documento más adelante haciendo referencia a la figura 3. Las unidades de terminación óptica remotas OTU-R funcionan como módulos de encapsulación y desencapsulación. Una unidad de terminación óptica remota OTU-R de este tipo está conectada a una matriz de conmutación SM'. La matriz de conmutación SM' tiene una entrada conectada a la unidad de terminación óptica remota OTU-R y ni salidas, estando cada salida conectada a un puerto del lado del usuario respectivo up1,..., upni, donde ni es el número de usuarios conectados a la unidad de red óptica ONUi. Cada puerto del lado del usuario up1,..., upni está conectado a un usuario respectivo (no mostrado).
- [0062]** Haciendo referencia a la figura 3, ahora se describirá la transmisión de un paquete de datos ascendente de un usuario fuente uij a la red de conmutación de paquetes PN a través de la red pasiva óptica PON. Puesto que la transmisión de un paquete de datos descendente de la red de conmutación de paquetes a un usuario de destino es similar, no se describirá explícitamente.
- [0063]** Se asume que la red de conmutación de paquetes PN de la figura 3 es una red Ethernet. Por lo tanto, el paquete que se va a transmitir es un paquete de Ethernet EthP. Se asume adicionalmente que la red pasiva óptica PON de la figura 3 es una red GPON, que transporta paquetes de Ethernet a través de una encapsulación GEM.
- [0064]** Como ya se ha mencionado, la red pasiva óptica PON está conectada a la red de conmutación de paquetes PN a través de la terminación de línea óptica OLT. Con fines de simplicidad, se asume que la red PON comprende un único árbol óptico, de manera que la terminación de línea óptica OLT comprenda una única unidad de terminación óptica central OTU-C (no se muestra en la figura 3).
- [0065]** Adicionalmente, como ya se ha mencionado, la red pasiva óptica PON está conectada al usuario fuente uij por medio de una unidad de red óptica ONUi. Con fines de simplicidad, no se muestran otros usuarios conectados a la unidad ONUi en la figura 3. Adicionalmente, las otras m-1 unidades de red óptica conectadas a la terminación OLT no se muestran en la figura 3.
- [0066]** Como se sabe, un paquete de Ethernet ascendente EthP se recibe del usuario fuente uij por la unidad de

red óptica ONUi. La unidad de red óptica ONUi inserta el paquete EthP en una trama GEM GEMF y transmite la trama GEM GEMF a través de la red PON en su periodo de transmisión dedicada. La terminación de línea óptica OLT recibe tal trama GEMF, extrae el paquete EthP de la trama GEMF y, gracias a la información de conmutación comprendida en el paquete EthP, conmuta apropiadamente el paquete EthP a la red de conmutación de paquetes  
5 PN.

**[0067]** Más en detalle, el paquete EthP comprende un encabezado EthH y datos de usuario EthD. El encabezado EthH comprende diversa información para conmutar el paquete de Ethernet EthP en una red Ethernet. Como ya se ha mencionado, el encabezado EthH comprende, por ejemplo:

10

- un campo de dirección de destino DA, que comprende la dirección MAC del usuario de destino uij;

- un campo de Identificador de VLAN VID, que comprende el identificador de VLAN del paquete de Ethernet EthP; y

15 - un campo de prioridad p, que comprende el valor de prioridad del paquete de Ethernet EthP.

**[0068]** El encabezado EthH comprende campos adicionales, que no se describen porque no son relevantes para la presente invención.

20 **[0069]** Tras la recepción del paquete de Ethernet EthP a través del puerto del lado del usuario apropiado upni (no se muestra en la figura 3), la matriz de conmutación SM' de la unidad de red óptica ONUi conmuta el paquete EthP en su unidad de terminación óptica remota OTU-R. Por lo tanto, la matriz de conmutación SM' actúa sustancialmente como un conmutador Ethernet con ni entradas y una única salida.

25 **[0070]** Después, la unidad de terminación óptica remota OTU-R encapsula el paquete de Ethernet EthP en una trama GEM GEMF. Más particularmente, la unidad de terminación óptica remota OTU-R inserta el paquete EthP, posiblemente excepto algunos campos, en la carga GEMP de una trama GEMF. Además, la unidad de terminación óptica remota OTU-R inserta en el campo de ID de Puerto PID del encabezado GEM GEMH de la trama GEMF un valor apropiado. Por ejemplo, un valor de este tipo es uno de los valores del Identificador de Puerto asociado a la  
30 unidad de red óptica ONUi (indicado como ONU-IDi en la figura 3).

**[0071]** Finalmente, la unidad de terminación óptica OTU-R convierte electro-ópticamente la trama GEMF, y la transmite a través de la red pasiva óptica PON durante su periodo de transmisión dedicada.

35 **[0072]** La terminación de línea óptica OLT, tras la recepción de la trama GEMF, la convierte opto-eléctricamente, por medio de su unidad de terminación óptica central OTU-C. Después, la unidad de terminación óptica central OTU-C extrae el paquete de Ethernet EthP de la carga GEMP de la trama GEMF, y lo envía a la matriz de conmutación SM. La conexión a través de la cual se envía al paquete de Ethernet EthP desde la unidad de terminación óptica central OTU-C a la matriz de conmutación SM depende del valor del campo de Identificador de Puerto PID. La matriz  
40 de conmutación SM', de acuerdo con el valor de la dirección MAC comprendida en el campo de dirección de destino DA, conmuta apropiadamente el paquete de Ethernet EthP hacia la red de conmutación de paquetes PN. Por lo tanto, la matriz de conmutación SM es sustancialmente un conmutador Ethernet con m entradas y una única salida.

45 **[0073]** A partir de la descripción anterior de la figura 3, puede apreciarse que la encapsulación GEM conocida no tiene en cuenta la precedencia del paquete de Ethernet Eth, que puede indicarse por el campo de Identificador de VLAN VID y/o por el campo de prioridad p.

50 **[0074]** De hecho, de acuerdo con la técnica anterior, un paquete de Ethernet EthP se inserta simplemente en la carga de una trama GEM, y ni su prioridad ni su Identificador de VLAN ni ninguna otra información con respecto a un paquete de Ethernet de este tipo se procesa durante la encapsulación GEM.

**[0075]** La figura 4 muestra un procedimiento de transmisión de paquetes de datos con diferente precedencia a través de una red pasiva óptica de acuerdo con una realización de la presente invención.

55 **[0076]** Como en la figura 3, la red de conmutación de paquetes PN se supone que es una red Ethernet; por lo tanto, los paquetes de datos que se van a transmitir son paquetes de Ethernet. Además, la red pasiva óptica de la figura 4 es una red GPON, que está adaptada para transportar paquetes de Ethernet a través de una encapsulación GEM.



**[0077]** La unidad de red óptica ONUi recibe el paquete de Ethernet EthP del usuario fuente uij, y lo encapsula en una trama GEM GEMF.

**[0078]** Sin embargo, ventajosamente, de acuerdo con la presente invención, la unidad ONUi inserta en el encabezado GEMH de la trama GEMF un valor indicativo de la precedencia del paquete de Ethernet EthP, como se explicará en mayor detalle en el presente documento más adelante. Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, la terminación de unidad de red óptica ONUi solicita a la terminación de línea óptica OLT asignar recursos de la red pasiva óptica PON para transmitir la trama GEMF de acuerdo con dicho valor indicativo de la precedencia del paquete de Ethernet Ethp. Entonces, la unidad de red óptica ONUi transmite la trama GEMF a través de la red pasiva óptica PON. La terminación de línea óptica OLT recibe tal trama GEMF, y, gracias a la información comprendida en la trama GEMF, determina que tal trama GEMF comprende datos procedentes de la unidad de red óptica ONUi. Por lo tanto, la terminación OLT extrae el paquete de Ethernet EthP de la trama GEMF y, gracias a la información de conmutación comprendida en el paquete de Ethernet EthP, conmuta de forma apropiada el paquete EthP en la red de conmutación de paquetes PN.

**[0079]** En mayor detalle, el paquete de Ethernet EthP comprende un encabezado EthH y datos de usuario EthD. El formato del paquete de Ethernet EthP es similar al mostrado en la figura 3, por lo tanto, no se repetirá una descripción detallada. Únicamente se menciona que el paquete de Ethernet EthP comprende un campo de prioridad p, que comprende un valor de prioridad para el paquete de Ethernet EthP, y un campo de Identificador de VLAN VID, que comprende el Identificador de VLAN del paquete de Ethernet EthP.

**[0080]** Tras la recepción del paquete de Ethernet EthP, la matriz de conmutación SM' de la unidad de red óptica ONUi conmuta el paquete de Ethernet EthP en la unidad de terminación óptica remota OTU-R (no se muestra en la figura 4). Por lo tanto, la matriz de conmutación SM' actúa sustancialmente como un conmutador Ethernet con ni entradas y una única salida.

**[0081]** Después, la unidad de terminación óptica remota OTU-R encapsula el paquete EthP recibido en una trama GEM GEMF. Más particularmente, la unidad de terminación óptica remota OTU-R inserta el paquete de Ethernet EthP, excepto algunos campos, en la carga GEMP de una trama GEMF.

**[0082]** Mientras que de acuerdo con la técnica anterior mostrada en la figura 3 la unidad de terminación óptica remota OTU-R inserta simplemente en el encabezado de la trama GEM (y en particular en el campo de ID de Puerto PID de la trama GEM) información para enrutar la trama GEM (es decir, un valor de ID de Puerto ONU-IDi de la unidad ONUi), de acuerdo con la presente invención la unidad de terminación óptica remota OTU-R inserta en el encabezado de la trama GEM un valor que también es indicativo de la precedencia del paquete de Ethernet.

**[0083]** De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, tal valor indicativo de la precedencia del paquete de Ethernet se inserta en el campo de ID de Puerto PID de la trama GEM. Esto permite ventajosamente asociar el valor de precedencia del paquete de Ethernet a un Contenedor de Transmisión apropiado. De hecho, como ya se ha mencionado, cada valor del campo de ID de Puerto puede asociarse a un Tipo de Contenedor de Transmisión.

**[0084]** Por lo tanto, por ejemplo, de acuerdo con la presente invención, un paquete de Ethernet de baja precedencia se inserta en una trama GEM cuyo campo de ID de Puerto comprende un valor que está asociado a un Tipo de Contenedor de Transmisión de baja garantía de banda ancha (por ejemplo, Tipo 3 o Tipo 4). De forma análoga, un paquete de Ethernet de alta precedencia se inserta en una trama GEM cuyo campo de ID de Puerto comprende un valor que está asociado a un Tipo de Contenedor de Transmisión de alta garantía de banda ancha (por ejemplo Tipo 1 o Tipo 2). De acuerdo con la presente invención, pueden implementarse diferentes soluciones; en cualquier caso, los paquetes de Ethernet con una precedencia inferior deben transportarse por tramas GEM insertadas en Contenedores de Transmisión con una garantía de banda ancha inferior que los paquetes de Ethernet con precedencia superior.

**[0085]** Por lo tanto, mientras que de acuerdo con la técnica anterior todas las tramas GEM se asocian de forma estática a los mismos Contenedores de Transmisión, de acuerdo con la presente invención cada trama GEM se asocia de forma dinámica a un Contenedor de Transmisión apropiado, ya que el contenido del campo de ID de Puerto se estima de forma dinámica para cada trama GEM de acuerdo con el valor de precedencia del paquete de Ethernet encapsulado.

**[0086]** Por ejemplo, la figura 4 muestra una realización del procedimiento de acuerdo con la presente invención.

De acuerdo con esta realización, durante la encapsulación GEM, la unidad de red óptica ONUi inserta en el campo de ID de Puerto PID de la trama GEM el siguiente valor: [ONU-Idi, VG, pG], en el que:

- ONU-Idi es un valor que identifica la unidad de red óptica ONUi;

5

- VG es un valor indicativo del Identificador de VLAN del paquete de Ethernet EthP; y

- pG es un valor indicativo del valor de prioridad del paquete de Ethernet p. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, el campo de ID de Puerto es indicativo no solo de la ONUi a partir de la cual se transmite la trama GEMF, pero también es indicativo de la precedencia (es decir, la prioridad y el Identificador de VLAN) del paquete de Ethernet transportado por la trama GEM. Esto permite ventajosamente soportar la opción de etiquetado VLAN también durante la propagación a lo largo de la red pasiva óptica PON.

**[0087]** Por ejemplo, se asume que 32 unidades de red óptica ONU están conectadas a una misma terminación de línea óptica OLT. Por lo tanto, para identificar cada unidad de red óptica, se requieren al menos 5 bits del campo de ID de Puerto para asociar a cada unidad de red óptica al menos un valor del ID de Puerto. Además, se asume que se requieren 3 bits del campo de ID de Puerto con el fin de escribir la prioridad pG, que es indicativa de la prioridad del paquete de Ethernet p. Por lo tanto, se dispone de  $12-5-3 = 4$  bits del campo de ID de Puerto para escribir el Identificador de VLAN VG. Esto implica que si un proveedor de servicios quiere asignar diferentes Identificadores de VLAN a diferentes tipos de servicios (etiquetado de VLAN por servicio), el proveedor de servicios podrá ofrecer  $2^4 = 16$  tipos de servicios soportados por la opción de etiquetado de VLAN.

**[0088]** De acuerdo con la presente invención, la unidad de transporte óptico remota OTU-R, de acuerdo con el valor del campo de ID de Puerto PID, pide a la unidad de terminación óptica central OTU-C asignar los recursos apropiados para transmitir la trama GEMF por la red PON en la dirección ascendente.

**[0089]** Finalmente, la unidad de terminación óptica remota OTU-R convierte electro-ópticamente la trama GEMF, y la transmite a través de la red pasiva óptica PON en su periodo de transmisión dedicada.

**[0090]** La terminación de línea óptica OLT, tras la recepción de la trama GEMF, la convierte opto-eléctricamente, por medio de su unidad de terminación óptica central OTU-C.

**[0091]** Hay que destacar que, de acuerdo con la presente invención, la unidad de red óptica ONUi ha asociado un conjunto de valores de campo de ID de Puerto, siendo cada valor indicativo tanto de la unidad de terminación óptica como de una precedencia del paquete de Ethernet transportado por la trama GEMF.

**[0092]** Después, la unidad de terminación óptica central OTU-C extrae el paquete de Ethernet EthP de la carga GEMF de la trama GEMF, y la envía a la matriz de conmutación SM. El matriz de conmutación SM, de acuerdo con el valor de la dirección MAC comprendida en el campo de dirección de destino DA, conmuta el paquete de Ethernet EthP en su puerto del lado de la red conectado a la red de conmutación de paquetes PN. Por lo tanto, la matriz de conmutación SM es sustancialmente un conmutador Ethernet con m entradas y una única salida.

**[0093]** Por lo tanto, comparando la figura 3 (técnica anterior) y la figura 4 (que muestra una realización de la presente invención), puede apreciarse que mientras que de acuerdo con la técnica anterior el campo de ID de Puerto PID es simplemente indicativo de la unidad de red óptica fuente ONUi de la trama GEMF, de acuerdo con la presente invención el campo de ID de Puerto PID es indicativo tanto de la unidad de red óptica fuente ONUi como de la precedencia del paquete de Ethernet EthP comprendido en la trama GEMF.

**[0094]** Por lo tanto, pueden manejarse paquetes de Ethernet con diferente precedencia de formas diferenciadas incluso durante la transmisión por una red pasiva óptica. Esto permite ventajosamente proporcionar un servicio con una Calidad de Servicio diferente. En particular, esto permite ventajosamente garantizar la Calidad de Servicio a un grupo particular de usuario o para un servicio particular que requiere, por ejemplo, una garantía de Banda Ancha Fija o una garantía de Banda Ancha Garantizada, incluso en el caso de congestión de la red pasiva óptica.

**[0095]** Puede apreciarse que, de acuerdo con la presente invención, el valor pG indicativo del valor de prioridad del paquete de Ethernet puede comprender menos de 3 bits. Por ejemplo, es posible mapear el campo de prioridad de 3 bits p de un paquete de Ethernet en un valor de 2 bits pG en el campo de ID de Puerto de una trama GEM. Esto significa que diferentes valores del campo de ID de Puerto pueden representar hasta 4 valores de prioridad diferentes, en lugar de los ocho valores posibles del campo de prioridad p. En tal caso, es necesario establecer una

regla de mapeo entre p y pG. Por ejemplo, pG = "00" puede ser indicativo de p = "000" y "001", pG = "01" puede ser indicativo de p = "010" y "011", y así sucesivamente. Por supuesto, esto es sólo un ejemplo, y son posibles otras reglas de mapeo entre p y pG.

- 5 **[0096]** La figura 5 muestra esquemáticamente un sistema de transmisión TS' que implementa el procedimiento de acuerdo con la presente invención. Tal sistema de transmisión TS' comprende una red pasiva óptica PON para proporcionar cinco usuarios u1, u2,..., u5 con acceso óptico a una red de conmutación de paquetes PN. Se asume que la red de conmutación de paquetes PN es una red Ethernet.
- 10 **[0097]** La red PON y la red de conmutación de paquetes PN se conectan entre sí mediante una terminación de línea óptica OLT que comprende una matriz de conmutación SM y una primera y una segunda unidad OTU-C1 y OTU-C2.
- [0098]** La primera unidad OTU-C1 está conectada, a través de un primer árbol óptico de la red PON, a dos unidades de red óptica ONU1 y ONU2. La segunda unidad OTU-C2 está conectada, por medio de un segundo árbol óptico degenerado de la red PON, a una unidad de red óptica adicional ONU3. Por lo tanto, la matriz de conmutación SM y la primera unidad OTU-C1 están conectadas a través de una primera y una segunda conexiones (físicas o lógicas), mientras que la matriz de conmutación SM y la segunda unidad OTU-C2 están conectadas a través de una única tercera conexión (física o lógica).
- 20 **[0099]** Se asume que cada usuario u1, u2,..., u5 quiere transmitir un paquete de Ethernet ascendente respectivo EthP1, EthP2,..., EthP5 a la red de conmutación de paquetes PN.
- [0100]** Por lo tanto, como se muestra en la figura 6, el campo de dirección de destino DA de cada paquete de Ethernet EthP1, EthP2, EthP5 comprende una dirección MAC respectiva MAC1, MAC2,..., MAC5 de los usuarios de destino respectivos (los usuarios de destino están conectados a la red de conmutación de paquetes PN, y no se muestran en la figura 5).
- 30 **[0101]** Se asume que la red Ethernet de la figura 5 proporciona dos servicios diferentes. Un primer servicio (por ejemplo, video a la carta) se identifica por un primer Identificador de VLAN ("a" en la figura 6), mientras que un segundo servicio (por ejemplo, voz por IP) se identifica por un segundo Identificador de VLAN ("b" en la figura 6). Por ejemplo, se asume que los usuarios u1, u2, u4 deben proporcionarse con el segundo servicio, mientras que el usuario u3, u5 debe proporcionarse con el primer servicio. Por lo tanto, el campo de Identificador de VLAN VID del paquete de Ethernet EthP1 comprende el valor "b", el campo de Identificador de VLAN VID del paquete de Ethernet EthP2 comprende el valor "b", el campo de Identificador de VLAN VID del paquete de Ethernet EthP3 comprende el valor "a", el campo de Identificador de VLAN VID del paquete de Ethernet EthP4 comprende el valor "b", mientras que el campo de Identificador de VLAN VID del paquete de Ethernet EthP5 comprende el valor "a".
- 40 **[0102]** Además, cada paquete de Ethernet tiene un determinado valor de prioridad. Por ejemplo, el campo de prioridad p del paquete de Ethernet EthP1 comprende el valor 2 ("p = 2" en la figura 6), mientras que el campo de prioridad p de los paquetes de Ethernet EthP2, EthP3, EthP4, EthP5 comprende el valor 1 ("p = 1" en la figura 6).
- [0103]** Cada paquete de Ethernet EthP1, EthP2,..., EthP5 se transmite por el usuario respectivo u1, u2,..., u5 a la unidad de red óptica a la que el usuario está conectado. Por lo tanto, la unidad de red óptica ONU1 recibe los paquetes de Ethernet EthP1, EthP2, la unidad de red óptica ONU2 recibe el paquete de Ethernet EthP3, y la unidad de red óptica ONU3 recibe los paquetes de Ethernet EthP4, EthP5.
- 50 **[0104]** La unidad de terminación óptica remota OTU-R (no se muestra en la figura 5) de cada unidad de red óptica encapsula los paquetes de Ethernet recibidos. En particular, la unidad OUT-R de la unidad de red óptica ONU1 encapsula cada paquete de Ethernet EthP1, EthP2 en tramas respectivas GEM GEMF1, GEMF2. De forma análoga, la unidad OUT-R de la unidad de red óptica ONU2 encapsula el paquete de Ethernet EthP3 en una trama respectiva GEM GEMF3. De forma análoga, la unidad OUT-R de la unidad de red óptica ONU3 encapsula cada paquete de Ethernet EthP4, EthP5 en tramas respectivas GEM GEMF4, GEMF5.
- 55 **[0105]** De acuerdo con la presente invención, la unidad de terminación óptica remota OTU-R de la unidad de red óptica ONU1 inserta en el campo de ID de Puerto de cada trama GEM GEMF1, GEMF2 un valor indicativo de la precedencia del paquete EthP1, EthP2, respectivamente. De forma análoga, la unidad de terminación óptica remota OTU-R de la unidad de red óptica ONU2 inserta en el campo de ID de Puerto de la trama GEM GEMF3 un valor indicativo de la precedencia del paquete EthP3. De forma análoga, la unidad de terminación óptica remota OTU-R

de la unidad de red óptica ONU3 inserta en el campo de ID de Puerto de cada trama GEM GEMF4, GEMF5 un valor indicativo de la precedencia del paquete EthP4, EthP5, respectivamente.

**[0106]** Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 5, se asume que en el caso de paquetes de Ethernet asociados al segundo servicio (identificado por el Identificador de VLAN "b"), el valor del ID de Puerto o Port-ID es tal que las tramas GEM que encapsulan dichos paquetes de Ethernet se insertan en T-CONT con la mayor garantía de banda ancha (por ejemplo, "Ancho de Banda Fijo") independientemente de su prioridad de Ethernet. Por otro lado, se asume que en el caso de paquetes de Ethernet asociados al primer servicio (identificado por el Identificador de VLAN "a"), el valor del ID de Puerto es tal que las tramas GEM que encapsulan dichos paquetes de Ethernet se insertan en diferentes T-CONT de acuerdo con su prioridad de Ethernet. Esto es sólo un ejemplo; son posibles otros tipos de normas de mapeo de acuerdo con la presente invención.

**[0107]** Por lo tanto, el campo ID de Puerto PID de las tramas GEM GEM1, GEM2, GEM4, que transportan paquetes de Ethernet asociados al segundo servicio "b", tiene el siguiente formato:

- 15 - trama GEM GEM1: [Port-ID1, b];
- trama GEM GEM2: [Port-ID1, b]; y
- 20 - trama GEM GEM4: [Port-ID3, b].

**[0108]** Por otra parte, el campo ID de Puerto PID de las tramas GEM GEM3, GEM5, que transportan paquetes de Ethernet asociados al primer servicio "a", tiene el siguiente formato:

- 25 - trama GEM GEM3: [Port-ID2, a, 1]; y
- trama GEM GEM5: [Port-ID3, a, 1].

**[0109]** Puede apreciarse que los campos de ID de Puerto de las tramas GEM generadas por las unidades OTU-R de diferentes unidades de red óptica ONU pueden contener el mismo valor. De hecho, puede usarse un mismo valor del campo de ID de Puerto para indicar unidades de red óptica conectadas a diferentes árboles ópticos, ya que los paquetes que proceden de una determinada unidad de red óptica conectada a un determinado árbol óptico no se propagarán a lo largo de otros árboles ópticos. Por lo tanto, esto ayuda a aumentar el número de valores del campo de ID de Puerto posibles que puede asociarse a una única unidad de red óptica, permitiendo de este modo, por ejemplo, incluir en el campo de ID de Puerto información adicional acerca del paquete de Ethernet transportado.

**[0110]** Además, los campos de ID de Puerto de las tramas GEM que transportan paquetes de Ethernet transmitidos por diferentes usuarios y transportadas a lo largo de un mismo árbol óptico no son necesariamente diferentes. Por ejemplo, el campo de ID de Puerto PID de las tramas GEM GEMF1 y GEMF2 comprende el mismo valor, ya que dichas tramas se transmiten por la misma unidad de red óptica ONU1 con la misma precedencia. Sin embargo, esto no induce ambigüedad en el reconocimiento del destino de los paquetes, puesto que los paquetes se desencapsulan por la línea de terminación óptica, y después se realiza la conmutación en base a la dirección MAC de destino.

**[0111]** Cada unidad de red óptica remota OTU-R, de acuerdo con la presente invención, asigna recursos para la transmisión de las tramas GEM GEMF1, GEMF2,..., GEMF5 de acuerdo con el valor de su campo de ID de Puerto PID. Por ejemplo, puesto que la trama GEMF4 transporta el paquete EthP4, cuya precedencia es mayor que el paquete EthP5, la unidad OTU-R de la unidad ONU3 pedirá, por ejemplo, a la unidad OTU-C2 asignar una banda ancha garantizada en el segundo árbol óptico para transmitir la trama GEMF4. Por lo tanto, incluso en caso de congestión de tal árbol óptico, el usuario u4 enviará sus paquetes de Ethernet con respecto al segundo servicio "b" con su Calidad de Servicio esperada.

**[0112]** De forma análoga, puesto que las tramas GEM1, GEM2 tienen la misma precedencia, la unidad OTU-R de la unidad de red óptica ONU1 pedirá a la unidad OTU-C1 compartir igualmente los recursos del primer árbol óptico.

**[0113]** Después, la unidad de terminación óptica central OTU-C1 recibe las tramas GEMF1, GEMF2, GEMF3. Después, la unidad OTU-C1 extrae los paquetes EthP1, EthP2, EthP3 de las tramas GEMF1, GEMF2, GEMF3. Después, de acuerdo con la dirección MAC de dichos paquetes, conmuta de forma apropiada los paquetes EthP1, EthP2, EthP3 a la red de conmutación de paquetes PN.

**[0114]** De forma análoga, la unidad de terminación óptica central OTU-C2 recibe las tramas GEMF4, GEMF5. Después, la unidad OTU-C2 extrae los paquetes EthP4, EthP5 de las tramas GEMF4, GEMF5. Después, de acuerdo con la dirección MAC de tal paquete, conmuta de forma apropiada los paquetes EthP4, EthP5 a la red de conmutación de paquetes PN.

**[0115]** Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, los paquetes de Ethernet se manejan de acuerdo con el valor de su campo de prioridad p y/o de su Identificador de VLAN no sólo por conmutadores Ethernet, sino también durante su transmisión a través de la red pasiva óptica, de manera que su precedencia se conserve durante toda la ruta de transmisión entre la fuente y el destino.

**[0116]** Puede apreciarse que en la presente descripción se han descrito realizaciones de la presente invención haciendo referencia a la transmisión ascendente de un paquete de datos. Sin embargo, el procedimiento de la invención puede aplicarse de la misma manera también a paquetes descendentes, como se describirá brevemente en el presente documento a continuación.

**[0117]** En el caso de una transmisión descendente, la encapsulación GEM de paquetes de datos dirigidos a usuarios se realiza por las unidades OTU-C comprendidas en la terminación de línea óptica. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, cada unidad OTU-C, mientras que encapsula un paquete de datos descendente que tiene un valor de precedencia determinado, inserta en la trama GEM que encapsula tal paquete de datos un valor indicativo del valor de precedencia del paquete de datos. Preferiblemente, la unidad OTU-C inserta dicho valor indicativo de precedencia en el campo de ID de Puerto de la trama GEM.

**[0118]** Adicionalmente, preferiblemente, la unidad OTU-C está adaptada para asignar recursos para la transmisión de dicha trama GEM de acuerdo con el valor indicativo de precedencia, de manera que el paquete de Ethernet se maneje de acuerdo con su precedencia a lo largo de toda la ruta de transmisión desde la fuente (red de conmutación de paquetes) al destino (usuario).

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de transmisión de paquetes de datos (EthP) a través de una red (PON), comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 - recibir un primer paquete de datos (EthP) desde una primera interfaz (ONU<sub>i</sub>, OLT) de dicha red (PON), comprendiendo dicho primer paquete de datos (EthP) información de precedencia (p, VID),
- estando dicho procedimiento **caracterizado porque** comprende adicionalmente:
- 10 - encapsular dicho primer paquete de datos (EthP) en un segundo paquete de datos (GEMF) en dicha primera interfaz (ONU<sub>i</sub>, OLT); y
- transmitir dicho segundo paquete de datos (GEMF) a través de dicha red (PON) hacia una segunda interfaz (OLT, 15 ONU<sub>i</sub>),
- en el que la encapsulación comprende el mapeado de dicha información de precedencia (p, VID) en un campo de encabezado (PID) de dicho segundo paquete de datos (GEMF), comprendiendo así dicho campo de encabezado (PID) un valor indicativo de dicha información de precedencia (p, VID), y en el que dicha red (PON) es una red 20 pasiva óptica.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la transmisión comprende la asignación de recursos de dicha red pasiva óptica (PON) de acuerdo con dicho valor indicativo de dicha información de precedencia (p, VID).
- 25 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho primer paquete (EthP) es un paquete de Ethernet.
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha información de precedencia 30 comprende una prioridad (p) de dicho primer paquete (EthP).
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, en el que dicha información de precedencia comprende un identificador de LAN virtual (VID) de dicho primer paquete (EthP).
- 35 6. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho segundo paquete (GEMF) es una trama de modo de encapsulación de red óptica pasiva de Gigabit.
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho valor indicativo de dicha información de precedencia (p, VID) se inserta en un campo de Identificador de Puerto (PID) de dicho segundo 40 paquete (GEMF).
8. Un aparato de interfaz de red (OLT, ONU<sub>i</sub>) para interconectar una red de conmutación de paquetes (PN, u<sub>ij</sub>) y una red pasiva óptica (PON) en el que se transmiten los paquetes de datos (EthP), comprendiendo dicho aparato de interfaz de red (OLT, ONU<sub>i</sub>):
- 45 - un primer puerto (npOLT; up<sub>1</sub>,..., up<sub>ni</sub>) que está adaptado para recibir un primer paquete de datos (EthP) desde dicha red de conmutación de paquetes (PN, u<sub>ij</sub>), comprendiendo dicho primer paquete de datos (EthP) información de precedencia (p, VID);
- 50 - un módulo de encapsulación (OTU-C, OTU-R) que está adaptado para encapsular dicho primer paquete de datos (EthP) en un segundo paquete de datos (GEMF); y
- un segundo puerto (upOLT<sub>1</sub>,..., upOLT<sub>k</sub>; npONU) que está adaptado para transmitir dicho segundo paquete de 55 datos (GEMF) a través de dicha red pasiva óptica (PON),
- en el que dicho módulo de encapsulación está adaptado para mapear dicha información de precedencia (p, VID) en un campo de encabezado (PID) de dicho segundo paquete de datos (GEMF), comprendiendo así dicho campo de encabezado (PID) un valor indicativo de dicha información de precedencia (p, VID).

9. El aparato (OLT, ONUi) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que comprende adicionalmente un módulo de asignación de recursos que está adaptado para asignar recursos de dicha red pasiva óptica (PON) de acuerdo con dicho valor indicativo de dicha información de precedencia (p, VID).
- 5 10. El aparato (OLT, ONUi) de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, en el que dicho primer paquete (EthP) es un paquete de Ethernet.
11. El aparato (OLT, ONUi) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicha información de precedencia comprende una prioridad (p) de dicho primer paquete (EthP).
- 10 12. El aparato (OLT, ONUi) de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que dicha información de precedencia comprende un identificador de LAN virtual (VID) de dicho primer paquete (EthP).
13. El aparato (OLT, ONUi) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que dicho  
15 segundo paquete (GEMF) es una trama de modo de encapsulación de red óptica pasiva de Gigabit.
14. El aparato (OLT, ONUi) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicho valor indicativo de dicha información de precedencia (p, VID) se inserta en el campo de Identificador de Puerto (PID) de dicho segundo  
20 paquete (GEMF).
15. Un sistema de transmisión que comprende un primer aparato de interfaz de red (OLT) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-14 y un segundo aparato de interfaz de red (ONUi) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-14, comprendiendo adicionalmente dicho sistema de transmisión una red de conmutación de paquetes (PN), una pluralidad de usuarios, y una red pasiva óptica (PON), en el que dicho primer aparato de  
25 interfaz de red (OLT) interconecta dicha red de conmutación de paquetes (PN) y dicha red pasiva óptica (PON) y dicho segundo aparato de interfaz de red (ONUi) interconecta dicha red pasiva óptica (PON) y al menos una de dicha pluralidad de usuarios.

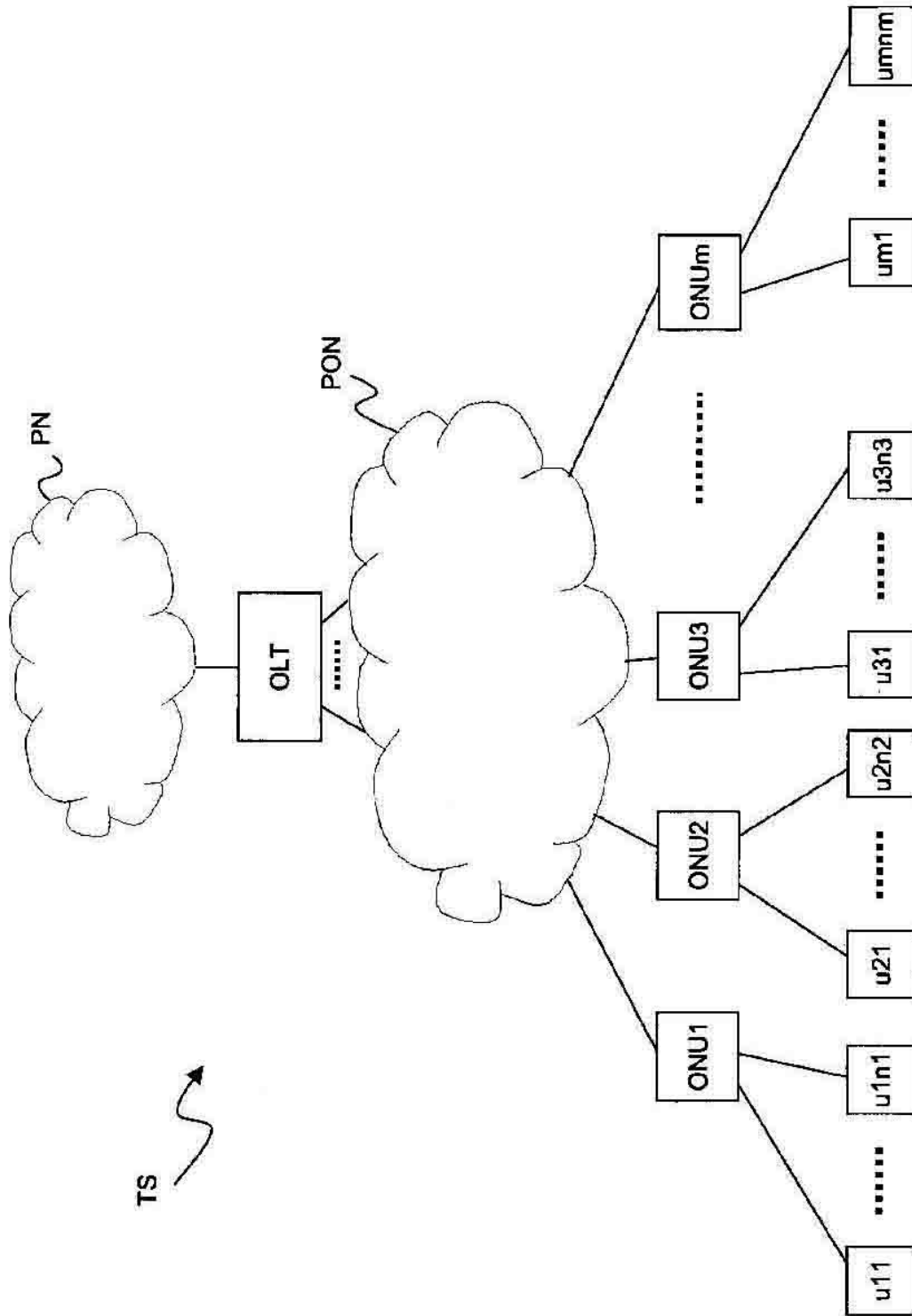


Figura 1



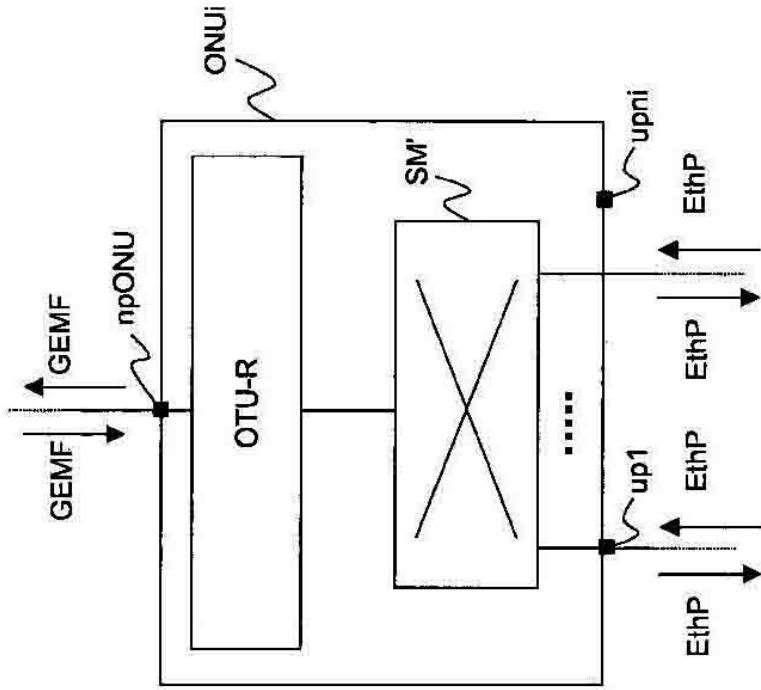


Figura 2b

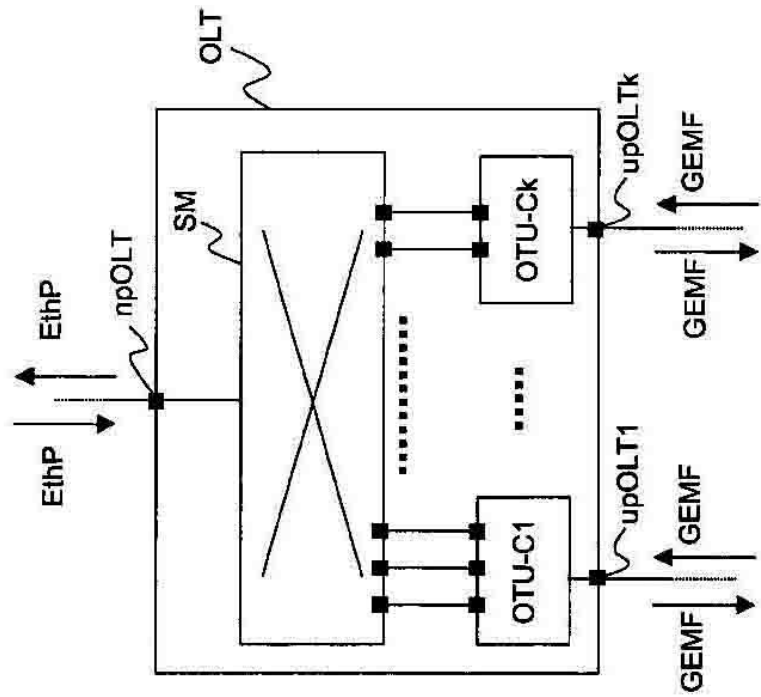


Figura 2a

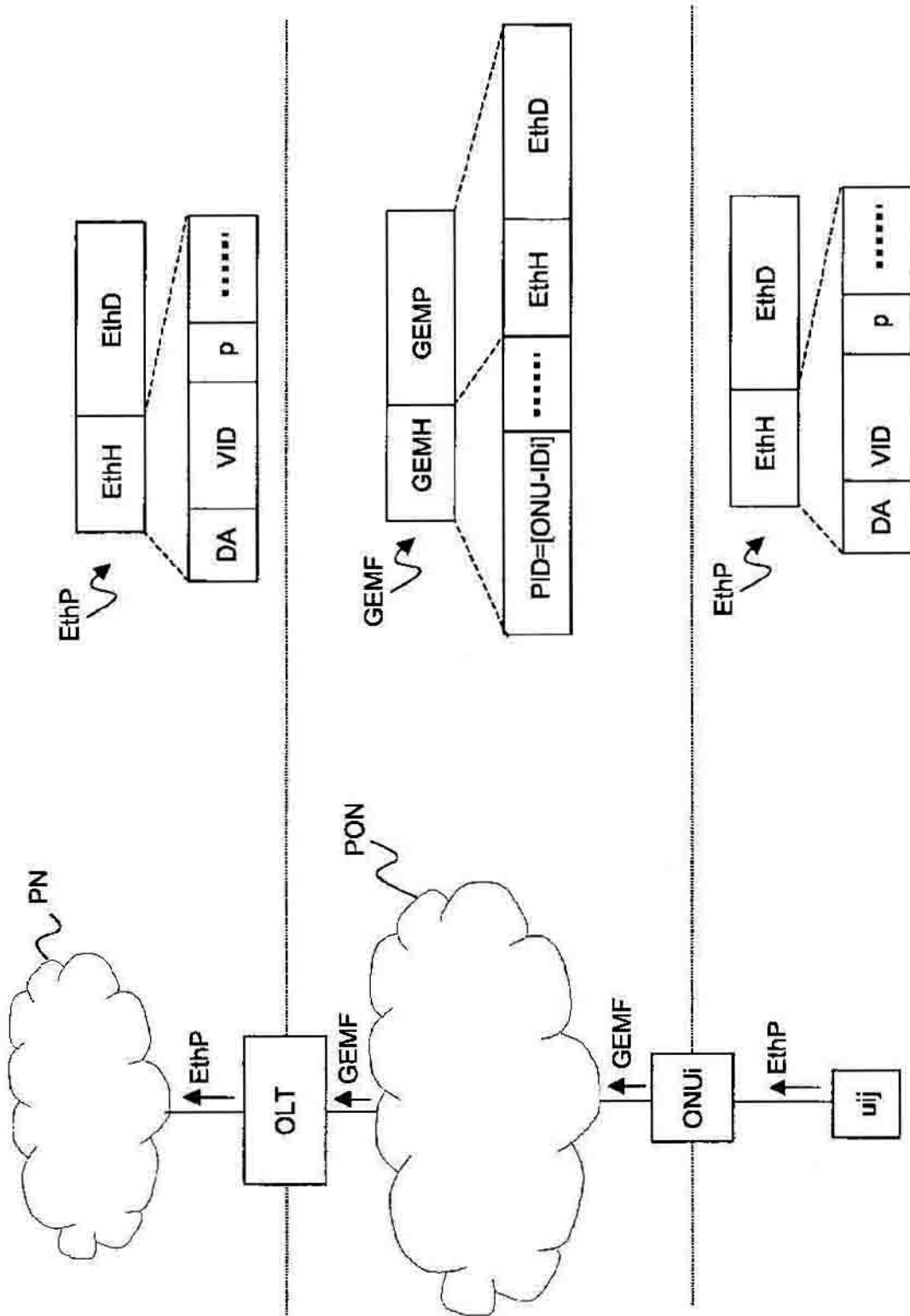


Figura 3

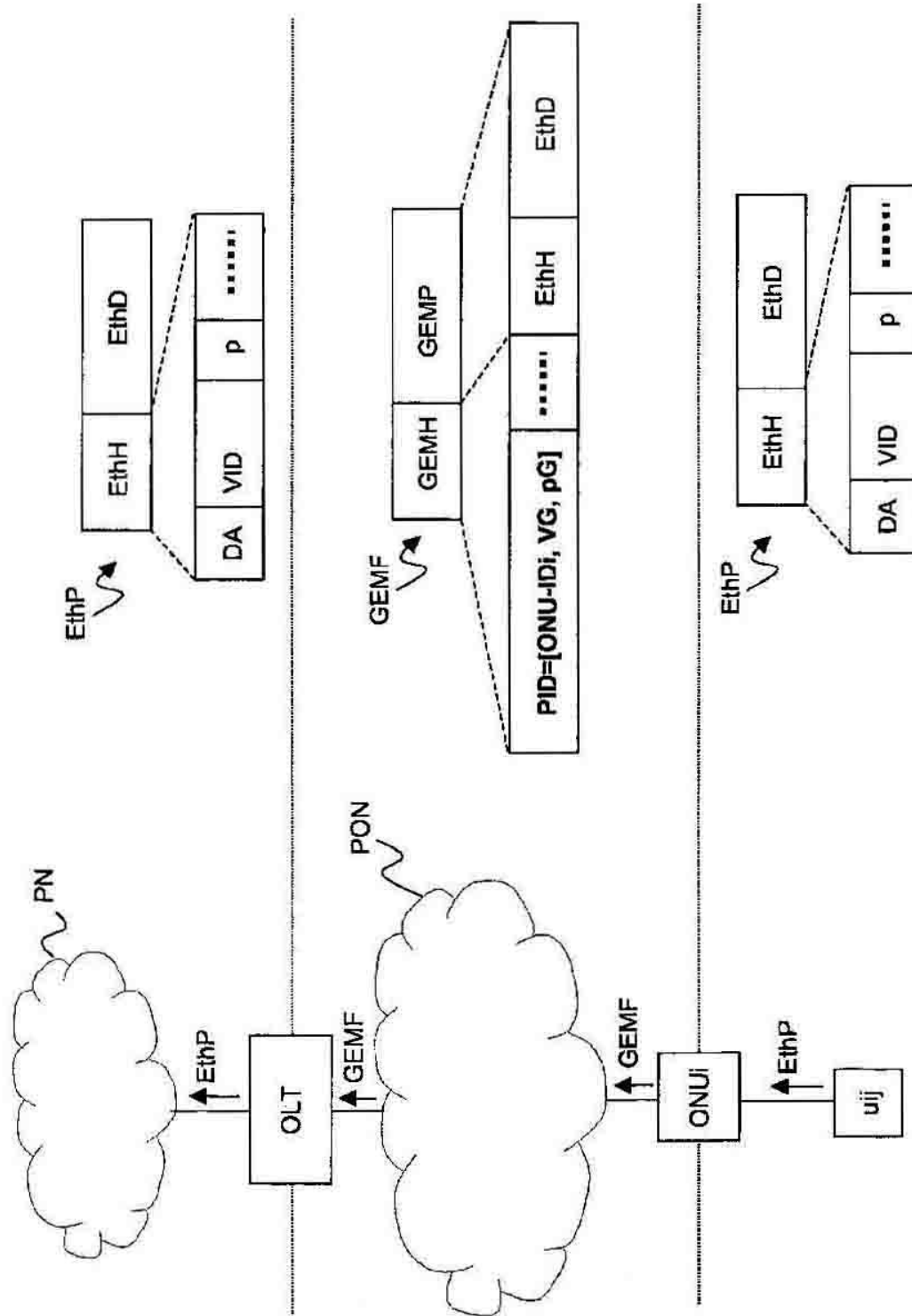
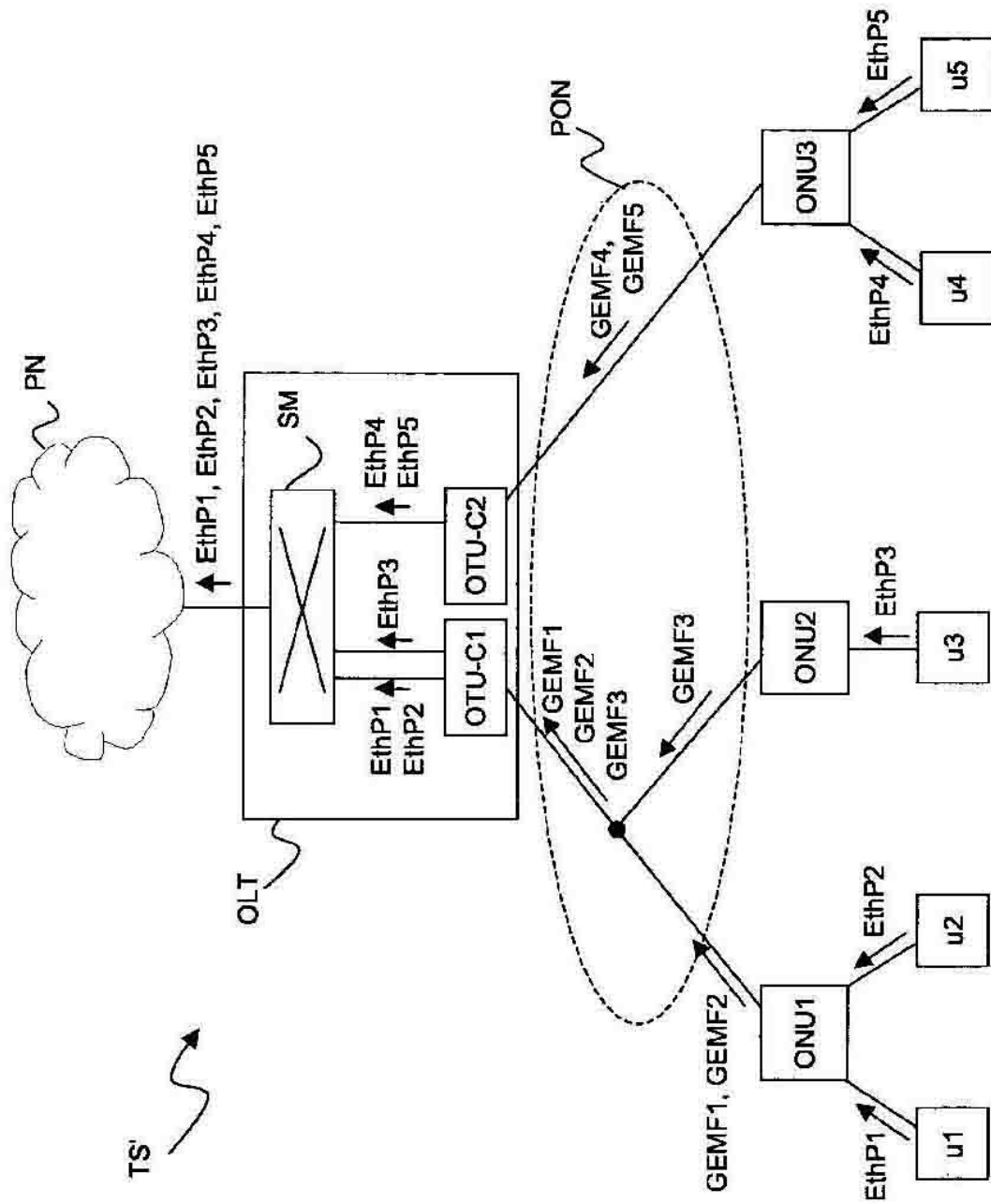
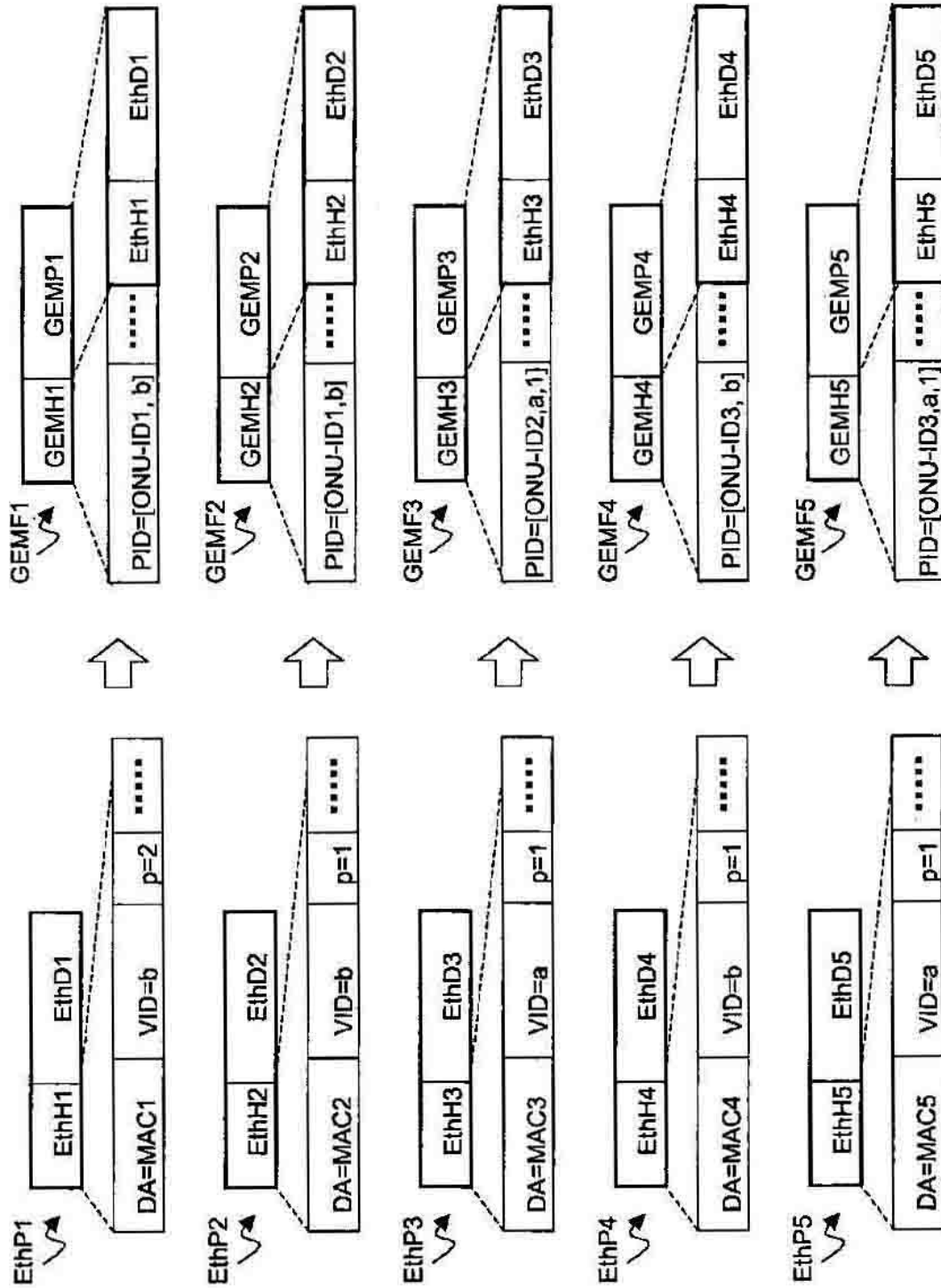


Figura 4



**Figura 5**



**Figura 6**