

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 834**

51 Int. Cl.:

H04B 10/25 (2013.01)

H04J 3/16 (2006.01)

H04B 10/27 (2013.01)

H04B 10/516 (2013.01)

H04J 14/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2013 E 17183034 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3300266**

54 Título: **Método y aparato para transmitir y recibir señal de cliente en red de transporte óptico**

30 Prioridad:

30.07.2012 CN 201210268385

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

27.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SU, WEI;
WU, QIUYOU y
DONG, LIMIN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 750 834 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para transmitir y recibir señal de cliente en red de transporte óptico

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere al campo de las redes de transporte óptico y, en particular, a un método y un aparato para transmitir y recibir una señal de cliente en una red de transporte óptico.

ANTECEDENTES

10 Como la tecnología base de una red de transporte de nueva generación, una red de transporte OTN (Optical Transport Network, red de transporte óptico) incluye especificaciones técnicas de capa eléctrica y capa óptica, presenta diversa OAM (Operation, Administration and Maintenance, operación, administración y mantenimiento), y es capaz de TCM (Tandem Connection Monitoring, monitorización de conexión tándem) y FEC fuera de banda (Forward Error Correction, corrección de errores hacia adelante) potentes, permitiendo la planificación y la gestión flexible para servicios de gran capacidad.

15 En una capa de procesamiento eléctrico, la tecnología OTN define una estructura de encapsulación estándar, la cual mapea varios servicios al cliente y puede implementar la gestión y monitorización para señales de cliente. Una estructura de trama OTN se muestra en la FIG. 1, la trama OTN es una estructura de 4x4080 bytes, es decir, 4 filas x 4080 columnas. La estructura de trama OTN incluye un área de delimitación de trama, OTUk (Optical Channel Transport Unit, unidad de transporte de canal óptico) OH (Overhead, tara), ODUk (Optical Channel Data Unit, unidad de datos de canal óptico) OH, OPUk (Optical Channel Payload Unit, unidad de carga útil de canal óptico) OH, un área de carga útil de OPUk (Payload Area) y un área de FEC, donde los valores 1, 2, 3 y 4 de k corresponden a niveles de tasa 2,5 G, 10 G, 40 G y 100 G respectivamente. El área de delimitación de trama incluye una FAS (Frame Alignment Signal, señal de alineación de trama) y una MFAS (Multi-frame Alignment Signal, señal de alineación de multitrama), la información en la OPUk OH se utiliza principalmente para la gestión del mapeo y de la adaptación de un servicio de cliente, la información en la ODUk OH se utiliza principalmente para la gestión y monitorización de una trama OTN y la información en la OTUk OH se utiliza principalmente para la monitorización de una sección de transmisión. Una tasa fija de la OTUk se llama una tasa de interfaz de línea. Actualmente, existen tasas de interfaz de línea de cuatro niveles de tasa fija 2,5 G, 10 G, 40 G y 100 G. La OTN transmite una señal de cliente de la siguiente manera: mapear una señal de cliente de capa superior a una OPUj de un nivel de tasa más bajo y añadir la tara de OPUj y la tara de ODUj para formar una ODUj, la cual en el presente documento es llamada una ODUj de orden inferior; y luego mapear la ODUj de orden inferior a una OPUk de un nivel de tasa más alto, y añadir la tara de OPUk, la tara ODUk, la tara OTUk y una FEC para formar una OTUk de tasa constante, donde la OTUk es llamada una OTUk de orden superior; y modular la OTUk de orden superior en una sola portadora óptica para la transmisión, donde un ancho de banda de portadora de la portadora óptica es igual a una tasa fija de la OTUk de orden superior. Además, se introduce un ODUflex en una OTN existente y es llamada unidad de datos de canal óptico de tasa variable de orden inferior y se utiliza para transportar un servicio de capa superior de cualquier tasa. El ODUflex de orden inferior, primero necesita ser mapeado a la OPUk de orden superior y la tara de OPUk, la tara de ODUk, la tara de OTUk y la FEC se añaden para formar una OTUk de tasa constante de orden superior, y luego la OTUk de orden superior se modula en una única portadora óptica para la transmisión.

40 El aumento masivo y el cambio flexible de servicios IP (Internet Protocol, Protocolo de Internet) de cliente de capa superior imponen desafíos a un sistema de red de transporte óptico. Actualmente, los recursos del espectro óptico se dividen de acuerdo con anchos de banda de rejilla de espectro óptico de 50 GHz y se asigna un ancho de banda de rejilla de espectro óptico de 50 GHz a cada una de las portadoras ópticas. Para portadoras ópticas cuyos anchos de banda de portadora caen dentro de los cuatro niveles de tasa fija 2,5 G, 10 G, 40 G y 100 G, la anchura de espectro óptico ocupada por las portadoras ópticas no llega a 50 GHz y existe desperdicio de recursos del espectro óptico. Por otra parte, el espectro óptico es un recurso limitado. Para hacer pleno uso de los recursos del espectro óptico, mejorar las capacidades generales de transmisión de una red y cumplir con el aumento de transmisión de servicio IP (Internet Protocol, protocolo para interconexión entre redes) de cliente de capa superior, se introduce una tecnología de rejilla flex (rejilla flexible) en una capa óptica para extender la división del ancho de banda de rejilla de espectro óptico de los recursos del espectro óptico desde una granularidad constante de 50 GHz (ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector-telecommunication, Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) G.694) a la división del ancho de banda de rejilla de espectro óptico de una granularidad menor. Actualmente, una granularidad de ancho de banda de rejilla de espectro óptico mínimo es de ranura = 12,5 GHz y una portadora óptica puede ocupar uno o más anchos de banda de rejilla de espectro óptico continuos. La red OTN puede asignar un ancho de espectro óptico adecuado de acuerdo con un volumen de tráfico de una señal de cliente a ser transmitida y una distancia de transmisión, a fin de satisfacer los requisitos de transmisión.

Además, las personas en la técnica esperan aumentar la eficiencia del espectro lo más posible. Para obtener mayor eficiencia del espectro, se requiere modulación de orden superior, tales como las tecnologías nQAM (modulación por

amplitud en cuadratura de orden n , Quadrature Amplitude Modulation) y una multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Es decir, bajo una anchura de espectro constante, se cumplen las necesidades reales de volumen de tráfico cambiando un formato de modulación de portadora óptica.

- 5 Sin embargo, actualmente una interfaz de línea OTN de capa eléctrica tiene un nivel de tasa fija, y no es factible proporcionar una interfaz de línea de una tasa adecuada de acuerdo con el volumen de tráfico real del servicio de cliente y, por lo tanto, no está disponible la configuración óptima de los recursos de ancho de banda de la red de transporte óptico.

10 El documento EP2388964 A1 describe un método y un dispositivo para enviar y recibir datos de servicio. El método para el envío de datos de servicio incluye: recibir al menos un canal de datos flexible al que están adaptados datos de servicio; buscar una dirección de un puerto de destino correspondiente a un puerto de origen del al menos un canal de datos flexible; programar el al menos un canal de datos flexible a una trama ODUK en el puerto de destino correspondiente, respectivamente, de acuerdo con la información de indicación de canal correspondiente al por lo menos un canal de datos flexible; y enviar la trama ODUK a la dirección de destino a través de una línea de OTN después de completar la construcción de la trama ODUK.

15 El documento CN102511171 A describe un método, un aparato y un sistema para la transmisión de datos de servicio en una red de transporte óptico. El método incluye: mapear los datos de servicio en una unidad de datos de canal óptico flexible de orden inferior (ODUflex); multiplexar múltiples ODUflexs de orden inferior en una ODUflex de orden superior; añadir una sobrecarga de corrección de errores hacia adelante (FEC) en la ODUflex de orden superior para generar una unidad de transporte de canal óptico flexible (OTUflex); y dividir la OTUflex en múltiples señales de canal de datos y modular las señales de canal de datos a subportadoras de multiplexación por división de frecuencia ortogonal para enviar las subportadoras de multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

20 El documento EP 2075937 A2 describe sistemas de intercalación de tramas y métodos para OTUK, y otro transporte óptico de 100 Gb/s (100 G) que permite la transmisión óptica de múltiples niveles. Los sistemas de intercalación de tramas y los métodos de la presente invención sustentan la multiplexación de clientes sub-tasa, tales como clientes 10x10Gb/s (10 G), clientes 2x40 Gb/s (40 G) más 2x10 G, etc., en dos señales de transporte de 50 Gb/s (50 G), cuatro señales de transporte de 25 Gb/s (25 G), etc., que son FEC codificadas y realizadas en una sola longitud de onda. En una configuración, una señal de cliente de 100 G o señal de cliente agregado de 100 G portada a lo largo de dos o más canales está desintercalada en tramas, seguido de la codificación y el entramado de FEC pares/ímpares de subcanales. En otra configuración, una señal de cliente de 100 G o señal de cliente agregado de 100 G llevada a lo largo de dos o más canales es recibida y procesada por un solo enmarcador de FEC de 100 G, seguido de desintercalación de tramas en dos o más canales de sub-tasas.

25 El documento US2012/106956 A1 describe un método que comprende los pasos de recibir, con circuitería en un primer nodo, una señal indicativa de una solicitud para establecer un camino conmutado de una etiqueta de unidad de datos de canal óptico entre el primer nodo y un segundo nodo en una red. Los intervalos de tiempo para una pluralidad de tipos de señales a transmitir desde el primer nodo al segundo nodo están reservados, y un mensaje establecido se transmite desde el primer nodo al segundo nodo. El mensaje establecido identifica la pluralidad de tipos de señales y los intervalos de tiempo reservados. El camino conmutado de una etiqueta de unidad de datos de canal óptico se proporciona a continuación entre los nodos primero y segundo.

30 El documento EP 1826926 A1 describe un método de implementar una señal de tráfico de tasa corta transmitida en OTN, incluye los pasos: A. adaptar una señal de tráfico de velocidad corta que ha de transmitirse a una unidad de datos de canal óptico de tasa corta, nivel de tasa que es el mismo con la señal de tráfico de tasa corta; B. mapear de forma asíncrona cada una de las unidades de datos de canal óptico de tasa corta por separado en una unidad tributaria de datos de canal óptico de tasa corta, y a cada unidad de datos de canal óptico de tasa corta, establecer una tara de justificación de la adaptación de velocidad; C. formar dicha unidad tributaria de datos de canal óptico de tasa corta de más de un enlace junto con dicha tara de justificación correspondiente en una unidad de datos de canal óptico de orden superior.

SUMARIO

35 Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método y un aparato para transmitir y recibir una señal de cliente en una red de transporte óptico.

40 De acuerdo con un aspecto, una realización de la presente invención proporciona un método para transmitir una señal de cliente en una red de transporte óptico, donde el método incluye: mapear una señal de cliente recibida en un contenedor de tasa variable OTU-N, donde una tasa de la OTU-N es N veces un nivel de tasa de referencia prefijado, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiere, en donde la OTU-N tiene $M \times N$ columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas; dividir el contenedor de tasa variable OTU-N en N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs intercalando columnas, donde una tasa de cada una

de las OTUsub es igual al nivel de tasa de referencia; modular las N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs sobre una o más portadoras ópticas; y enviar las una o más portadoras ópticas sobre una misma fibra para la transmisión.

5 De acuerdo con otro aspecto, una realización de la presente invención proporciona un aparato de transmisión en una red de transporte óptico, donde el aparato de transmisión incluye un módulo de construcción, un módulo de mapeo, un módulo de división, un módulo de modulación y un módulo de transmisión. El módulo de construcción está configurado para construir un contenedor de tasa variable OTU-N, donde una tasa de la OTU-N es N veces la altura de un nivel de tasa de referencia prefijado, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera, en donde la OTU-N tiene $M \times N$ columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas; el
10 módulo de mapeo está configurado para mapear una señal de cliente recibida en la OTU-N; estando el módulo de división configurado para dividir la OTU-N, en el cual la señal de cliente es mapeada en N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs intercalando columnas, donde una tasa de cada una de las OTUsubs es el nivel de tasa de referencia; el módulo de modulación está configurado para modular las N OTUsubs sobre una o más portadoras ópticas; y el módulo de transmisión está configurado para enviar las una o más portadoras ópticas sobre una misma
15 fibra para la transmisión.

De acuerdo con otro aspecto, una realización de la presente invención proporciona un método para recibir una señal de cliente en una red de transporte óptico, en donde el método incluye: recibir una o más portadoras ópticas de una misma fibra; demodular las N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs de las una o más portadoras ópticas; alinear las N OTUsubs, en donde una tasa de cada una de las OTUsubs es un nivel de tasa de referencia preestablecida; multiplexar las N OTUsubs alineadas en un contenedor de tasa variable OTU-N intercalando
20 columnas, en donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como el nivel de la tasa de referencia, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera, en donde la OTU-N tiene $M \times N$ columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas; y desmapear una señal de cliente a partir de la OTU-N.

De acuerdo con otro aspecto, una realización de la presente invención proporciona un aparato receptor en una red de transporte óptico, donde el aparato receptor incluye una interfaz de recepción, un módulo de demodulación, un módulo de alineación, un módulo de multiplexación y un módulo de desmapeo. La interfaz de recepción está configurada para recibir una o más portadoras ópticas de una misma fibra. El módulo de demodulación está configurado para demodular las N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs de las una o más portadoras ópticas recibidas por la interfaz de recepción. El módulo de alineación está configurado para alinear las N
30 OTUsubs demoduladas por el módulo de demodulación. El módulo de multiplexación está configurado para multiplexar las N OTUsubs, que están alineadas por el módulo de alineación, en un contenedor de tasa variable OTU-N intercalando columnas, donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como el nivel de la tasa de referencia, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera, en donde la OTU-N tiene $M \times N$ columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas. El módulo de desmapeo está configurado para desmapear una señal de cliente a partir de la OTU-N generada por el módulo de multiplexación.
35

De acuerdo con otro aspecto, una realización de la presente invención proporciona un aparato de transmisión en una red de transporte óptico, en donde el aparato incluye al menos un procesador. El al menos un procesador está configurado para: mapear una señal de cliente recibida en un contenedor de tasa variable OTU-N, en donde una tasa de la OTU-N es N veces la altura de un nivel de tasa de referencia prefijado, y el valor de N es un número
40 entero positivo que es configurable según se requiera; dividir el contenedor de tasa variable OTU-N en N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs por columna, donde una tasa de cada una de las OTUsubs es igual al nivel de tasa de referencia; modular las N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs sobre una o más portadoras ópticas; y enviar las una o más portadoras ópticas sobre una misma fibra para la transmisión.

De acuerdo con otro aspecto, una realización de la presente invención proporciona un aparato receptor en una red de transporte óptico, en donde el aparato incluye un demodulador y al menos un procesador. El demodulador está configurado para demodular N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs de las portadoras ópticas recibidas. El al menos un procesador está configurado para: recibir una o más portadoras ópticas de una misma fibra; demodular las N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs de las una o más portadoras ópticas; alinear las N OTUsubs, donde una tasa de cada una de las OTUsubs es un nivel de tasa de referencia preestablecido; multiplexar las N OTUsubs alineadas en un contenedor de tasa variable OTU-N intercalando
50 columnas, donde una tasa del OTU-N es N veces más alta que el nivel de tasa de referencia, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera; y desmapear una señal de cliente a partir del OTU-N.

En las realizaciones, una señal de cliente se mapea en un contenedor de tasa variable OTU-N y la OTU-N se transmite mediante el uso de la misma fibra, de manera que sea adaptable al cambio de anchos de banda de espectro de la capa óptica y se logre una configuración óptima de las fuentes de ancho de banda de la red de
55 transporte óptico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con más claridad, lo siguiente presenta brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las realizaciones. Aparentemente, los dibujos que se acompañan en la descripción siguiente muestran meramente algunas realizaciones de la presente invención, y una persona con experiencia ordinaria en la técnica aún pueden derivar otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

La FIG. 1 es un diagrama estructural de una trama de OTN proporcionada en la técnica anterior;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático de una estructura de trama de un contenedor de tasa variable OTU-N generado a partir de una trama de OTN intercalando columnas de acuerdo con una realización de la presente invención;

10 la FIG. 3 a la FIG. 5 son diagramas estructurales esquemáticos de un contenedor de tasa variable OTU-N de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 6 es un diagrama esquemático de dividir una unidad de carga útil de canal óptico OPU-N de un contenedor de tasa variable OTU-N en ranuras tributarias de acuerdo con una realización de la presente invención;

15 la FIG. 7 es un diagrama de flujo de un método para transmitir una señal de cliente en una OTN de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 8 es un diagrama esquemático de mapear dos ODUts de orden inferior en un contenedor de tasa variable OTU-N de acuerdo con una realización de la presente invención;

20 la FIG. 9 es un diagrama esquemático de la división de un contenedor de tasa variable OTU-N en una pluralidad de unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs intercalando columnas de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 10 es un diagrama esquemático de la división de una cabecera de trama de un contenedor de tasa variable OTU-3 intercalando columnas de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 11 es un diagrama de flujo de un método para recibir una señal de cliente en una red de transporte óptico de acuerdo con una realización de la presente invención;

25 la FIG. 12 es un diagrama esquemático de un aparato de transmisión en una red de transporte óptico de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 13 es un diagrama esquemático de un aparato de recepción en una red de transporte óptico de acuerdo con una realización de la presente invención;

30 la FIG. 14 es un diagrama esquemático de otro aparato de recepción en una red de transporte óptico de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 15 es un diagrama de bloques de un aparato de transmisión en una red de transporte óptico de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la FIG. 16 es un diagrama de bloques de un aparato de recepción en una red de transporte óptico de acuerdo con una realización de la presente invención.

35 DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

Para hacer que los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de la presente invención sean más claras, lo que sigue describe adicionalmente maneras de implementación de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos que se acompañan.

40 Las realizaciones de la presente invención construyen una estructura de contenedor de tasa variable denominada OTU-N (Optical Channel Transport Unit-N, unidad de transporte de canal óptico-N) sobre una capa eléctrica OTN, donde el valor N es un número entero positivo configurable, y una tasa de la OTU-N es configurable utilizando un nivel de tasa de referencia preestablecido como una granularidad. Por ejemplo, la tasa de la OTU-N es N veces tan alta como el nivel de la tasa de referencia. La tasa de la OTU-N puede estar configurada de manera flexible de acuerdo con un volumen de tráfico de una señal de cliente. El volumen de tráfico de la señal de cliente puede ser detectado por un dispositivo de OTN, o estar configurado por un plano de gestión.

45 El valor de N está configurado de forma flexible de acuerdo con los requisitos de transmisión. Preferiblemente, el valor de N se determina en base al volumen de tráfico de la señal de cliente y el nivel de tasa de referencia. Por ejemplo, el valor de N es igual a un resultado redondeado de dividir el volumen de tráfico de la señal de cliente por el nivel de la tasa de referencia. El redondeo de un cociente de dividir A por B significa que si A es divisible por B, un

cociente de redondeo de dividir A por B es igual a un cociente de dividir A por B; y, si A no es divisible por B, un cociente de redondeo de dividir A por B es igual a un valor de añadir 1 a un valor obtenido mediante el redondeo del cociente de dividir A por B. Por ejemplo, si el volumen de tráfico de la señal de cliente es 200 G y el nivel de la tasa de referencia se ajusta a 25 G, el valor de N es un cociente 8 de dividir 200 G por 25 G, es decir, $N = 8$; y, si el volumen de tráfico de la señal de cliente es de 180 G y el nivel de la tasa de referencia se ajusta a 25 G, el valor de N es igual a añadir 1 a un valor 7 obtenido mediante el redondeo de un cociente de 7,2 de dividir 180 G por 25 G, es decir, $N = 8$.

El valor fijo preestablecido del nivel de tasa de referencia incluye, pero no se limita a los siguientes tipos:

1. El nivel de la tasa de referencia puede ser una tasa de una OTU1, una OTU2, una OTU3 o una OTU4 definida en la norma ITU-T G.709, es decir, el nivel de la tasa de referencia se selecciona entre 2,5 G, 10 G, 40 G y 100 G, y es preferentemente 100 G, es decir, la tasa de la OTU4.

2. El nivel de la tasa de referencia puede ser un múltiplo entero de un ancho de banda de rejilla de espectro óptico definido en la ITU-T G 694. Por ejemplo, si el ancho de banda de rejilla de espectro óptico es de 12,5 GHz, el nivel de la tasa de referencia se selecciona entre 12,5 G, 25 G, 50 G y 100 G, y es preferiblemente 25 G.

La señal de cliente incluye:

(1) datos del cliente, un servicio CBR (Constant Bit Rate, tasa de bits constante) y un servicio de Paquete (paquete); y

(2) servicios ODUt de orden inferior, incluyendo una ODU0, una ODU1, ODU2, una ODU2e, una ODU3, una ODU4 y una ODUflex que se definen en la norma ITU-T G.709.

Una estructura de trama de la OTU-N varía con el valor de N, y está formada por N subtramas intercalando columnas, y una tasa de cada una de las subtramas es el nivel de tasa de referencia. Si la subtrama tiene M columnas, que incluyen M1 columnas de sobrecarga, M2 columnas de carga útil y M3 columnas de FEC, entonces la OTU-N tiene $M \cdot N$ columnas, incluyendo $M1 \cdot N$ columnas de sobrecarga, $M2 \cdot N$ columnas de carga útil y $M3 \cdot N$ columnas de FEC.

Preferiblemente, tal como se muestra en la FIG. 2 a la FIG. 5, la estructura de trama de la OTU-N está formada por N porciones de tramas de OTN intercalando columnas, e incluye 4 filas y $4080 \cdot N$ columnas, en donde una 1ª columna a una $14N^{\text{a}}$ columna incluyen una zona que delimita una trama de OTU-N, un área de tara de OTU-N y un área de tara de ODU-N; la columna $(14N + 1)^{\text{a}}$ a la columna $16N^{\text{a}}$ son un área de tara de OPU-N, la columna $(16N + 1)^{\text{a}}$ a la columna $3824N^{\text{a}}$ son un área de carga útil de OPU-N, y la columna $(3824N + 1)^{\text{a}}$ a la columna $4080N^{\text{a}}$ son un área de tara de FEC (Forward Error Correction, corrección de errores hacia adelante).

Preferiblemente, tal como se muestra en la FIG. 3, toda la información de tara de una de las tramas OTN sirve como información de tara de OTU-N y, para las restantes tramas (N-1) OTN, sólo su FAS (Frame Alignment Signal, señal de alineación de trama) y MFAS (Multi-frame Alignment Signal, señal de alineación de multitrama) se disponen en un área de tara de la primera fila y la 1ª a $7N^{\text{a}}$ columnas de la OTU-N.

Una unidad de datos de canal óptico correspondiente a la OTU-N se denomina una ODU-N, y una unidad de carga útil de canal óptico correspondiente a la OTU-N se denomina una OPU-N. Los dos esquemas siguientes están disponibles para dividir la OPU-N en TS (Tributary slot, ranura tributaria):

Esquema 1: Tal como se muestra en la FIG. 6, la OPU-N se divide en N ranuras tributarias por columna, una tasa de cada una de las ranuras tributarias es el nivel de la tasa de referencia, y el valor N mencionado a lo largo de este documento tiene el mismo valor, donde la $(14N + 1)^{\text{a}}$ columna a la $16N^{\text{a}}$ son un área de tara de la ranura tributaria (Tributary Slot overhead slot, TSOH), y la $(16N + 1)^{\text{a}}$ columna a la $3824N^{\text{a}}$ columna son una zona de carga útil de OPU-N.

Esquema 2: De forma similar a la manera descrita en la norma ITU-T G.709, que divide una OTU4 en 80 ranuras tributarias de 1,25 G, la OTU-N se divide en ranuras tributarias por la intercalación de bytes y utilizando un nivel de tasa de 1,25 G como una granularidad. Por ejemplo, una OTU4-4 de un nivel de tasa de 400 G (la OTU4-4 es la OTU-N que está formada por cuatro OTU4s por la intercalación de columnas) pueden dividirse en 320 ranuras tributarias de 1,25 G. En la norma ITU-T G.709, una manera de dividir la OTU4 es dividir un área de carga útil de OPU4 en 80 ranuras tributarias de 1,25 G por la intercalación de bytes a intervalos de 80 multitramas. En la realización de la presente invención, la manera de dividir la OTU4-4 puede ser dividir el área de carga útil de OPU4-4 en 320 ranuras tributarias de 1,25 G por la intercalación de bytes a intervalos de 80 multitramas.

Con referencia a la FIG. 7, una realización proporciona un método para transmitir una señal de cliente en una red de transporte óptico. El método incluye los pasos siguientes:

Paso 101: Mapear una señal de cliente recibida en una OTU-N.

Para los datos de cliente, los datos de cliente son mapeados en una ranura tributaria de una OPU-N mediante el uso de una manera de mapeo GMP (Generic Mapping Procedure, procedimiento de mapeo genérico) o GFP (Generic Framing Procedure, procedimiento de entramado genérico), y luego se añade la tara de OPU-N, se añade la tara de ODU-N en la OPU-N para formar una ODU-N, y la tara de OTU-N y la información de FEC (Forward Error Correction, corrección de errores hacia adelante) se añaden a la ODU-N para formar una OTU-N.

Para un servicio de ODUt de orden inferior, un servicio ODUt de orden inferior se mapea a una ODTU-N.ts (Optical channel Data Tributary Unit-N, unidad tributaria de canal óptico) de la OPU-N mediante el uso de una manera GMP, en donde ts es el número de ranuras tributarias de OPU-N ocupadas por la ODUt de orden inferior; la ODTU-N.ts se multiplexa en ts ranuras tributarias de la OPU-N; se añade tara de ODU-N a la OPU-N para formar una ODU-N; y se añaden tara de OTU-N y FEC a la ODU-N para formar una OTU-N.

Preferiblemente, una granularidad de bytes utilizada para el mapeo de cada una de las ODUt de orden inferior es la misma que el número de ranuras tributarias de OPU-N ocupadas por la ODUt de orden inferior. Para que sea más fácil entender para personas expertas en la técnica el método de mapeo en esta realización, lo siguiente da un ejemplo con referencia a la FIG. 8. Se asume que una OTU-3 porta dos ODUts de orden inferior, donde las dos ODUts de orden inferior son una primera ODUt de orden inferior y una segunda ODUt de orden inferior. La primera ODUt de orden inferior ocupa una ranura tributaria de la OPU-3, tal como TS1; y la segunda ODUt de orden inferior ocupa dos ranuras tributarias de la OPU-3, tales como TS2 y TS3. Una unidad tributaria de datos de canal óptico de la OPU-3 se denomina una ODTU-3.ts, en donde la ODTU-3.ts incluye TSOH (tributary overhead slot, ranura de tara tributaria) y la carga útil TS, y ts es el número de ranuras tributarias de OPU-3 ocupadas por la ODTU-3.ts.

Tal como se muestra en la FIG. 8, un proceso específico en el cual las dos ODUts de orden inferior son mapeadas y multiplexadas a la OTU-3 es la siguiente:

(1) La primera ODUt de orden inferior es mapeada en la ODTU-3.1 con una granularidad de 1 byte de acuerdo con el GMP, donde la ODTU-3.1 ocupa una ranura tributaria TS1 de la OPU-3; y la información de mapeo se añade a una tara de ranura tributaria TSOH1 correspondiente a la ranura tributaria TS1.

(2) La segunda ODUt de orden inferior es mapeada en la ODTU-3.2 con una granularidad de 2 bytes a través de GMP, donde la ODTU-3.2 ocupa dos ranuras tributarias TS1 y TS2 de la OPU-3; y la información de mapeo se añade a una TSOH correspondiente a cualquiera de las dos ranuras tributarias, por ejemplo, se añade a la tara de ranura tributaria TSOH2 correspondiente a la ranura tributaria TS2.

(3) La ODTU-3.1 y la ODTU-3.2 son multiplexadas en una OPU-3, se añade la tara de ODU-3 a la OPU-3 para generar una ODU-3, y se añade una tara de OTU-N a la ODU-3 para generar la OTU-3. En esta realización, una pluralidad de ODTU-N.ts son multiplexadas en una OPU-N para reducir la complejidad de gestión de la tara.

Esta realización hereda una manera de definición de PT (Payload Type, tipo de carga útil) en la norma ITU-T G.709. Es de destacar que en esta realización se puede añadir un nuevo PT tal como PT = 0x22 para indicar que la ODU-N porta una pluralidad de servicios de orden inferior de una manera híbrida.

Esta realización también puede heredar una manera de definición de MSI (Multiplex Structure Identifier, identificador de estructura multiplex) en la norma ITU-T G.709. Después de obtener la ODU-N mapeada a una pluralidad de ODUt, la MSI de la ODU-N se modifica para indicar si cada una de las ranuras tributarias en la ODU-N ya está ocupada por el servicio ODUt de orden inferior. Ciertamente, la definición del PT y el MSI no se limita a las formas anteriores, y no está limitada específicamente en esta realización.

Paso 102: Tal como se muestra en la FIG. 9, la OTU-N se divide en N OTUsubs (Optical sub-channel Transport Unit, unidad de transporte de subcanal óptico) por la intercalación de columnas, donde una tasa de cada una de las OTUsub es el nivel de la tasa de referencia.

Los dos esquemas siguientes están disponibles para la división de la OTU-N en N OTUsubs intercalando columnas:

Esquema 1: Dividir la OTU-N en N subcanales intercalando columnas, y realizar una FEC para cada uno de los subcanales y añadir información de tara de FEC para obtener las N OTUsubs. Preferiblemente, uno de los subcanales incluye tara de OTU-N, tara de ODU-N, una FAS y una MFAS, y otros N-1 subcanales incluyen la FAS y la MFAS, en donde una tasa de cada uno de los subcanales es igual al nivel de tasa de referencia. La FEC se realiza en cada uno de los subcanales, que puede reducir la dificultad de FEC.

Esquema 2: Realizar una FEC para la OTU-N y añadir la información de tara de FEC para obtener la OTU-N procesada, y dividir la OTU-N procesada en las N OTUsubs intercalando columnas. Preferiblemente, una de las OTUsubs incluye la tara de OTU-N, la tara de ODU-N, la FAS y la MFAS, y otras N-1 OTUsubs incluyen la FAS y la MFAS, donde la tasa de cada una de las OTUsub es igual al nivel de la tasa de referencia.

En esta realización, para facilitar la identificación de cada una de las OTUsub, la OTUsub también puede llevar un LLM (Logical Lane Marker, marcador de líneas lógico). El marcador de líneas lógico ocupa un 6º byte de la FAS, y se designa por LLMi, donde el LLMi es un marcador de líneas de cada una de las OTUsub, y su intervalo de valores puede ser de 0 a 255. El LLMi 0 a 255 marca la OTUsubs 0ª a 255ª, respectivamente. Si el número de OTUsubs es mayor que 256, se puede realizar una definición ampliada en un área reservada de otra tara. Utilizando tres OTUsubs como un ejemplo, una cabecera de trama de la OTUsub se muestra en la FIG. 10, los valores de los marcadores de carril lógicos LLM1, LLM2 y LLM3 portados en las 0ª a 2ª OTUsubs son 0, 1 y 2, respectivamente, y ocupan el 6º byte de tara sobrecarga de la cabecera de trama, donde OA1 y OA2 representan otra tara de la cabecera de trama de la OTUsub, que no se limita específicamente a esta realización. El 7º byte es un byte MFAS, que no se repite en esta realización.

Paso 103: Modular las N OTUsubs sobre una o más portadoras ópticas.

(1) Para una sola portadora, las N OTUsubs se modulan en una sola portadora óptica.

Por ejemplo, suponiendo que un volumen de tráfico de la señal de cliente sea de 400 G y que el nivel de la tasa de referencia de la OTU-N se ajusta a 100 G, el valor de N es igual a 4, y un ancho de banda de portadora de la portadora única se ajusta a 400 G.

No están limitados el número de anchos de banda de la red de espectros ópticos ocupados por la portadora única y un formato de modulación aplicada (un orden de modulación es k). Por ejemplo, si la portadora única ocupa cuatro anchos de banda de la rejilla de espectro óptico de 12,5 G, entonces se utiliza un formato de modulación PM-16QAM (Polarization Multiplexing – 16 Quadrature Amplitude Modulation, modulación por amplitud en cuadratura de 16º orden) (el orden de modulación es 16). Calculado utilizando una fórmula $2^k \cdot 12,5 \text{Gbit/s} \cdot \log_2 16$, el ancho de banda de la portadora única puede ser de hasta 400 G de ancho de banda, que responde a una exigencia de la transmisión de la señal de cliente.

Si la portadora única ocupa ocho anchos de banda de la rejilla de espectro óptico de 12,5 G, entonces se utiliza un formato de modulación 16QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation, modulación por amplitud en cuadratura de 16º orden) (el orden de modulación es 16). Calculado utilizando una fórmula $8^k \cdot 12,5 \text{Gbit/s} \cdot \log_2 16$, el ancho de banda de la portadora única puede ser de hasta 400 G, que responde a una exigencia de la transmisión de la señal de cliente.

(2) Para una pluralidad de subportadoras ópticas, cuando las N OTUsubs se modulan en M subportadoras, las N OTUsubs se dividen en M grupos, donde el valor de M es un número entero positivo, y cada uno de los grupos de OTUsubs se modula sobre una subportadora. El valor de N se configura como un múltiplo entero del valor de M. Por ejemplo, el valor de M se puede establecer en un cociente redondeado de dividir el volumen de tráfico de la señal de cliente por el ancho de banda del portador de una subportadora. Preferiblemente, N es igual a M. Preferiblemente, las M subportadoras pueden emplear un modo de multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

Por ejemplo, asumiendo que el volumen de tráfico de la señal de cliente es de 400 G y que el nivel de la tasa de referencia de la OTU-N se ajusta a 25 G, el valor de N es igual a 16. Es decir, la OTU-16 se divide en 16 OTUsubs, y el ancho de banda de portadora de las M subportadoras se ajusta a 400 G para cumplir con la exigencia de la transmisión de la señal de cliente.

Si el ancho de banda de portadora de cada una de las subportadoras es 50 G, el valor de M se ajusta a 8. Es decir, 16 OTUsubs se modulan en 8 subportadoras para la transmisión. En este caso, cada 2 OTUsubs se modulan en una subportadora.

El número (m) de anchos de banda de la rejilla de espectros ópticos ocupados por cada una de las subportadoras y el formato de modulación utilizado (el orden de modulación es k) no están limitados. Por ejemplo, si cada una de las subportadoras ocupa cuatro anchos de banda de la rejilla de espectros ópticos de 12,5 G, entonces se utiliza un formato de modulación BPSK (Binary Phase Shift Keying, modulación por desplazamiento de fase binaria) (el orden de modulación es 2). Calculado mediante el uso de una fórmula $4^k \cdot 12,5 \text{Gbit/s} \cdot \log_2 2$, el ancho de banda de cada una de las subportadoras puede ser de hasta 50 G.

Si cada una de las subportadoras ocupa un ancho de banda de rejilla de espectro óptico de 12,5 G, entonces se utiliza un formato de modulación PM-QPSK - (Polarization Multiplexing - QPSK, modulación por desplazamiento de fase en cuadratura de multiplexación por polarización) (4 es el orden de modulación). Se calcula utilizando una fórmula $2^k \cdot 12,5 \text{Gbit/s} \cdot \log_2 4$, el ancho de banda de cada una de las subportadoras también puede ser de hasta 50 G.

Paso 104: Enviar la una o más portadoras ópticas sobre una misma fibra para la transmisión.

En esta realización, una señal de cliente es mapeada en un contenedor de tasa variable OTU-N y la OTU-N es transmitida mediante el uso de una misma fibra, de manera que sea adaptable al cambio de anchos de banda de espectro de la capa óptica y se logra una configuración óptima de recursos de ancho de banda de la red de transporte óptico.

Con referencia a la FIG. 11, que corresponde al método anterior para la transmisión de una señal de cliente en una OTN, una realización proporciona un método para recibir una señal de cliente en una red de transporte óptico, que incluye:

Paso 501: Recibir una o más portadoras ópticas de una misma fibra.

- 5 Paso 502: Demodular las N OTUsubs (optical sub-channel transport unit, unidad de transporte de subcanal óptico) de las una o más portadoras ópticas.

Paso 503: Alinear las N OTUsubs, donde una tasa de cada una de las OTUsub es un nivel de tasa de referencia preestablecido.

- 10 La alineación de las N OTUsubs incluye: realizar una delimitación de la trama de las N OTUsubs de acuerdo con una FAS (Frame Alignment Signal, señal de alineación de tramas) de cada una de las OTUsub, y alinear las cabeceras de trama de las N OTUsubs que han sido sometidas a la delimitación de la trama.

- 15 En esta realización, opcionalmente, en la alineación, las N OTUsubs se pueden alinear en base a las cabeceras de trama, y las N OTUsubs se pueden alinear aún más utilizando la MFAS portadas en cada una de las OTUsub. Es decir, después de que las N OTUsubs están alineadas, no sólo las cabeceras de trama, sino también la MFAS (Multiframe Alignment Signal, señal de alineación de multitrama) transportada en cada una de las OTUsub necesita mantenerse consistente. Una manera de alineación aplicada en un proceso de implementación específico no está limitada específicamente en esta realización.

- 20 Paso 504: Multiplexar las N OTUsubs alineadas en una OTU-N por intercalación de columnas, en donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como el nivel de la tasa de referencia, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera.

Opcionalmente, los dos esquemas siguientes están disponibles para multiplexar las N OTUsubs alineadas en una OTU-N intercalando columnas:

Esquema 1: Realizar la decodificación de FEC para las N OTUsubs alineadas y luego multiplexar las N OTUsubs, que se han sometido a la decodificación de FEC en una OTU-N intercalando columnas.

- 25 Esquema 2: Multiplexar las N OTUsubs alineadas en una OTU-N intercalando columnas y realizar la decodificación de FEC para la OTU-N.

Paso 505: Desmapear una señal de cliente a partir de la OTU-N.

- 30 El desmapeo de una señal de cliente a partir de la OTU-N incluye: analizar la tara OPU-N (optical channel payload unit, unidad de carga útil de canal óptico) de la OTU-N para obtener la información de mapeo portada en la tara de la ranura tributaria correspondiente a cada una de las ranuras tributarias en la OTU-N; y desmapear la señal de cliente de cada una de las zonas de carga útil de la ranura tributaria de la OTU-N en base a la información de mapeo.

Con referencia a la FIG. 12, una realización proporciona un aparato de transmisión en una red de transporte óptico. El aparato de transmisión 60 incluye un módulo de construcción 601, un módulo de mapeo 603, un módulo de división 605, un módulo de modulación 607 y un módulo de transmisión 609.

- 35 El módulo de construcción 601 está configurado para construir una estructura de contenedor de tasa variable que se denomina una OTU-N, donde una tasa de la OTU-N es N veces la altura de un nivel de tasa de referencia preestablecido, el valor de N es un número entero positivo configurable, el valor de N es configurable de manera flexible, dependiendo de los requisitos de transmisión, y preferiblemente, el valor de N se determina en base a un volumen de tráfico de la señal de cliente y al nivel de tasa de referencia.

- 40 El módulo de mapeo 603 está configurado para mapear una señal de cliente recibida en la OTU-N construida por el módulo de construcción 601.

- 45 Para los datos de cliente, los datos de cliente son mapeados por el módulo de mapeo 603 en una ranura tributaria de una OPU-N utilizando un GMP (Generic Mapping Procedure, procedimiento de mapeo genérico) o GFP (Generic Framing Procedure, procedimiento de entramado genérico), y después se añade la tara de OPU-N, se añade la tara de ODU-N en la OPU-N para formar una ODU-N, y la tara de OTU-N y la información de FEC (Forward Error Correction, corrección de errores hacia adelante) se añaden en la ODU- N para formar una OTU-N.

- 50 Para un servicio de ODUt de orden inferior, un servicio ODUt de orden inferior es mapeado por el módulo de mapeo 603 a una ODTU-N.ts (Optical channel Data Tributary Unit-N, unidad tributaria de canal óptico) de la OPU-N mediante el uso de una manera de mapeo GMP, donde ts es el número de ranuras tributarias de OPU-N ocupadas por la ODUt de orden inferior; la ODTU-N.ts se multiplexa en ts ranuras tributarias de la OPU-N; se añade la tara de ODU-N a la OPU-N para formar una ODU-N; y la tara de OTU-N y la FEC se añaden a la ODU-N para formar una

OTU-N. Preferiblemente, una granularidad de bytes utilizada por el módulo de mapeo 603 para el mapeo de cada una de las ODUt de orden inferior es la misma que el número de ranuras tributarias de OPU-N ocupadas por la ODUt de orden inferior.

5 Tal como se muestra en la FIG. 9, el módulo de división 605 está configurado para dividir la OTU-N, en el cual la señal de cliente es mapeada por el módulo de mapeo 603, en N OTUsubs (Optical sub-channel Transport Unit, unidad de transporte de subcanal óptico) intercalando columnas, en donde una tasa de cada una de las OTUsub es el nivel de tasa de referencia.

Los dos esquemas siguientes están disponibles para el módulo de división 605 para dividir la OTU-N en N OTUsubs intercalando columnas:

10 Esquema 1: Dividir la OTU-N en N subcanales intercalando columnas, y realizar la FEC para cada uno de los subcanales y añadir información de tara de FEC para obtener las N OTUsubs. Preferiblemente, uno de los subcanales incluye tara de OTU-N, tara de ODU-N, una FAS y una MFAS, y otros N-1 subcanales incluyen la FAS y la MFAS, donde la tasa de cada uno de los subcanales es igual al nivel de tasa de referencia. La FEC se realiza en cada uno de los subcanales, que puede reducir la dificultad de FEC.

15 Esquema 2: Realizar una FEC para la OTU-N y añadir la información de tara de FEC para obtener la OTU-N procesada, y dividir la OTU-N procesada en las N OTUsubs intercalando columnas. Preferiblemente, una de las OTUsubs incluye la tara de OTU-N, la tara de ODU-N, la FAS y la MFAS, y las otras N-1 OTUsubs incluyen la FAS y la MFAS, donde la tasa de cada una de las OTUsub es igual al nivel de la tasa de referencia.

20 El módulo de modulación 607 está configurado para modular las N OTUsubs, que es el resultado de dividir el módulo de división 605 en una o más portadoras ópticas.

(1) Para una portadora única, el módulo de modulación 607 modula las N OTUsubs en una única portadora óptica.

25 (2) Para una pluralidad de subportadoras ópticas, por ejemplo, cuando el módulo de modulación 607 modula las N OTUsubs a M subportadoras, las N OTUsubs se dividen en M grupos, donde el valor de M es un número entero positivo; y cada uno de los grupos de OTUsubs es modulado sobre una subportadora. El valor de N se ajusta a un múltiplo entero del valor de M. Preferiblemente, N es igual a M. Preferiblemente, las M subportadoras pueden emplear una manera de multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

El módulo de transmisión 609 está configurado para enviar las una o más portadoras ópticas, que están moduladas por el módulo de modulación 607, sobre una misma fibra para la transmisión.

30 Es de destacar que cada uno de los módulos incluidos en las realizaciones de los aparatos de transmisión y recepción está meramente clasificado de acuerdo con las lógicas funcionales, pero no se limita a la clasificación, siempre que las funciones correspondientes puedan ser implementadas. Además, un nombre específico de cada uno de los módulos funcionales pretende simplemente diferenciar una de otra en lugar de limitar el alcance de protección de la presente invención.

35 Con referencia a la FIG. 13, una realización proporciona un aparato de recepción en una red de transporte óptico. El aparato de recepción 70 incluye una interfaz de recepción 701, un módulo de demodulación 703, un módulo de alineación 705, un módulo de multiplexación 707 y un módulo de desmapeo 709.

La interfaz de recepción 701 está configurada para recibir una o más portadoras ópticas de una misma fibra.

40 El módulo de demodulación 703 está configurado para demodular las N OTUsubs (Optical sub-channel Transport Unit, unidad de transporte de subcanal óptico) de las una o más portadoras ópticas recibidas por la interfaz de recepción 701.

El módulo de alineación 705 está configurado para alinear las N OTUsubs demoduladas por el módulo de demodulación 703.

45 Tal como se muestra en la FIG. 14, el módulo de alineación 705 incluye una unidad 705a de delimitación de trama y una unidad 705b de alineación. La unidad 705a de delimitación de trama está configurada para realizar una delimitación de trama para las N OTUsubs de acuerdo con una señal de alineación de trama (FAS) de cada una de las OTUsub, y el módulo de alineación 705b está configurado para alinear las cabeceras de trama de las N OTUsubs que han sido sometidas a la delimitación de trama.

50 El módulo de multiplexación 707 está configurado para multiplexar las N OTUsubs, que están alineadas por el módulo de alineación 705, en un contenedor de tasa variable OTU-N por intercalación de columnas, donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como el nivel de tasa de referencia, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera.

Con referencia a la FIG. 14, el módulo de multiplexación 707 incluye una unidad de decodificación 707a y una unidad de multiplexación 707b. Opcionalmente, la unidad de decodificación 707a está configurada para realizar la decodificación de FEC para las N OTUsubs alineadas; y la unidad de multiplexación 703b está configurada para multiplexar las N OTUsubs, que se han sometido a la decodificación de FEC, en una OTU-N intercalando columnas.

- 5 En otra realización, la unidad de multiplexación 703b está configurada para multiplexar las N OTUsubs alineadas en una OTU-N intercalando columnas; y la unidad de decodificación 703a está configurada para realizar la decodificación de FEC para la OTU-N.

El módulo de desmapeo 709 está configurado para desmapear una señal de cliente a partir de la OTU-N generada por el módulo de multiplexación 707.

- 10 Con referencia a la FIG. 14, el módulo de desmapeo 709 incluye una unidad de análisis 709a y una unidad de desmapeo 709b. El módulo de análisis 709a está configurado para analizar la tara de OPU-N (optical channel payload unit, unidad de carga útil de canal óptico) de la OTU-N para obtener información de mapeo portada en la tara de la ranura tributaria correspondiente a cada una de las ranuras tributarias en la OTU-N; y la unidad de desmapeo 709b está configurada para desmapear la señal de cliente de cada una de las zonas de carga útil de la ranura tributaria de la OTU-N en base a la información de mapeo.
- 15

Los aparatos de transmisión y de recepción proporcionados en las realizaciones pueden basarse en un mismo concepto como la realización de métodos para transmitir y recibir una señal de cliente, respectivamente. Para su proceso de implementación específica, se hace referencia a las realizaciones de método, y no se proporcionan más detalles en este documento.

- 20 Es de destacar que cada uno de los módulos incluidos en las realizaciones de los aparatos de transmisión y recepción está meramente clasificado de acuerdo con las lógicas funcionales, pero no se limita a la clasificación, siempre que las funciones correspondientes puedan ser implementadas. Además, un nombre específico de cada uno de los módulos funcionales pretende simplemente diferenciar entre sí, en lugar de limitar el alcance de protección de la presente invención.

- 25 Se hace referencia a la FIG. 15, que es un diagrama de bloques de una realización de un aparato de transmisión en una red de transporte óptico. El aparato de transmisión 90 incluye al menos un procesador 904, donde el al menos un procesador 904 puede estar conectado a una memoria 902, y la memoria 902 está configurada para amortiguar una señal de cliente recibida.

- 30 El al menos un procesador 904 está configurado para realizar las siguientes operaciones: construir una estructura de contenedor de tasa variable que se denomina una OTU-N, donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como un nivel de tasa de referencia prefijado, y el valor N es un número entero positivo configurable; mapear la señal de cliente recibida en una OTU-N; dividir la OTU-N en N OTUsubs (Optical sub-channel Transport Unit, unidad de transporte de subcanal óptico) intercalando columnas, donde una tasa de cada una de las OTUsub es el nivel de la tasa de referencia; modular las N OTUsubs sobre una o más portadoras ópticas; y enviar las una o más portadoras ópticas sobre una misma fibra para la transmisión.
- 35

El valor de N es configurable de manera flexible dependiendo de los requisitos de transmisión y, preferiblemente, el valor de N se determina en base a un volumen de tráfico de la señal de cliente y al nivel de tasa de referencia.

- 40 Para los datos de cliente, los datos de cliente son mapeados por el al menos un procesador 904 en una ranura tributaria de una OPU-N utilizando una manera de mapeo GMP (Generic Mapping Procedure, procedimiento de mapeo genérico) o GFP (Generic Framing Procedure, procedimiento de entramado genérico), y después se añade una tara de OPU-N, una tara de ODU-N a la OPU-N para formar una ODU-N, y la información de la tara de OTU-N y de FEC (Forward Error Correction, corrección de errores hacia adelante) se añaden a la ODU-N para formar una OTU-N.

- 45 Para los servicios de ODUt de orden inferior, un servicio ODUt de orden inferior es mapeado por el al menos un procesador 904 a una ODTU-N.ts (Optical channel Data Tributary Unit-N, unidad tributaria de canal óptico) de la OPU-N mediante el uso de una manera GMP, donde ts es el número de ranuras tributarias de OPU-N ocupadas por la ODUt de orden inferior; la ODTU-N.ts se multiplexa en ts ranuras tributarias de la OPU-N; se añade tara de ODU-N a la OPU-N para formar una ODU-N; y se añaden tara de OTU-N y FEC a la ODU-N para formar una OTU-N. Preferiblemente, una granularidad de bytes utilizada por el al menos un procesador 904 para el mapeo de cada una de las ODUt de orden inferior es la misma que el número de ranuras tributarias de OPU-N ocupadas por la ODUt de orden inferior.
- 50

Los dos esquemas siguientes están disponibles para el al menos un procesador 904 para dividir la OTU-N en N OTUsubs intercalando columnas:

- Esquema 1: Dividir la OTU-N en N subcanales intercalando columnas, y realizar una FEC para cada uno de los subcanales y añadir información de tara de FEC para obtener las N OTUsubs. Preferiblemente, uno de los subcanales incluye tara de OTU-N, tara de ODU-N, una FAS y una MFAS, y otros N-1 subcanales incluyen la FAS y la MFAS, donde la tasa de cada uno de los subcanales es igual al nivel de tasa de referencia. La FEC se realiza en cada uno de los subcanales, que puede reducir la dificultad de FEC.
- Esquema 2: Realizar una FEC para la OTU-N y añadir la información de tara de FEC para obtener la OTU-N procesada, y dividir la OTU-N procesada en las N OTUsubs intercalando columnas. Preferiblemente, una de las OTUsubs incluye la tara de OTU-N, la tara de ODU-N, la FAS y la MFAS, y otras N-1 OTUsubs incluyen la FAS y la MFAS, donde la tasa de cada una de las OTUsub es igual al nivel de la tasa de referencia.
- Para una portadora única, el al menos un procesador 904 modula las N OTUsubs en una portadora óptica única.
- Para una pluralidad de subportadoras ópticas, por ejemplo, cuando el al menos un procesador 904 modula las N OTUsubs a M subportadoras, las N OTUsubs se dividen en M grupos, donde el valor de M es un número entero positivo, y cada uno de los grupos de OTUsubs es modulado sobre una subportadora. El valor de N se ajusta a un múltiplo entero del valor de M. Preferiblemente, N es igual a M. Preferiblemente, las M subportadoras pueden emplear una manera de multiplexación por división de frecuencia ortogonal.
- Se hace referencia a la FIG. 16, la cual es un diagrama de bloques de una realización de un aparato de recepción en una red de transporte óptico. El aparato de recepción 110 incluye un demodulador 1101 y al menos un procesador 1104, donde el al menos un procesador 1104 puede estar conectado a una memoria 1102. El demodulador 1101 demodula N OTUsubs (Optical sub-channel Transport Unit, unidad de transporte de subcanal óptico) de portadoras ópticas recibidas, donde el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera. La memoria 1102 está configurada para amortiguar las N OTU demoduladas por el demodulador 1101.
- El al menos un procesador 1104 está configurado para realizar las siguientes operaciones: recibir una o más portadoras ópticas de una misma fibra; demodular las N OTUsubs (optical sub-channel transport unit, unidad de transporte de subcanal óptico) de las una o más portadoras ópticas; alinear las N OTUsubs; multiplexar las N OTUsubs alineadas en un contenedor de tasa variable OTU-N por intercalación de columnas, donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como un nivel de tasa de referencia prefijado, y el valor de N es un número entero positivo que es configurable según se requiera; y desmapear una señal de cliente de la OTU-N.
- La alineación, por el al menos un procesador 1104, de las N OTUsubs, incluye: realizar una delimitación de trama para las N OTUsubs de acuerdo con una señal de alineación de trama (FAS) de cada una de las OTUsub, y alinear las cabeceras de trama de las N OTUsubs que han sido sometidas a la delimitación de trama.
- Los dos esquemas siguientes están disponibles para el al menos un procesador 1104 para multiplexar las N OTUsubs alineadas en una OTU-N intercalando columnas:
- Esquema 1: Realizar la decodificación de FEC para las N OTUsubs alineadas, y luego multiplexar las N OTUsubs, que se han sometido a la decodificación de FEC, en una OTU-N intercalando columnas.
- Esquema 2: Multiplexar las N OTUsubs alineadas en una OTU-N intercalando columnas, y realizar la decodificación de FEC para la OTU-N.
- El desmapeo por el al menos un procesador 1104 de una señal de cliente a partir de la OTU-N incluye: analizar la tara de OPU-N (optical channel payload unit, unidad de carga útil de canal óptico) de la OTU-N para obtener información de mapeo portada en la tara de la ranura tributaria correspondiente a cada una de las ranuras tributarias en la OTU-N; y desmapear la señal de cliente de cada una de las zonas de carga útil de la ranura tributaria de la OTU-N en base a la información de mapeo.
- Una persona de experiencia ordinaria en la técnica puede entender que la totalidad o una parte de los pasos de las realizaciones pueden ser implementadas por hardware o un programa de instrucciones a hardware pertinente. El programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento puede incluir: una memoria de sólo lectura, un disco magnético o un disco óptico.
- Las descripciones anteriores son meramente realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, pero no pretenden limitar la presente invención. Cualquier modificación, sustitución equivalente o mejora sin apartarse del principio de la presente invención debe caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para transmitir una señal de cliente en una red de transporte óptico, donde el método comprende:
- 5 mapear (101) una señal de cliente recibida en una unidad de transporte de canales ópticos-N de contenedor de tasa variable, OTU-N, donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como un nivel de tasa de referencia prefijado, y el valor de N es un número entero positivo configurable; en donde la OTU-N tiene $M \times N$ columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas;
- dividir (102) la OTU-N en N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs intercalando columnas, en donde una tasa de cada una de las OTUsub es igual al nivel de tasa de referencia;
- 10 modular (103) las N unidades de transporte de subcanales ópticos, OTUsubs, sobre una o más portadoras ópticas; y enviar (104) las una o más portadoras ópticas sobre una misma fibra para la transmisión.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el valor de N se determina en base a un volumen de tráfico de la señal de cliente y la tasa de referencia.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde una estructura de trama de la OTU-N se forma de N subtramas intercalando columnas, y una tasa de cada una de las subtramas es igual a la tasa de referencia.
- 15 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la división de la OTU-N en N OTUsubs intercalando columnas comprende:
- dividir la OTU-N en N subcanales intercalando columnas, y realizar la FEC para cada uno de los subcanales y añadir información de tara de FEC para obtener las N OTUsubs;
- o
- 20 realizar la FEC para la OTU-N y añadir información de tara de la FEC para obtener la OTU-N procesada, y dividir la OTU-N procesada en las N OTUsubs intercalando columnas.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la modulación de las N OTUsubs sobre una pluralidad de portadoras ópticas comprende:
- 25 dividir las N OTUsubs en M grupos, donde la pluralidad de portadoras ópticas comprende M subportadoras ópticas, el valor de M es un número entero positivo, y el valor de N es un múltiplo entero del valor de M; y
- modular cada uno de los grupos de OTUsubs sobre una subportadora.
6. Un aparato de transmisión en una red de transporte óptico, en donde el aparato de transmisión comprende:
- 30 un módulo de construcción (601), configurado para construir una unidad de transporte de canales ópticos-N de contenedor de tasa variable, OTU-N, donde una tasa de la OTU-N es N veces la altura de un nivel de tasa de referencia prefijado, y el valor de N es un número entero positivo configurable, en donde la OTU-N tiene $M \times N$ columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas;
- un módulo de mapeo (603), configurado para mapear una señal de cliente recibida en la OTU-N;
- un módulo de división (605), configurado para dividir la OTU-N, donde la señal de cliente es mapeada en N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs intercalando columnas, en donde una tasa de cada una de las OTUsub es igual a la tasa de referencia;
- 35 un módulo de modulación (607), configurado para modular las N OTUsubs sobre una o más portadoras ópticas; y
- un módulo de transmisión (609), configurado para enviar las una o más portadoras ópticas sobre una misma fibra para la transmisión.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el valor de N se determina en base a un volumen de tráfico de la señal de cliente y la tasa de referencia.
- 40 8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en donde una estructura de trama de la OTU-N se forma de N subtramas intercalando columnas, y una tasa de cada una de las subtramas es igual a la tasa de referencia.
9. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde el módulo de división está configurado para:

dividir la OTU-N en N subcanales intercalando columnas, y realizar la FEC para cada uno de los subcanales y añadir información de la tara de FEC para obtener las N OTUsubs;

o

5 realizar la FEC para la OTU-N y añadir información de tara de la FEC para obtener la OTU-N procesada, y dividir la OTU-N procesada en las N OTUsubs intercalando columnas.

10. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde el módulo de modulación está configurado para:

dividir las N OTUsubs en M grupos, en donde la pluralidad de portadoras ópticas comprende M subportadoras ópticas, el valor de M es un número entero positivo, y el valor de N es un múltiplo entero del valor de M; y

10 modular cada uno de los grupos de OTUsubs sobre una subportadora.

11. Un método para recibir una señal de cliente en una red de transporte óptico, que comprende:

recibir (501) una o más portadoras ópticas de una misma fibra;

demodular (502) las N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs de las una o más portadoras ópticas;

15 alinearse (503) las N OTUsubs, en donde una tasa de cada una de las OTUsubs es igual a un nivel de tasa de referencia preestablecido;

multiplexar (504) las N OTUsubs alineadas en una unidad de transporte de canales ópticos-N de contenedor de tasa variable, OTU-N, intercalando columnas, en donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como la tasa de referencia, y el valor de N es un número entero positivo configurable, en donde la OTU-N tiene M*N columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas; y

20 desmapear (505) una señal de cliente a partir de la OTU-N.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el valor de N se determina en base a un volumen de tráfico de la señal de cliente y la tasa de referencia.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en donde una estructura de trama de la OTU-N se forma por N subtramas intercalando columnas, y una tasa de cada una de las subtramas es la tasa de referencia.

25 14. Un aparato receptor en una red de transporte óptico, en donde el aparato receptor comprende:

una interfaz de recepción (701), configurada para recibir una o más portadoras ópticas de una misma fibra;

un módulo de demodulación (703), configurado para demodular las N unidades de transporte de subcanales ópticos OTUsubs de las una o más portadoras ópticas recibidas por la interfaz de recepción;

30 un módulo de alineación (705), configurado para alinear las N OTUsubs demoduladas por el módulo de demodulación;

un módulo de multiplexación (707), configurado para multiplexar las N OTUsubs, que están alineadas por el módulo de alineación, en una unidad de transporte de canales ópticos-N de contenedor de tasa variable, OTU-N, intercalando columnas, en donde una tasa de la OTU-N es N veces tan alta como la tasa de referencia, y el valor de N es un número entero positivo configurable, en donde la OTU-N tiene M*N columnas, y una subtrama de la OTU-N tiene M columnas; y

35 un módulo de desmapeo (709), configurado para desmapear una señal de cliente a partir de la OTU-N generada por el módulo de multiplexación.

15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el valor de N se determina en base a un volumen de tráfico de la señal de cliente y la tasa de referencia.

40 16. El aparato de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en donde una estructura de trama de la OTU-N está formada por N subtramas intercalando columnas, y una tasa de cada una de las subtramas es igual a la tasa de referencia.

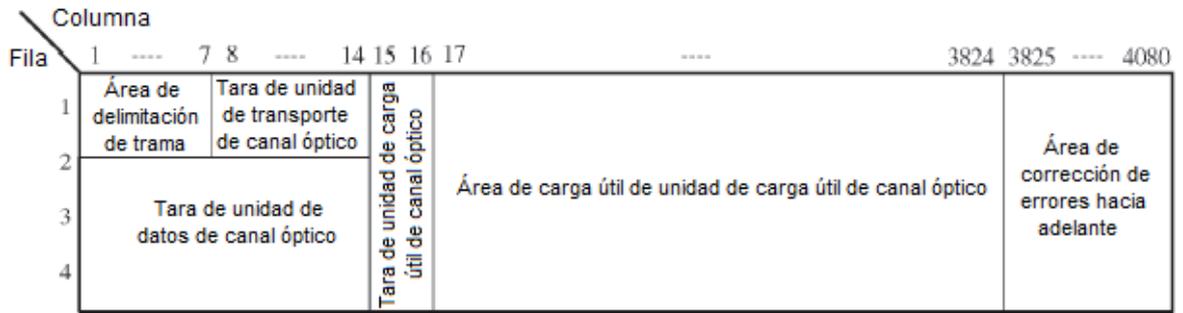


FIG. 1

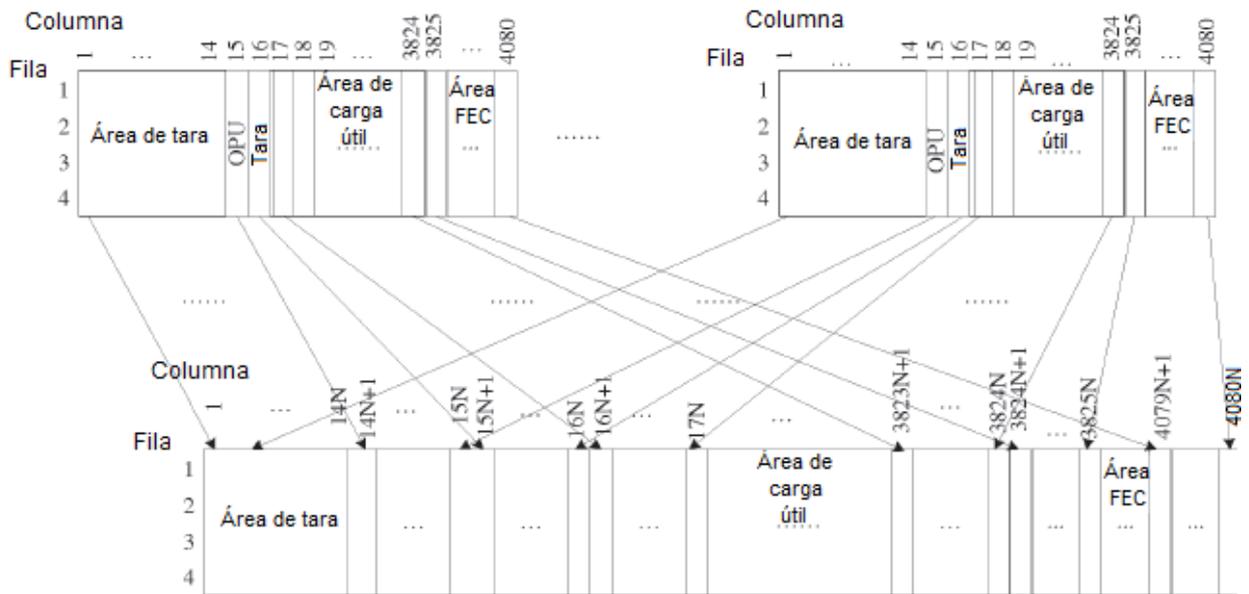
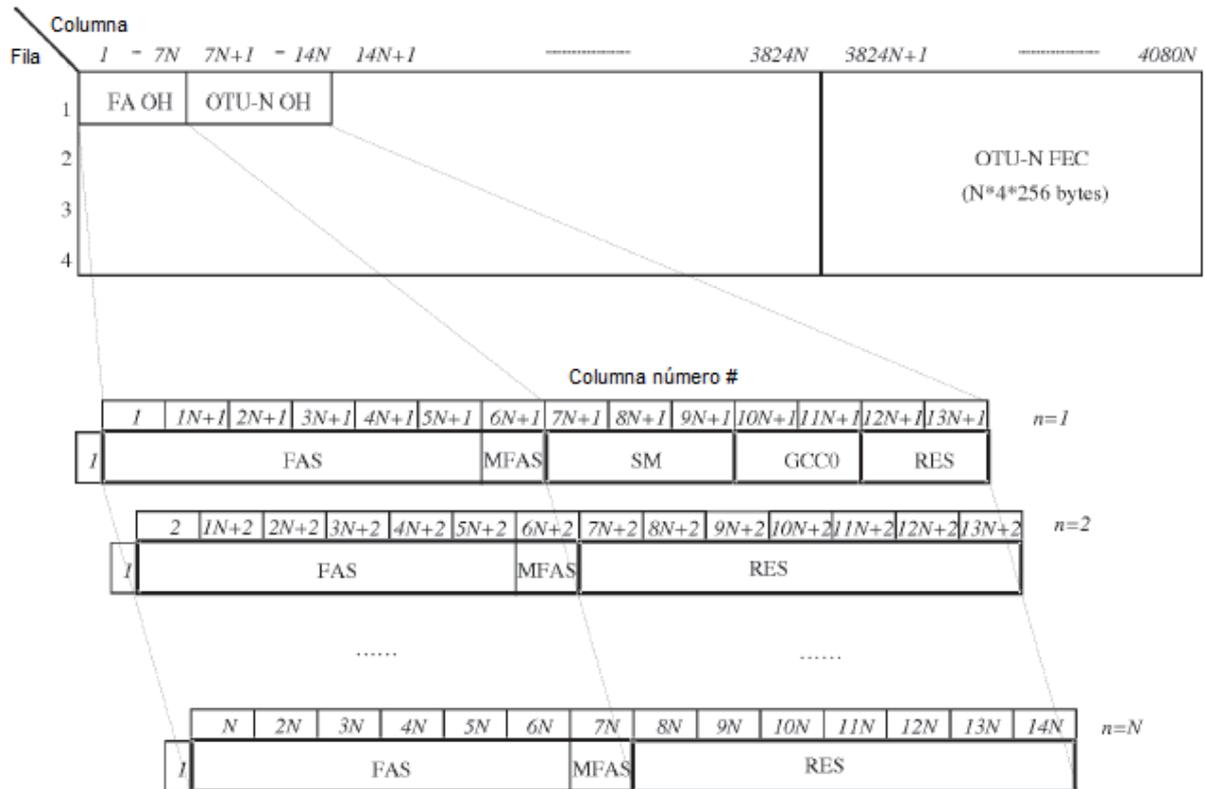
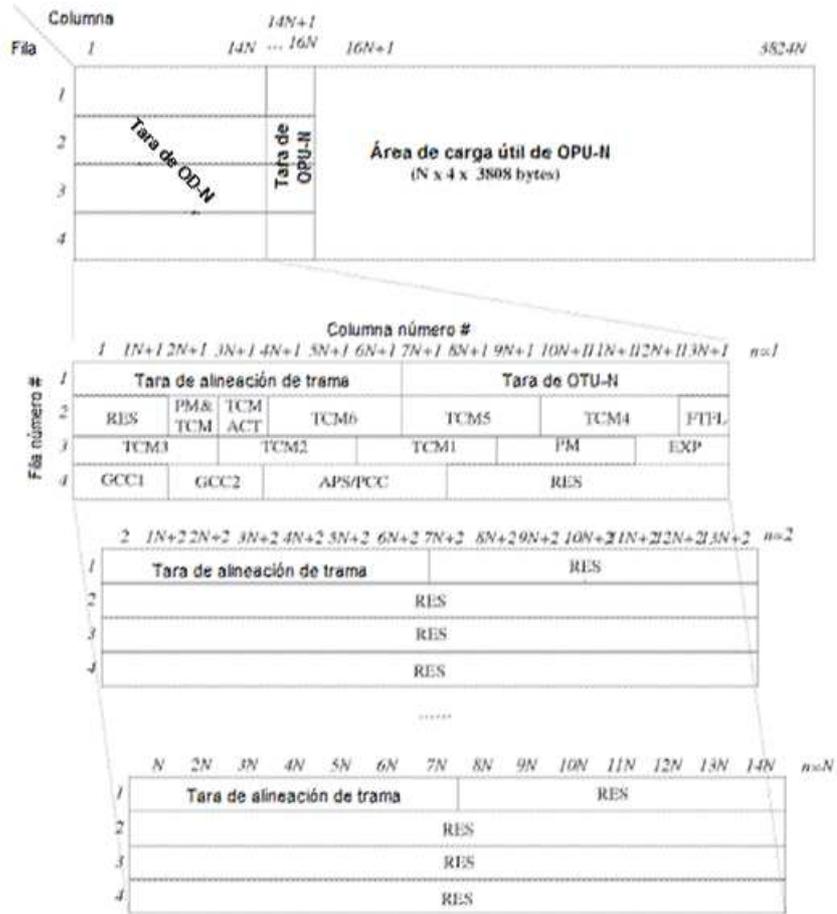


FIG. 2



FAS: Frame alignment signal, **señal de alineación de trama**
 MFAS: Multiframe alignment signal, **señal de alineación de multitrama**
 SM: section monitoring, **monitorización de sección**
 GCC0: general communication channel 0, **canal de comunicación general 0**
 RES: reserved overhead, **tara reservada**

FIG. 3



PM: monitorización de camino
 TCM: monitorización de conexión tandem
 GCC: canales de comunicación general
 APS/PPC: conmutación de protección automática y canal de comunicación de protección
 FTFL: tipo de fallo y canal de comunicación de reporte de ubicación
 EXP: tara experimental
 ACT: Activación

FIG. 4

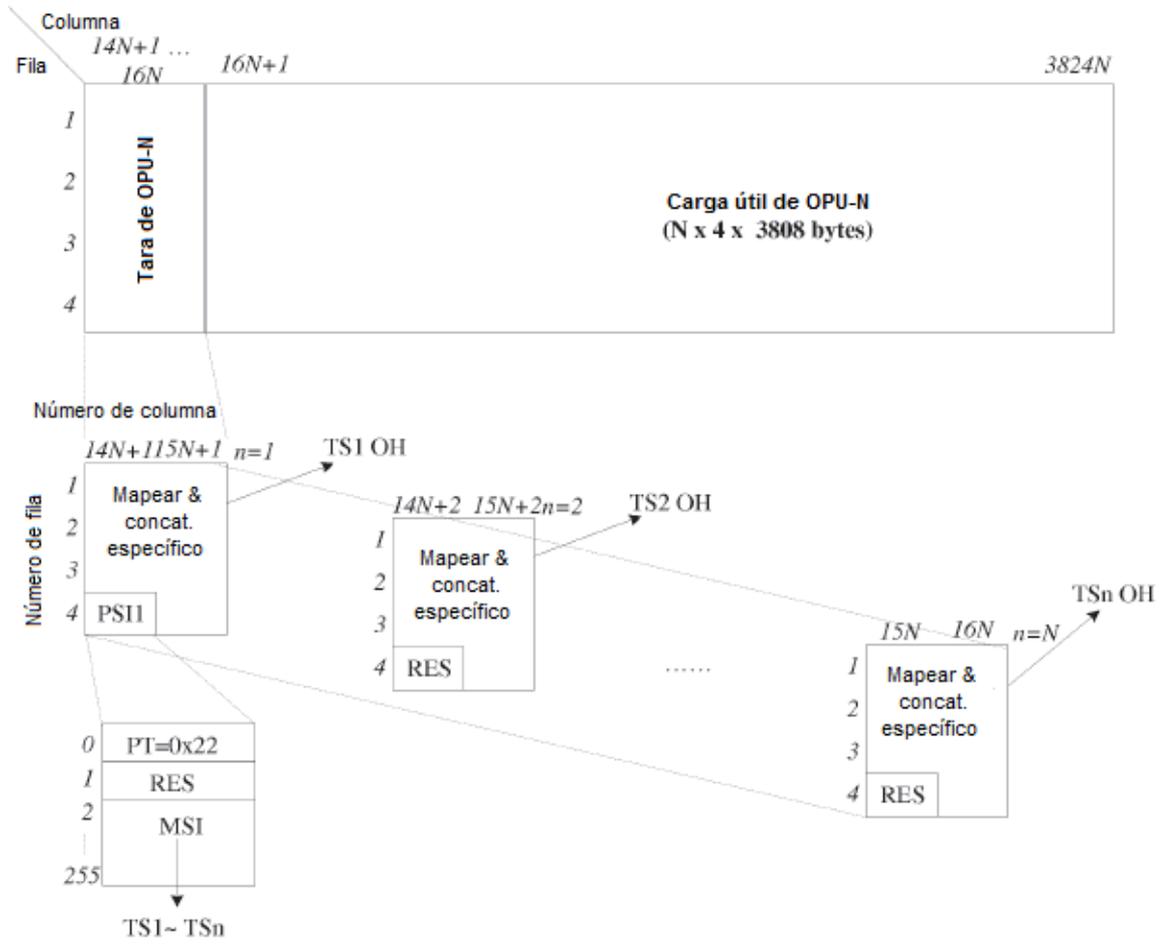


FIG. 5

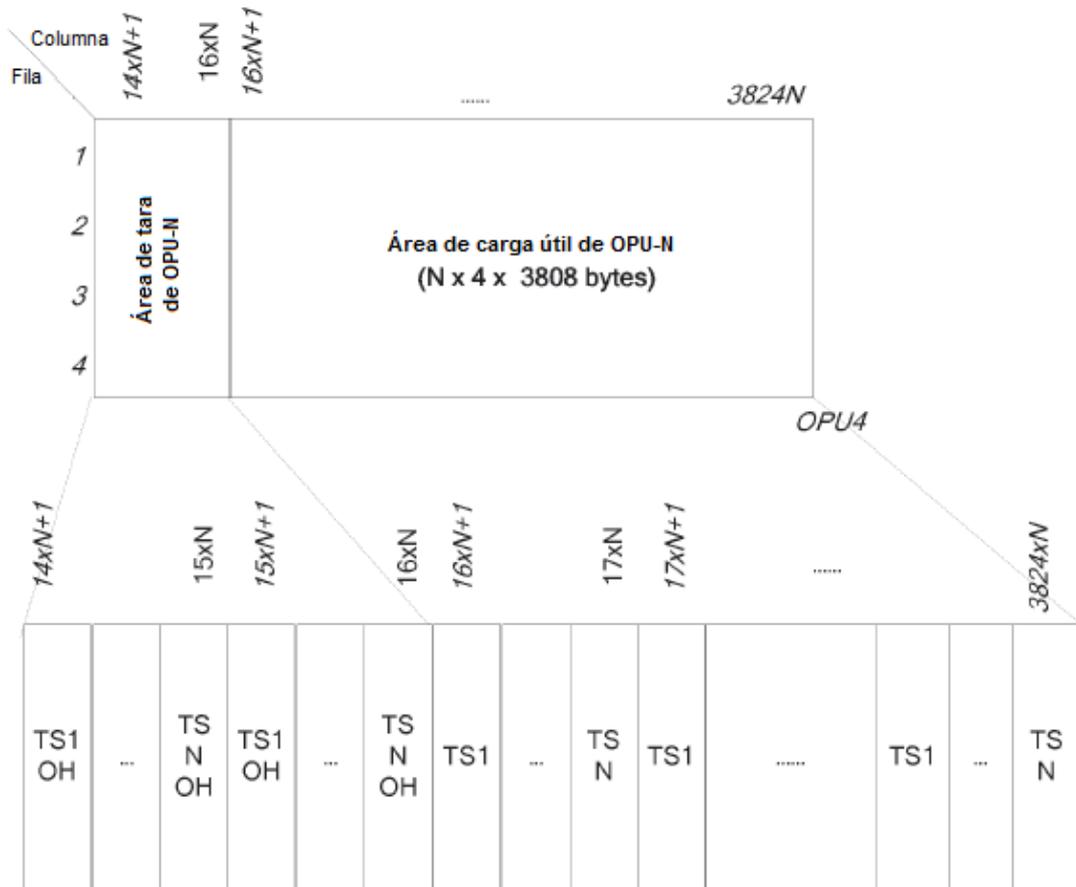


FIG. 6

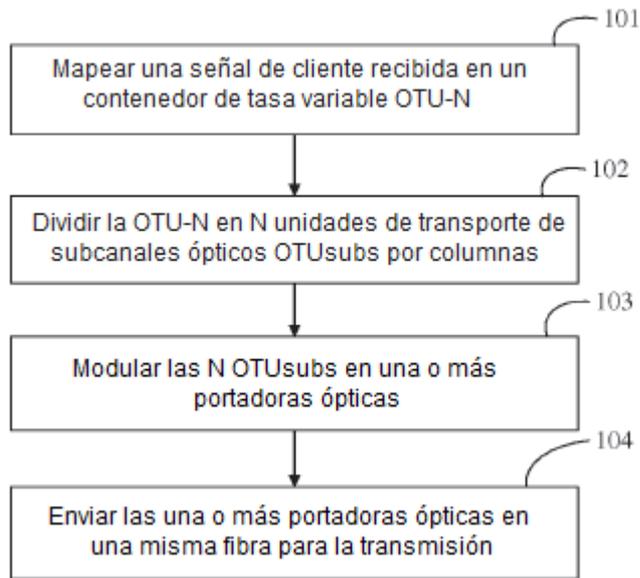


FIG. 7

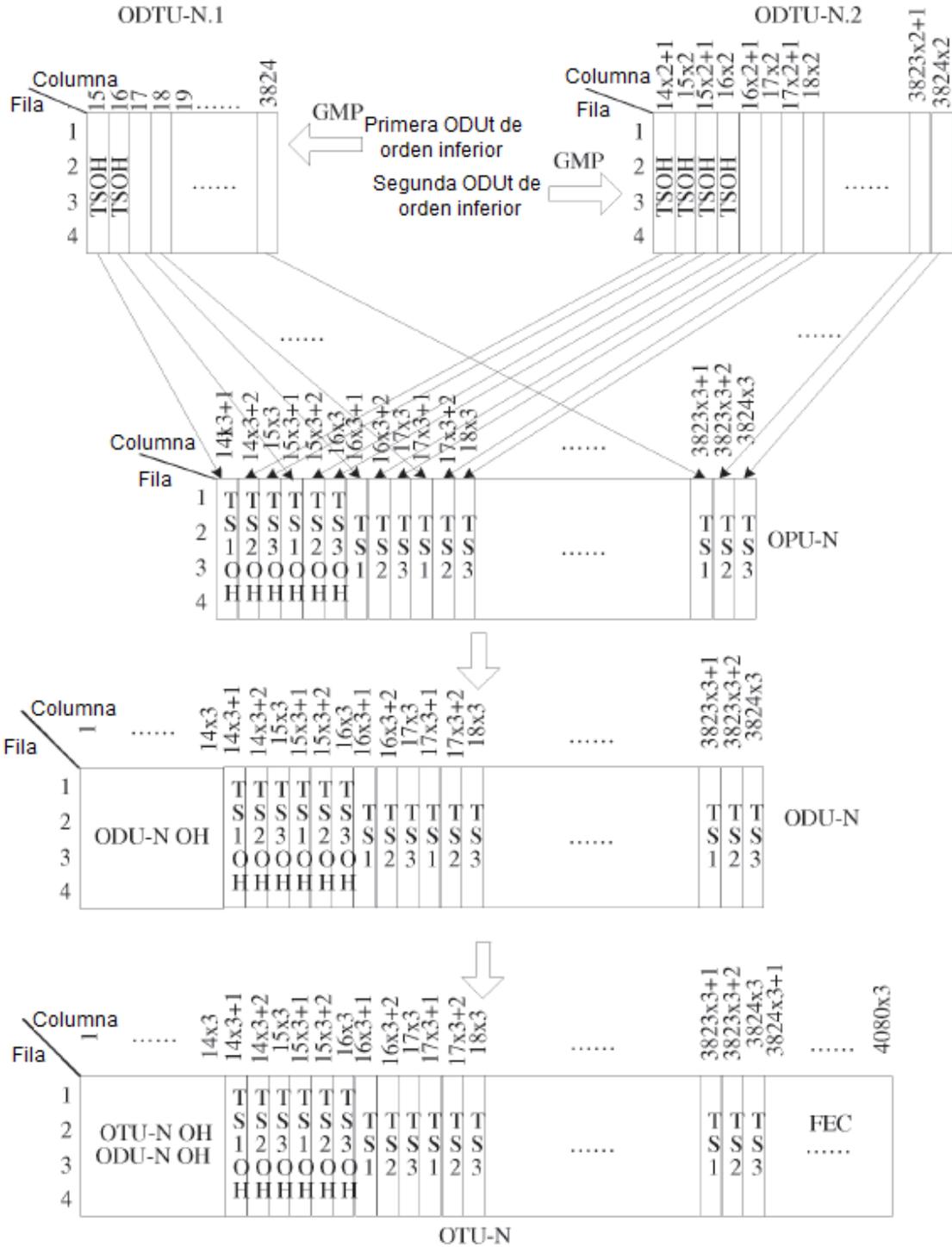


FIG. 8

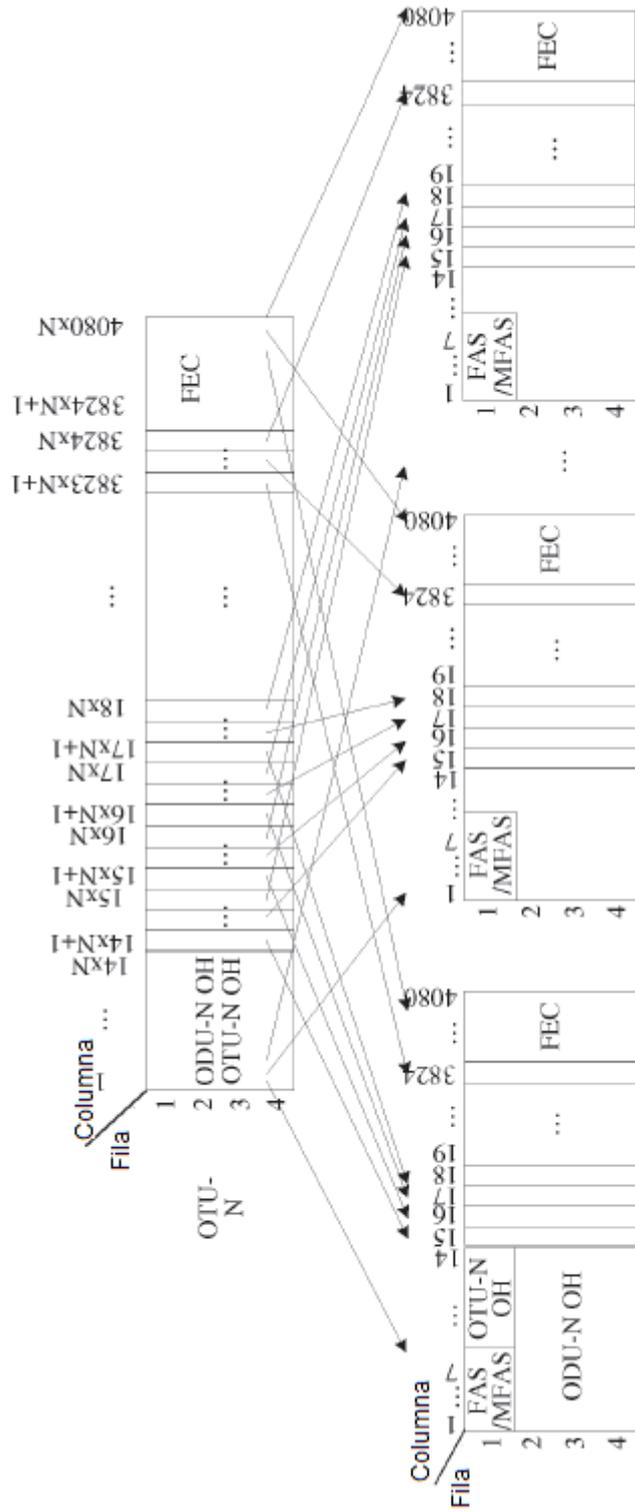


FIG. 9

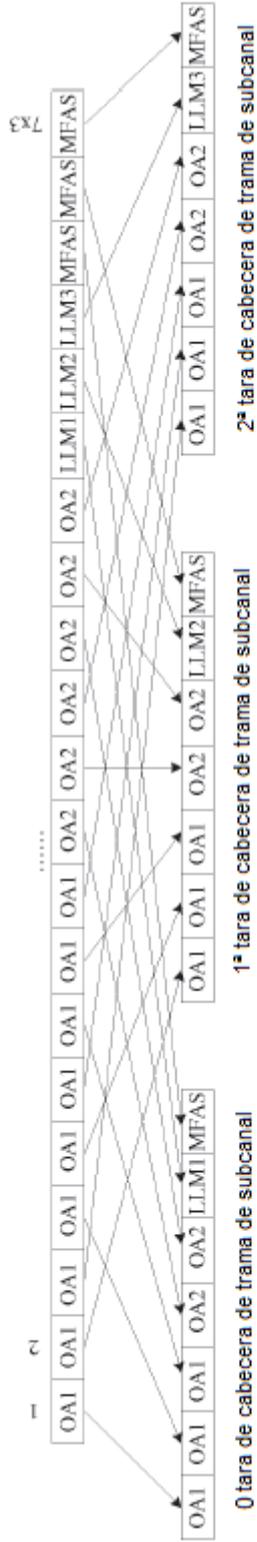


FIG. 10

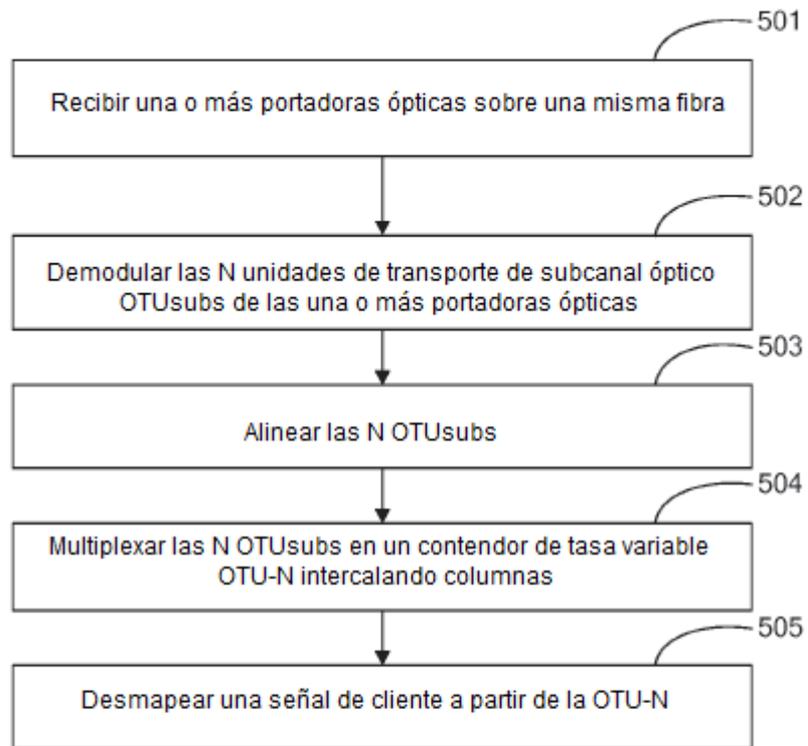


FIG. 11

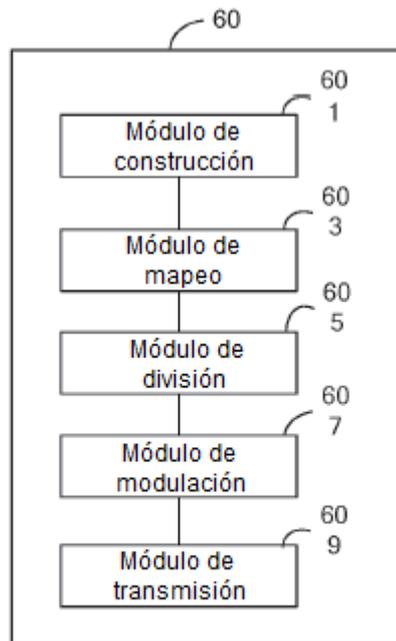


FIG. 12

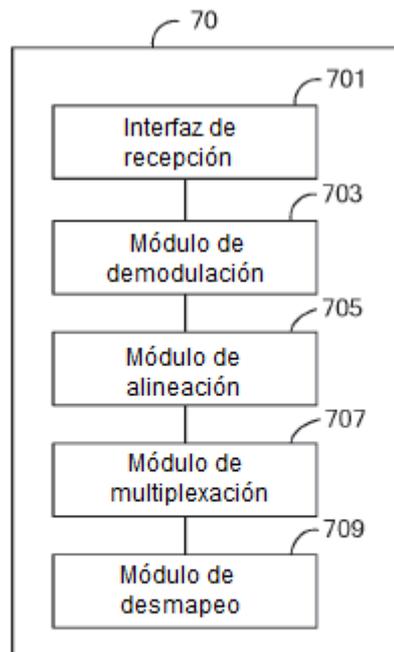


FIG. 13

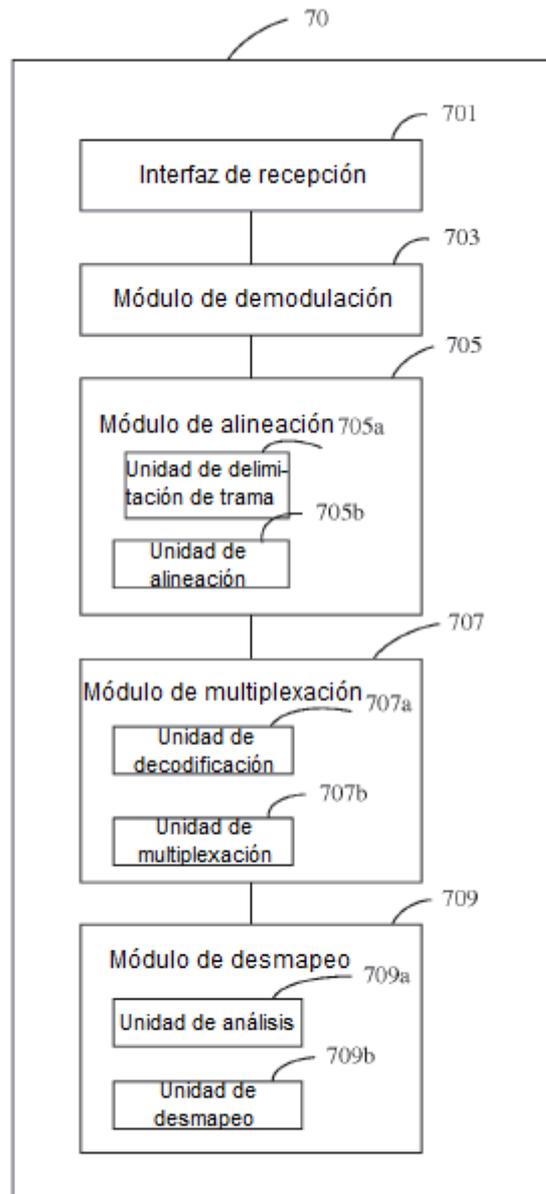


FIG. 14

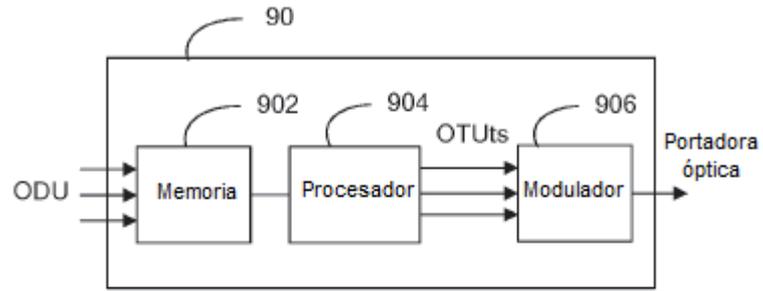


FIG. 15

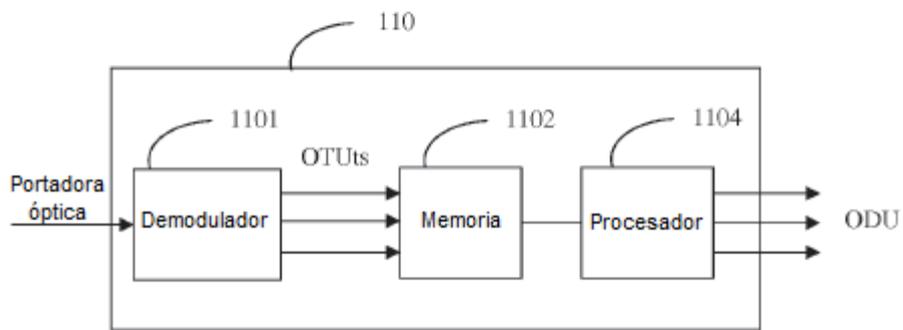


FIG. 16