

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 012 008**

51 Int. Cl.:

H04J 3/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2016** **E 20203998 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024** **EP 3843293**

54 Título: **Método, aparato y sistema de envío y recepción de señales**

30 Prioridad:

25.09.2015 CN 201510624117

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

08.04.2025

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.00%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**SU, WEI;
VISSERS, MAARTEN PETRUS JOSEPH y
WU, QIUYOU**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 012 008 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, aparato y sistema de envío y recepción de señales

Campo Técnico

5 La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de comunicaciones ópticas y, en particular, a un método, aparato y sistema de envío y recepción de señales.

Antecedentes

10 Una red de transporte óptica (en inglés, Optical Transport Network, OTN) es una tecnología del núcleo de una red de transporte. La OTN tiene ricas capacidades de mantenimiento y administración de operaciones (en inglés, Operation Administration and Maintenance, OAM), una fuerte capacidad de supervisión de conexión en tándem (en inglés, Tandem Connection Monitoring, TCM), y una capacidad de corrección de errores hacia adelante (en inglés, Forward Error Correction, FEC) fuera de banda, y puede implementar una gestión y programación flexibles de servicios de gran capacidad.

15 El sistema de normalización OTN define cuatro unidades de transporte de canal óptico (en inglés, Optical channel Transport Unit, OTU) de velocidades de línea fija: una OTU1, una OTU2, una OTU3 y una OTU4, cuyos niveles de velocidad de línea son respectivamente 2,5 Gbit/s, 10 Gbit/s, 40 Gbit/s y 100 Gbit/s, es decir, gigabits por segundo. Las cuatro OTU corresponden respectivamente a cuatro unidades de datos de canal óptico (en inglés, Optical channel Data Units, ODU) de los mismos niveles de velocidad: una ODU1, una ODU2, una ODU3 y una ODU4. Las cuatro ODU corresponden respectivamente a cuatro unidades de carga útil de canal óptico (en inglés, Optical channel Payload Units, OPU) de los mismos niveles de velocidad: una OPU1, una OPU2, una OPU3 y una OPU4.

20 Con el desarrollo de aplicaciones tales como Internet y la computación en la nube, el tráfico de información en una red se incrementa exponencialmente. Esto requiere que la OTN proporcione más ancho de banda disponible, y la OTN debe desarrollar velocidades de transferencia más altas, por ejemplo, 400 Gb/s (400 gigabits por segundo) o 1 TGb/s (1000 gigabits por segundo).

25 Actualmente, el sector de normalización de las telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (en inglés, International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector, ITU-T) está formulando una interfaz OTUCn (en inglés, High-speed OTU) (donde C es un número romano para 100, y n es un número entero positivo) para aplicaciones OTN de interfaces superiores a 100G. La interfaz OTUCn puede proporcionar una capacidad de procesamiento de interfaz eléctrica de una velocidad de $n \times 100$ G. Una trama OTUCn consta de n subtramas OTU. La trama OTUCn se gestiona y supervisa como una señal, y proporciona una función de gestión de red en un nivel de unidad de transporte de canal óptico. En consecuencia, hay una ODUc (en inglés, High-speed ODU) y una OPUCn (en inglés, High-speed OPUC) de una velocidad de $n \times 100$ G. Se añade una sobrecarga de ODUc a una trama de OPUCn para formar una trama de ODUc, y se añaden una sobrecarga de alineación de trama (en inglés, Frame Alignment, FA) y una sobrecarga de OTUCn a la trama ODUc para formar una trama OTUCn. Después de que la trama OTUCn es modulada por un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a la trama OTUCn, se forma un flujo de datos de bits OTUCn en serie y el flujo de datos de bits OTUCn en serie se envía usando una vía de fibra óptica.

30 En la técnica anterior, la ODUc debe asignarse a una OTUCn que tenga una misma velocidad que la ODUc, y la OTUCn se puede enviar sólo después de ser modulada por un módulo óptico en una misma velocidad que la OTUCn. Por lo tanto, para enviar ODUcs de velocidades diferentes, deben usarse módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación. Además, en la técnica anterior, para enviar señales de unidad de canal óptico de velocidades diferentes, deben usarse módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación. Esto resulta en altos costes de red.

35 El documento EP 2884687 A1 describe un método y dispositivo para asignar datos en una red de transporte óptica. El método incluye: los datos del servicio de paquetes se asignan a una unidad de datos de canal súper óptico (en inglés, Super Optical Channel Transport Unit, ODUS) y la ODUS se asigna a una unidad de transporte de canal súper óptico (en inglés, Super Optical Channel Transport Unit, OTUS); y la OTUS se asigna a un canal súper óptico (en inglés, Super Optical Channel, OChS).

40 El documento US2013/259478 A1 proporciona un transmisor óptico que incluye: un demultiplexor configurado para dividir una trama de datos de una señal de transmisión en subtramas con una longitud predeterminada para formar las subtramas en una pluralidad de carriles de señal; un generador de índices configurado para generar un índice para indicar un orden de los carriles de señal; una unidad de reordenación de carril configurada para reorganizar el orden de los carriles de señal según el índice; un controlador de portadora configurado para generar un desplazamiento de frecuencia de una portadora correspondiente al índice; una unidad de asignación configurada para asignar la señal de transmisión en la pluralidad de carriles de señal con el orden reordenado para la señal de transmisión con una fase correspondiente al desplazamiento de frecuencia; y una unidad de transmisión configurada para modular ópticamente la señal de transmisión asignada para transmitir la señal de transmisión modulada.

El documento EP2874332 A1 proporciona un método y un aparato para transmitir y recibir una señal de cliente en una red de transporte óptica. El método incluye: asignar una señal de cliente recibida en un contenedor de velocidad variable, OTU-N, donde una velocidad de la OTU-N es N veces tan alta como un nivel de velocidad de referencia preestablecido, y el valor N es un número entero positivo configurable; dividir el contenedor de velocidad variable, OTU-N, en N unidades de transporte de subcanal óptico, OTUsubs, por columna, donde una velocidad de cada OTUsub es igual al nivel de velocidad de referencia; modular las N unidades de transporte de subcanal óptico, OTUsubs, en una o más portadoras ópticas; y enviar las una o más portadoras ópticas en una misma fibra para su transmisión.

Compendio

10 La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método, un aparato, y un sistema de envío y recepción de señales, para resolver un problema de altos costes de red debido a una necesidad de usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación cuando se envían señales de unidad de canal óptico de velocidades diferentes.

15 Para lograr el objetivo anterior, se usan las soluciones técnicas siguientes en las realizaciones de la presente invención.

Según un primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona un método de envío de señales, donde el método incluye:

20 asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

m_i veces la velocidad de referencia, $n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$ y ;

añadir una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

modular y enviar las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

30 En una primera forma de implementación posible del primer aspecto, la asignación de una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico incluye:

dividir la señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces la velocidad de referencia en X grupos preestablecidos; y

35 asignar X grupos de señales de subtrama de unidad de canal óptico a las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de correspondencia uno a uno y en una forma de asignación preestablecida, donde la forma de asignación preestablecida es asignación síncrona de bits o asignación asíncrona.

40 Con referencia al primer aspecto o la primera forma de implementación posible del primer aspecto, en una segunda forma de implementación posible del primer aspecto, antes de modular y enviar las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno, el método de envío de señales incluye además:

realizar el procesamiento de codificación FEC de corrección de errores hacia adelante, en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

45 Con referencia a cualquiera del primer aspecto o la primera forma de implementación posible del primer aspecto o la segunda forma de implementación posible del primer aspecto, en una tercera forma de implementación posible del primer aspecto, cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico tiene una m_i diferente; o

cualquier j de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico tienen una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

Con referencia a cualquiera del primer aspecto o la primera forma de implementación posible del primer aspecto a la tercera forma de implementación posible del primer aspecto, en una cuarta forma de implementación posible del primer aspecto, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de

unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico .

Según un segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona un método de recepción de señales, donde el método incluye:

- 5 recibir X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos, donde la velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, $m_i \geq 1$ y $X \geq 2$;

extraer por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para
10 indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

Desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener una señal de unidad de canal

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

óptico de n veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$ y

- 15 En una primera forma de implementación posible del segundo aspecto, la desasignación de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener una señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, incluye:

Desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de desasignación preestablecida, para obtener X grupos de señales de unidad de canal óptico, donde la forma de desasignación preestablecida es
20 desasignación síncrona de bits o desasignación asíncrona, y una velocidad de cada grupo de señales de unidad de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

combinar los X grupos de señales de unidad de canal óptico, para generar la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia.

- 25 Con referencia al segundo aspecto o la primera forma de implementación posible del segundo aspecto, en una segunda forma de implementación posible del segundo aspecto, antes de extraer por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, el método incluye además:

realizar la decodificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

- 30 Con referencia a cualquiera del segundo aspecto o la primera forma de implementación posible del segundo aspecto o la segunda forma de implementación posible del segundo aspecto, en una tercera forma de implementación posible del segundo aspecto, cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico tiene una m_i diferente; o

cualquier j de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico tiene una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

- 35 Con referencia a cualquiera del segundo aspecto o la primera forma de implementación posible del segundo aspecto a la tercera forma de implementación posible del segundo aspecto, en una cuarta forma de implementación posible del segundo aspecto, si la segunda señal de enlace físico de canal óptico es una segunda señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico, la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUK n de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia.

- 40 Según un tercer aspecto, una realización de la presente invención proporciona un transmisor, que incluye:

una unidad de asignación, configurada para asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, $n \geq 2$, $X \geq 2$, OTU- N $m_i \geq 1$ y

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

;

- una unidad de adición de sobrecarga, configurada para añadir una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico obtenidas a través de la asignación por la unidad de asignación, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia;
- una unidad de modulación, configurada para modular, usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno, las X segundas señales de enlace físico de canal óptico generadas por la unidad de adición de sobrecarga; y
- una unidad de envío, configurada para enviar las X segundas señales de enlace físico de canal óptico moduladas por la unidad de modulación.
- En una primera forma de implementación posible del tercer aspecto, el transmisor incluye además una unidad de agrupación, donde
- la unidad de agrupación está configurada para dividir la señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces la velocidad de referencia en X grupos preestablecidos; y
- la unidad de asignación está configurada específicamente para asignar los X grupos de señales de unidad de canal óptico obtenidas a través de la división por la unidad de agrupación a las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de correspondencia uno a uno y en una forma de asignación preestablecida, donde la forma de asignación preestablecida es asignación síncrona de bits o asignación asíncrona.
- Con referencia al tercer aspecto o la primera forma de implementación posible del tercer aspecto, en una segunda forma de implementación posible del tercer aspecto, el transmisor incluye además una unidad de codificación, donde
- la unidad de codificación está configurada para: antes de que la unidad de modulación module las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando los X módulos ópticos preestablecidos en la forma de correspondencia uno a uno, realizar el procesamiento de codificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico generadas por la unidad de adición de sobrecarga.
- Con referencia a cualquiera del tercer aspecto o la primera forma de implementación posible del tercer aspecto o la segunda forma de implementación posible del tercer aspecto, en una tercera forma de implementación posible del tercer aspecto, cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tiene una m_i diferente; o
- cualquier j de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tienen una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.
- Con referencia a cualquiera del tercer aspecto o la primera forma de implementación posible del tercer aspecto a la tercera forma de implementación posible del tercer aspecto, en una cuarta forma de implementación posible del tercer aspecto, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico.
- En un cuarto aspecto, una realización de la presente invención proporciona un receptor, que incluye:
- una unidad receptora, configurada para recibir X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos, donde una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces una velocidad de referencia, $m_i \geq 1$ y $X \geq 2$;
- una unidad de extracción, configurada para extraer por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas por la unidad receptora, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y
- una unidad de desasignación, configurada para desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico obtenidas por la unidad de extracción, para obtener una señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$ y
- $$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

En una primera forma de implementación posible del cuarto aspecto, la unidad de desasignación está configurada específicamente para desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de desasignación preestablecida, para obtener X grupos de señales de unidad de canal óptico, donde la forma de desasignación preestablecida es desasignación síncrona de bits o desasignación asíncrona, y la velocidad de cada grupo de señales de unidad de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

el receptor incluye además una unidad de combinación, donde

la unidad de combinación está configurada específicamente para combinar los X grupos de señales de subtrama de unidad de canal óptico obtenidas por la unidad de desasignación, para generar la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia.

Con referencia al cuarto aspecto o la primera forma de implementación posible del cuarto aspecto, en una segunda forma de implementación posible del cuarto aspecto, el receptor incluye además una unidad de decodificación, donde

la unidad de decodificación está configurada para: antes de que la unidad de extracción extraiga por separado la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, realizar la decodificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas por la unidad receptora.

Con referencia a cualquiera del cuarto aspecto o la primera forma de implementación posible del cuarto aspecto o la segunda forma de implementación posible del cuarto aspecto, en una tercera forma de implementación posible del cuarto aspecto, cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico tiene una m_i diferente; o

cualquier j de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico tiene una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

Con referencia a cualquiera del cuarto aspecto o la primera forma de implementación posible del cuarto aspecto a la tercera forma de implementación posible del cuarto aspecto, en una cuarta forma de implementación posible del cuarto aspecto, si la segunda señal de enlace físico de canal óptico es una segunda señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico, la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia.

Según un quinto aspecto, una realización de la presente invención proporciona un sistema de transmisión de señales, que incluye el transmisor descrito anteriormente y el receptor descrito anteriormente.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, un aparato, y un sistema de envío y recepción de señales. Después de que una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia se asigna a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, se añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$, $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_X = n$, y la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y luego las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia se modulan y envían usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

Por medio de las soluciones, una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia ya no se asigna a una primera señal de enlace físico de canal óptico de una misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico, sino que se asigna a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_X = n$. Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, en la presente invención, la señal de unidad de canal óptico se descompone en X señales de baja velocidad. Posteriormente, las X señales de baja velocidad se modulan y envían por X módulos ópticos preestablecidos. Por medio de la presente invención, se pueden usar X módulos ópticos de baja velocidad existentes para modular X señales, y un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a una señal de unidad de canal óptico ya no se usa para modulación, reduciendo así los costes de red cuando unidades de canal óptico de velocidades diferentes deban usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación.

Breve descripción de los dibujos

Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica anterior más claramente, a continuación se describen brevemente los dibujos adjuntos necesarios para describir las realizaciones o la técnica anterior. Aparentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción muestran simplemente algunas realizaciones de la presente invención, y una persona con experiencia normal en la técnica aún puede derivar otros dibujos de estos dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

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

la FIG. 2 es un primer diagrama estructural esquemático de un dispositivo de transferencia según una realización de la presente invención.

5 la FIG. 3 es un diagrama de flujo esquemático de un método de envío de señales según una realización de la presente invención;

la FIG. 4 es un primer diagrama esquemático de un procedimiento de asignación de señales según una realización de la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama esquemático de una estructura de trama de una señal OTUCn después de que se añada información de sobrecarga según una realización de la presente invención;

10 la FIG. 6 es un diagrama de flujo esquemático de un método de recepción de señales según una realización de la presente invención;

la FIG. 7 es un primer diagrama de flujo esquemático de un método de envío y recepción de señales según una realización de la presente invención;

15 la FIG. 8 es un segundo diagrama de flujo esquemático de un método de envío y recepción de señales según una realización de la presente invención;

la FIG. 9 es un segundo diagrama esquemático de un procedimiento de asignación de señales según una realización de la presente invención;

la FIG. 10 es un tercer diagrama esquemático de un procedimiento de asignación de señales según una realización de la presente invención;

20 la FIG. 11 es un cuarto diagrama esquemático de un procedimiento de asignación de señales según una realización de la presente invención;

la FIG. 12 es un primer diagrama esquemático de una estructura de trama de una señal OTUC1 después de que se añada información de sobrecarga según una realización de la presente invención;

25 la FIG. 13 es un segundo diagrama esquemático de una estructura de trama de una señal OTUC1 después de que se añada información de sobrecarga según una realización de la presente invención;

la FIG. 14 es un tercer diagrama esquemático de una estructura de trama de una señal OTUC1 después de que se añada información de sobrecarga según una realización de la presente invención;

la FIG. 15 es un primer diagrama estructural esquemático de un transmisor según una realización de la presente invención;

30 la FIG. 16 es un segundo diagrama estructural esquemático de un transmisor según una realización de la presente invención.

la FIG. 17 es un primer diagrama estructural esquemático de un receptor según una realización de la presente invención;

35 la FIG. 18 es un segundo diagrama estructural esquemático de un receptor según una realización de la presente invención;

la FIG. 19 es un segundo diagrama estructural esquemático de un dispositivo de transferencia según una realización de la presente invención; y

la FIG. 20 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de transmisión de señales según una realización de la presente invención.

40 Descripción de las realizaciones

A continuación se describen clara y completamente las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de la presente invención. Aparentemente, las realizaciones descritas son simplemente algunas, pero no todas, las realizaciones de la presente invención.

45 En esta especificación, las reivindicaciones y los dibujos adjuntos de la presente invención, los términos "primero", "segundo", "tercero", "cuarto", etc. pretenden distinguir entre diferentes objetos pero no para indicar un orden particular. Además, los términos "que comprende", "que incluye", o cualquier otra variante de los mismos, pretenden cubrir una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, un método, un sistema, un producto, o un dispositivo que incluye una serie de etapas o unidades no se limita a las etapas o unidades enumerados, sino que opcionalmente

incluye además una etapa o unidad no enumerados, u opcionalmente incluye además otra etapa o unidad inherente del proceso, el método, el producto o el dispositivo.

En la siguiente descripción, se exponen detalles específicos tales como una estructura de sistema particular, una interfaz, y una tecnología en un sentido ilustrativo pero no restrictivo para hacer una comprensión profunda de la presente invención. Sin embargo, una persona experta en la técnica debe saber que la presente invención se puede poner en práctica en otras realizaciones sin estos detalles específicos. En otros casos, se omiten descripciones detalladas de aparatos, circuitos y métodos bien conocidos, para que la presente invención se describa sin quedar oscurecida por detalles innecesarios.

Además, el término "y/o" en esta especificación describe solo una relación de asociación para describir objetos asociados y representa que pueden existir tres relaciones. Por ejemplo, A y/o B pueden representar los siguientes tres casos: solo A existe, tanto A como B existen, y solo B existe. Además, el carácter "/" en esta especificación generalmente indica una relación "o" entre los objetos asociados.

El Sector de Normalización de ITU-T está formulando una interfaz OTUCn para aplicaciones OTN de más de 100 G. La interfaz OTUCn puede proporcionar una capacidad de procesamiento de interfaz eléctrica de una velocidad de n*100 G. Como se muestra en la FIG. 1, una trama OTUCn incluye n subtramas OTU (en la FIG.1, #n se usa para indicar la enésima subtrama OTU), cada subtrama OTU tiene cuatro filas y 3824 columnas, un FA OH es un byte de sobrecarga de alineación de trama, usado para proporcionar una función de alineación de sincronización de trama, y un OTU OH es un byte de sobrecarga de OTUCn.

El FA OH se divide en dos partes: una señal de alineación de trama (en inglés, Frame Alignment Signal, FAS) y una señal de alineación de multitrama (en inglés, Multiframe Alignment Signal, MFAS). El FA OH incluye siete bytes en total desde la primera fila y la primera columna hasta la primera fila y la séptima columna. La FAS se encuentra en la primera fila y la primera columna a la primera fila y la sexta columna. La MFAS se encuentra en la primera fila y la séptima columna.

El OTU OH incluye siete bytes en total desde la primera fila y la octava columna hasta la primera fila y la decimocuarta columna. El OTU OH incluye tres partes: una sección de monitorización (en inglés, Section Monitoring, SM), un canal de comunicaciones general (en inglés, General Communications Channel, GCC), y reservado para la futura normalización internacional (en inglés, Reserved for Future International Standardization, RES). La RES es una posición reservada, y actualmente se estipula que sea todo 0. La SM es supervisión de sobrecarga de sección. La información de sobrecarga de SM incluye al menos un identificador de seguimiento de rastro (en inglés, Trail Trace Identifier, TTI), una paridad entrelazada de bits (en inglés, Bit Interleaved Parity, BIP-8), una indicación de defecto hacia atrás (en inglés, Backward Defect Indication, BDI), y una indicación de error hacia atrás y error de alineación entrante hacia atrás (en inglés, Backward Error Indication and Backward Incoming Alignment Error, BEI/BI AE).

La trama OTUCn se usa gestionada y supervisada como una señal, proporciona una función de gestión de red en un nivel de unidad de transporte de canal óptico, y principalmente transporta una sobrecarga de OTUCn en una posición de una OTU OH de la primera subtrama OTU. En consecuencia, hay una ODUcn de una velocidad de n*100G, se puede considerar que una estructura de trama de la ODUcn incluye n subtramas ODU (en la FIG. 1, #n se usa para indicar la enésima subtrama ODU), y cada subtrama ODU tiene cuatro filas y 3824 columnas. Se añaden una sobrecarga de alineación de trama FA y una sobrecarga de OTUCn a una trama ODUcn para formar una trama OTUCn. Después de que la trama OTUCn se modula por un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a la trama OTUCn, se forma un flujo de datos de bits OTUCn en serie, y el flujo de datos de bits OTUCn en serie se envía usando una vía de fibra óptica.

Aunque la interfaz OTUCn proporciona una capacidad de interfaz eléctrica de un nivel de velocidad múltiple de n*100 G, en realidad, debido a la diversidad de la velocidad de la interfaz eléctrica, se requieren varios tipos de módulos ópticos que coincidan con la velocidad correspondiente a la interfaz eléctrica. Esto incrementa considerablemente los costes de red. En la red real, es imposible tener tantos módulos ópticos de tipos de velocidad diferentes que puedan ser usados.

Específicamente, en la técnica anterior, la ODUcn debe asignarse a una OTUCn de una misma velocidad, y la OTUCn debe ser modulada primero por un módulo óptico que coincida con una velocidad correspondiente a la OTUCn, y luego puede enviarse. Por lo tanto, para enviar ODUcns de velocidades diferentes, deben usarse módulos ópticos de velocidades diferentes. Por ejemplo, un transmisor encapsula, por sincronización de bits, una ODU4 de 400 G en una OTUC4, y añade una sobrecarga de OTUC4 para formar una unidad de transporte óptico OTUC4. Posteriormente, el transmisor modula, usando un módulo óptico de 400 G, la OTUC4 en una sola portadora o en múltiples portadoras, y envía la OTUC4 usando una misma fibra óptica.

Para el problema de la técnica anterior de transmisión de alto coste de unidades ODUcns de datos de canal óptico de velocidades diferentes, las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, un aparato y un sistema de envío y recepción de señales. Se utilizan múltiples módulos ópticos de baja velocidad para implementar la transmisión de una señal OTN de una velocidad mayor.

La FIG. 2 muestra un dispositivo de transferencia según una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 2, el dispositivo de transferencia incluye un transceptor 30 y un procesador 31. El procesador 31 puede ser una unidad central de procesamiento de un solo núcleo o de múltiples núcleos, o un circuito integrado específico de la aplicación, o uno o más circuitos integrados configurados para implementar esta realización de la presente invención. El procesador 31 incluye un módulo 310 de procesamiento de entramado, un chip 311 procesador óptico de señales digitales (en inglés, Optical Digital Signal Processor, ODSP) y un módulo 312 óptico. Específicamente, el chip 311 ODSP puede ser un módulo de función independiente, o puede estar integrado en el módulo 312 óptico. Específicamente, el módulo 310 de procesamiento de entramado puede ser un chip para implementar el entramado de datos. El módulo de procesamiento 310 de entramado puede asignar y encapsular en X primeras señales de enlace físico de canal óptico una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia, y añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace, para formar X segundas señales de enlace físico de canal óptico. El módulo 310 de procesamiento de entramado puede además desasignar las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas para obtener la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia. El chip 311 ODSP está configurado para completar el procesamiento de modulación y demodulación de una señal, y está configurado para mejorar una capacidad de tolerancia de código de error de enlace, o realizar otro procesamiento relacionado. El módulo 312 óptico está configurado para completar la conversión óptica a eléctrica. Específicamente, antes de que se envíen las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, el módulo 312 óptico puede convertir una señal eléctrica en una señal óptica, y puede convertir la señal óptica en una señal eléctrica después de recibir las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

Realización 1

Esta realización de la presente invención proporciona un método de envío de señales. Como se muestra en la FIG. 3, el método incluye los siguientes pasos.

S101. Un transmisor asigna una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, $n \geq 2$, $X \geq 2$,

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

$m_i \geq 1$ y

S102. El transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

La sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia.

S103. El transmisor modula y envía las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

Cabe señalar que la velocidad de referencia en la presente invención es 100 G o 40 G.

Opcionalmente, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. K es un nivel de una ODU o un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \times 100$ G, y la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \times 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

Opcionalmente, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OPUKn de unidad de carga útil de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. De manera similar, K es un nivel de una OPU o un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal OPUKn es una señal OPUCn de unidad de carga útil de canal óptico de una velocidad de $n \times 100$ G, y la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de

canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

Si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OTUKn de unidad de transporte de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una trama FEC cuya área de carga útil es una OTUK m_i de m_i veces la velocidad de referencia. De manera similar, K es un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, y la señal OTUKn es una señal OTUCn de una velocidad de $n \cdot 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

Realizando la S101, un transmisor asigna una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

Opcionalmente, como se muestra en la FIG. 4, el método para asignar, por el transmisor, la señal de unidad de canal óptico a transmitir a las X primeras señales de enlace físico de canal óptico es: dividir, por el transmisor, la señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces la velocidad de referencia en X grupos preestablecidos; y asignar, por el transmisor, los X grupos de señales de unidad de canal óptico a las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de asignación preestablecida.

Preferiblemente, el método para dividir, por el transmisor, la señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces la velocidad de referencia en X grupos preestablecidos es: dividir, por el transmisor, n subtramas de unidad de canal óptico en una estructura de trama de la señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces la velocidad de referencia en X grupos preestablecidos.

Específicamente, el transmisor divide las n subtramas de unidad de canal óptico en X grupos según una cantidad de módulos ópticos preestablecidos y una velocidad de portadora de los módulos ópticos preestablecidos.

La forma de asignación preestablecida en esta realización de la presente invención es asignación síncrona de bits o asignación asíncrona.

Específicamente, si la primera señal de enlace físico de canal óptico incluye m_i primeras subtramas de enlace físico de canal óptico, el transmisor asigna, en la forma de asignación preestablecida, m_i subtramas de unidad de canal óptico en una estructura de trama del p-ésimo grupo de señales de subtrama de unidad de canal óptico a m_i primeras subtramas de enlace físico de canal óptico en una estructura de trama de la p-ésima primera señal de enlace físico de canal óptico, donde $X \geq p \geq 1$.

Especialmente, si $m_i=1$, la estructura de trama del p-ésimo grupo de señales de subtrama de unidad de canal óptico incluye solo una subtrama de unidad de canal óptico, y la estructura de trama de la p-ésima primera señal de enlace físico de canal óptico incluye solo una primera subtrama de enlace físico de canal óptico. El transmisor asigna directamente la una subtrama de unidad de canal óptico a la primera subtrama de enlace físico de canal óptico en la estructura de trama de la primera señal de enlace físico de canal óptico.

Preferiblemente, la forma de asignación preestablecida en esta realización de la presente invención es asignación síncrona de bits. Por ejemplo, la forma de asignación síncrona de bits en esta realización de la presente invención es un procedimiento de asignación síncrona de bits (en inglés, Bit Synchronous Mapping Procedure, BPM).

Además, la forma de asignación preestablecida en esta realización de la presente invención puede ser una forma de asignación asíncrona. Cabe señalar que si el transmisor usa la forma de asignación asíncrona, la información de sobrecarga correspondiente se genera en un proceso de asignación asíncrona.

Por ejemplo, la forma de asignación asíncrona en esta realización de la presente invención es un procedimiento de asignación genérico (en inglés, Generic Mapping Procedure, GMP), y la información de sobrecarga generada en el proceso de asignación asíncrona es Cnd y Cm. Para obtener explicaciones específicas de Cnd y Cm, consulte el protocolo G.709.

Cabe señalar que, independientemente de si el transmisor usa la forma de asignación síncrona de bits o la forma de asignación asíncrona, en un proceso de asignación, una relación de granularidades de asignación usadas por los grupos de señales de subtrama de unidad de canal óptico es la misma que una relación de cantidades de subtramas de unidad de canal óptico incluidas por los grupos de señales de subtrama de unidad de canal óptico.

Opcionalmente, el método para asignar, por el transmisor, la señal de unidad de canal óptico a transmitir a las X primeras señales de enlace físico de canal óptico es: asignar, por el transmisor, la señal de unidad de canal óptico a transmitir a una señal de enlace físico de canal óptico de una misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico a transmitir; y dividir, por el transmisor, la señal de enlace físico de canal óptico de una misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico en X grupos preestablecidos.

En esta realización de la presente invención, las m_i de todas las X segundas señales de enlace físico de canal óptico pueden ser las mismas, pueden ser diferentes, o pueden ser parcialmente las mismas. Es decir, cualquier j de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tienen una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

- 5 Realizando la S102, el transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

La sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico. Es decir, la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un número de secuencia de la primera señal de enlace físico de canal óptico actual en las X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

- 10

Específicamente, el transmisor primero realiza el procesamiento de numeración de secuencia de enlace en las X primeras señales de enlace físico de canal óptico. Luego, el transmisor añade respectivamente y sincrónicamente números de secuencia de enlace de las X señales a las sobrecargas de indicador de secuencia de enlace de todas las X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

- 15

Específicamente, el transmisor añade la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a un intervalo de sobrecarga de la estructura de trama de cada primera señal de enlace físico de canal óptico; o

el transmisor añade la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a una cabecera de trama de la estructura de trama de cada primera señal de enlace físico de canal óptico.

- 20 Específicamente, si la primera señal de enlace físico de canal óptico es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico, el transmisor añade la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a un intervalo de sobrecarga de una estructura de trama de cada primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico. Si la primera señal de enlace físico de canal óptico es una señal cuya área de carga útil de una trama FEC es una OTUK m_i de m_i veces la velocidad de referencia, el transmisor añade la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a la cabecera de la trama de la estructura de trama de cada primera señal de enlace físico de canal óptico.

- 25

Además, el transmisor puede añadir además una sobrecarga de indicador de multitrama extendida y una sobrecarga de indicador de grupo de enlaces a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico. La sobrecarga de indicador de multitrama extendido se usa para indicar un retardo de transmisión, y la sobrecarga de indicador de grupo de enlaces se usa para indicar si las X primeras señales de enlace físico de canal óptico tienen una misma fuente. Un receptor puede determinar, según la sobrecarga de indicador de grupo de enlaces, si las X primeras señales de enlace físico de canal óptico son enviadas por un mismo transmisor.

- 30

Además, el transmisor añade además una primera información de sobrecarga a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

- 35 La primera información de sobrecarga se usa para indicar el ajuste del ancho de banda del enlace de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, y la primera información de sobrecarga incluye al menos una solicitud de ajuste del ancho de banda del enlace, una respuesta de ajuste del ancho de banda del enlace, y una indicación del estado de miembro del enlace. Si un ancho de banda del enlace de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico no cumple con un requisito, el ancho de banda del enlace de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico puede ajustarse según la primera información de sobrecarga.

- 40 Además, si la primera señal de enlace físico de canal óptico es la primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico, la estructura de trama de la primera la señal OTUK m_i incluye m_i subtramas OTUK m_i . El transmisor añade además una sobrecarga de indicador de secuencia de subtrama (ID OTUK, Identificador de OTUK) a cada una de las X primeras señales OTUK m_i , donde el ID OTUK se usa para indicar un orden de m_i subtramas OTU en cada primera señal OTUK m_i .

- 45 Especialmente, si $m_i=1$, un ID OTUK y una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal OTUK1 de unidad de transporte de canal óptico indican un orden de la primera señal OTUK1 de unidad de transporte de canal óptico en las X primeras señales OTUK m_i . Por lo tanto, el ID OTUK puede sustituirse por la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace.

- 50 Opcionalmente, el transmisor realiza una numeración general en todas las X señales OTUK1 como 1, 2, ... y X , y añade respectivamente y sincrónicamente los números X a las sobrecargas de indicador de secuencia de enlace de todas las X señales OTUK1, pero ya no añade ningún ID OTUK.

Además, si la primera señal de enlace físico de canal óptico es la primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico, el transmisor además genera por separado y añade información de sobrecarga de supervisión del segmento de enlace SM a cada una de las X segundas señales OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico.

Además, el transmisor añade una sobrecarga FAS de indicador de cabecera de trama a cada una de las X segundas señales OTUK_m de unidad de transporte de canal óptico. Es decir, se añade un patrón 0xf6f62828 a la primera fila y de la segunda a la quinta columnas de cada subtrama OTU. Para obtener información específica del patrón 0xf6f62828, consulte el protocolo existente.

5 Además, el transmisor añade un marcador de carril lógico (en inglés, Logical Lane Marker, LLM) a cada una de las X segundas señales OTUK_m de unidad de transporte de canal óptico. Los LLM se usan como marcadores para múltiples canales lógicos. Los LLM de todas las subtramas en la estructura de trama de cada segunda señal OTUK_m de unidad de transporte de canal óptico son los mismos. Un valor inicial de un LLM es 0, los valores de todos los LLM están en orden ascendente, y un intervalo de valores del LLM es de 0 a 239.

10 Por ejemplo, si la primera señal de enlace físico de canal óptico es una primera señal OTUC_m de unidad de transporte de canal óptico, después de añadir una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada OTUC_m, el transmisor genera una segunda señal OTUC_m.

15 Como se muestra en la FIG. 5, la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace (SQ ID, identificador de secuencia) en la estructura de trama de la segunda señal OTUC_m se encuentra en la primera fila y la 14ª columna de la primera subtrama OTU de la OTUC_m. El SQ ID se indica en una forma de multitrama. Específicamente, el SQ ID se indica por multitrama de 32 tramas. Cuando la multitrama indica que los bits del 3 al 7 de un MFAS son 0, un valor en la posición es la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace. El SQ ID se indica por multitrama de 256 tramas. Cuando los bits del 0 al 7 de un MFAS son 0, un valor en la posición es la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace.

20 Una sobrecarga de indicador extendido de multitrama (en inglés, Extended Multi-frame Identifier, MFI_EX) se encuentra en la primera fila y la 14ª columna de la subtrama OTU del OTUC_m, y se usa para indicar un retardo de transmisión. El MFI_EX se indica en forma de multitrama. Forma 1: Específicamente, el MFI_EX se indica por multitrama de 32 tramas. Cuando la multitrama indica que los bits del 3 al 7 de un MFAS son 0, un valor en la posición es la sobrecarga de indicador de multitrama extendido. Un valor inicial de MFI_EX es 0, y el valor se incrementa en 1 cada multitrama de 32 tramas, hasta que el valor se incrementa a 255. Posteriormente, el valor cambia a 0 nuevamente en una siguiente multitrama de 32 tramas. El MFI_EX se indica por multitrama de 256 tramas. Cuando los bits del 0 al 7 de un MFAS son 0, un valor en la posición es la sobrecarga de indicador de multitrama extendido. Un valor inicial del MFI_EX es 0, y el valor se incrementa en 1 cada multitrama de 256 tramas, hasta que el valor se incrementa a 255. Posteriormente, el valor cambia a 0 nuevamente en una siguiente multitrama de 256 tramas.

25 Además, en la FIG. 4, la estructura de trama de la segunda señal OTUC_m incluye además un comando de control (CTRL, por sus siglas en inglés), una respuesta de ajuste del ancho de banda del enlace (RSA, respuesta de reconocimiento), una sobrecarga de indicador de grupo de enlaces (GID, identificación de grupo), una indicación de estado de miembro de enlace (MSF, campo de estado de miembro), e información de verificación de redundancia cíclica (CRC8, verificación de 8 bits de redundancia cíclica).

30 El CTRL se usa para indicar una operación específica (por ejemplo, incrementar o disminuir) de ajuste del ancho de banda del enlace de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico. La RSA se usa para responder al CTRL, y un destino de la RSA es el transmisor. El GID se utiliza para indicar si las X primeras señales de enlace físico de canal óptico tienen una misma fuente. La MSF se usa para indicar un estado actual de cada señal de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico. El CRC8 se usa para almacenar información de verificación después de que se realice la verificación de redundancia cíclica de 8 bits en la información del área de sobrecarga de CTRL, RSA, GID y MSF.

Además, realizando la S103, el transmisor modula y envía las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

45 Específicamente, el transmisor modula la q-ésima ($X \geq q \geq 1$) señal de las segundas señales de enlace físico de canal óptico usando el q-ésimo módulo óptico preestablecido, y envía la q-ésima ($X \geq q \geq 1$) señal de las segundas señales de enlace físico de canal óptico modulada usando la q-ésima fibra óptica.

50 El transmisor modula la q-ésima señal de las terceras señales de canal óptico basada en el q-ésimo módulo óptico preestablecido, para generar una o más señales portadoras ópticas. Posteriormente, el transmisor envía una o más señales portadoras ópticas usando la q-ésima fibra óptica.

55 Además, antes de que el transmisor module las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando los X módulos ópticos preestablecidos en la forma de correspondencia uno a uno, el transmisor realiza el procesamiento de codificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico. En el proceso de realizar el procesamiento de codificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico por el transmisor, debe añadirse información de sobrecarga de FEC.

El transmisor realiza el procesamiento de codificación FEC en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, y añade la información de sobrecarga de FEC, para que se pueda mejorar la capacidad de corrección del código de error de enlace, y una tercera señal de enlace físico de canal óptico generada pueda acercarse a la velocidad de portadora de los módulos ópticos preestablecidos.

- 5 Por ejemplo, la Tabla 1 muestra las velocidades antes y después de que se realice el procesamiento FEC en ODU4, OTU4 y OTUC1.

Si se transfieren n OTUC1 usando módulos ópticos de OTU4, y el transmisor selecciona RS (544, 514) para realizar la codificación FEC en una OTUC1, una velocidad del OTUC1 después de la codificación es:

$$99,5328 \times 239/226 \times 544/514 = 111,401609 \text{ Gbit / s}$$

- 10 Además, el transmisor añade una cabecera de trama FEC y un bit inactivo para construir una señal de trama FEC, para que una velocidad final sea igual a una velocidad de OTU4.

Por ejemplo, una trama FEC construida tiene 4096 filas, y cada fila tiene 5440 bits. Una cabecera de trama de la trama FEC tiene 1285 bits, y los 1285 bits son los primeros 1285 bits en la primera fila. La información de verificación FEC se coloca en los últimos 300 bits de cada una de las primeras filas a la fila 4096ª. Un área de relleno tiene 75610 bits en total (donde desde la primera fila hasta la fila 3465ª, se añaden 20 bits de relleno a cada fila; y desde la fila 3466ª a la fila 4096ª, se añaden 10 bits de relleno a cada fila), y el resto es un área de carga útil, usada para colocar una señal OTUC1. Una trama FEC construida de esta forma tiene la siguiente velocidad final:

- 15

$$99,5328 \times 239/226 \times 544/514 \times (5140 \times 4096) / ((5140 \times 4096) - 1285 - 75610) = 111,8099808 \text{ Gbit / s} \quad \text{donde}$$

111,8099808 Gbit/s es aproximadamente igual a una velocidad de OTU4, 111,809973568 Gbit/s.

- 20 Además, si la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia en esta realización de la presente invención es una señal cuya área de carga útil de una trama FEC es una OTUK m_i de m_i veces la velocidad de referencia, la trama FEC construida por el transmisor tiene la siguiente velocidad final:

$$99,5328 \times 239/226 \times 544/514 \times (5140 \times 4096) / ((5140 \times 4096) - 1280) = 111,4083825 \text{ Gbit / s}$$

En tal escenario de aplicación, un módulo óptico de 100 G debe ser capaz de soportar tal velocidad.

- 25 Tabla 1

	Sin FEC	Con FEC
ODU4	104,794445815 Gbit/s (239/227 x 99,5328 Gbit/s)	-
OTU4	-	111,809973568 Gbit/s (255/227 x 99,5328 Gbit/s)
OTUC1	105,258138053 Gbit/s (239/226 x 99,5328 Gbit/s)	-

Esta realización de la presente invención proporciona un método de envío de señales. Después de asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, un transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$, $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_X = n$, y la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y luego el transmisor modula y envía las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

- 30
- 35

Por medio de esta solución, una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia ya no se asigna a una primera señal de enlace físico de canal óptico de una misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico, sino que se asigna a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_X = n$. Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, en la presente invención, la señal de unidad de canal óptico se descompone en X señales de baja velocidad. Posteriormente, las X señales de baja velocidad se modulan y envían usando X módulos ópticos preestablecidos. Por medio de la presente invención, se pueden usar X módulos ópticos de baja velocidad existentes para modular X señales, y un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a una señal de unidad de canal óptico ya no se usa para modulación, reduciendo así los costes de red cuando unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación.

Además, si la señal de unidad de canal óptico es una señal ODUK n de unidad de datos de canal óptico, y la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUK n en esta realización de la presente invención es una señal ODUC n de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G. En tal escenario de aplicación, la presente invención puede reducir los costes de red para enviar ODUC n s de velocidades diferentes.

Realización 2

Como se muestra en la FIG. 6, esta realización de la presente invención, que no está cubierta por el alcance de las reivindicaciones, proporciona un método de recepción de señales, que incluye las siguientes etapas.

S201. Un receptor recibe X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos.

Una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces una velocidad de referencia, $m_i \geq 1$ y $X \geq 2$.

S202. El receptor extrae por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

La sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia.

S203. El receptor desasigna las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener una señal de

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, y

Cabe señalar que la velocidad de referencia en la presente invención es 100 G o 40 G.

En esta realización de la presente invención, las m_i de todas las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia puede ser las mismas, puede ser diferentes, o pueden ser parcialmente la mismas. Es decir, cualquier j de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tienen una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

Opcionalmente, si la segunda señal de enlace físico de canal óptico es una segunda señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico, la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUK n de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia. K es un nivel de una ODU o un nivel de una OTU. K es un número entero positivo, y el valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUK n es una señal ODUC n de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G, y la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

Opcionalmente, si la segunda señal de enlace físico de canal óptico es una segunda señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico, la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OPUK n de unidad de carga útil de canal óptico de n veces la velocidad de referencia. De manera similar, K es un nivel de una OPU o un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal OPUK_n es una señal OPUC_n de unidad de carga útil de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G, y la señal OTUK_{m_i} es una señal OTUC_{m_i} de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

5 Opcionalmente, si la segunda señal de enlace físico de canal óptico es una señal cuya área de carga útil de una trama FEC es una OTUK_{m_i} de m_i veces la velocidad de referencia, la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OTUK_n de unidad de transporte de canal óptico de n veces la velocidad de referencia. De manera similar, K es un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

10 Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal OTUK_{m_i} es una señal OTUC_{m_i} de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, y la señal OTUK_n es una señal OTUC_n de una velocidad de $n \cdot 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

Realizando la S201, un receptor recibe X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos.

15 Específicamente, el receptor recibe M señales portadoras ópticas usando X fibras ópticas, donde se recibe al menos una señal portadora óptica usando cada fibra óptica, y $M \geq X \geq 2$. El receptor demodula las M señales portadoras ópticas usando X módulos ópticos preestablecidos, para obtener las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, donde una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, $m_i \geq 1$ y $X \geq 2$.

20 Específicamente, si una estructura de trama de la segunda señal de enlace físico de canal óptico incluye múltiples segundas subtramas de enlace físico de canal óptico, el transmisor identifica una cabecera de trama de cada segunda subtrama de enlace físico de canal óptico en cada segunda señal de enlace físico de canal óptico, y realiza procesamiento de alineación y clasificación de cabecera de trama en todas las subtramas.

Además, si la segunda señal de enlace físico de canal óptico es la segunda señal OTUK_{m_i}, el transmisor identifica 25 las sobrecargas de cabecera de trama transportadas por m_i segundas subtramas OTU en una estructura de trama de cada segunda señal OTUK_{m_i}. (Para cada subtrama OTU, el transmisor determina una cabecera de trama de cada subtrama OTU identificando un patrón especial de una sobrecarga de cabecera de trama FAS), y el procesamiento de alineación de cabecera de trama se realiza en las m_i segundas subtramas OTU de la segunda señal OTUK_{m_i}.

30 Realizando la S202, el receptor extrae por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

La sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de 35 enlace físico de canal óptico.

Además, el receptor puede extraer además por separado una sobrecarga de indicador de multitrama extendida y una sobrecarga de indicador de grupo de enlaces de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico. La sobrecarga de indicador de multitrama extendido se usa para indicar un retardo de transmisión, y la sobrecarga de indicador de grupo de enlaces se usa para indicar si las X primeras señales de enlace físico de canal 40 óptico tienen una misma fuente.

Específicamente, el receptor extrae la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace en cada segunda señal de enlace físico de canal óptico, y alinea las sobrecargas de indicador de secuencia de enlace.

Además, el receptor identifica un número de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico según un indicador de secuencia de enlace, y realiza un procesamiento de reclasificación en las X primeras 45 señales de enlace físico de canal óptico, para generar X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

Cabe señalar que el orden de realización del procesamiento de reclasificación y el procesamiento de alineación no está limitado en esta realización de la presente invención.

Realizando la S203, el receptor desasigna las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener una

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, y

Específicamente, el receptor desasigna las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de desasignación preestablecida, para obtener X grupos de señales de unidad de canal óptico, donde la forma de desasignación preestablecida es desasignación síncrona de bits o desasignación asíncrona, y una velocidad de cada grupo de señales de unidad de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia.

- 5 Preferiblemente, la forma de desasignación preestablecida en esta realización de la presente invención es desasignación síncrona de bits.

Además, la forma de desasignación preestablecida en esta realización de la presente invención puede ser desasignación asíncrona. Cabe señalar que si el receptor usa la forma de desasignación asíncrona, para desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico a X grupos de señales de subtrama de unidad de canal óptico, antes del desasignación asíncrona, el receptor primero debe extraer información de sobrecarga de asignación.

- 10

Específicamente, todas las subtramas en una estructura de trama de los X grupos de señales de unidad de canal óptico mantienen alineación de trama, y una estructura de trama de cada grupo de señales de subtrama de unidad de canal óptico incluye m_i subtramas de unidad de canal óptico.

- 15 Además, el receptor combina los X grupos de señales de unidad de canal óptico para generar la señal de unidad de canal óptico.

Además, antes de que se realice la S202, el receptor puede realizar además la decodificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

- 20 Esta realización de la presente invención proporciona un método de recepción de señales. Después de recibir X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces una velocidad de referencia usando X módulos ópticos, un receptor extrae por separado un indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde $m_i \geq 1$, $X \geq 2$, y una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y luego el receptor desasigna las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener una señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$.
- 25

Por medio de esta solución, después de realizar el procesamiento relacionado en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas de m_i veces la velocidad de referencia, el receptor obtiene X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, y el receptor obtiene la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia desasignando las X primeras señales de enlace físico de canal óptico. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$. Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, la velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. De esta forma, el receptor demodula M señales portadoras ópticas usando X módulos ópticos de baja velocidad existentes, y ya no usa un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a la señal de unidad de canal óptico para realizar la demodulación, reduciendo así los costes de red cuando las unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la demodulación.

- 30
- 35
- 40 Además, si la señal de unidad de canal óptico es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico, y la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn en esta realización de la presente invención es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \times 100$ G. En tal escenario de aplicación, la presente invención puede reducir los costes de red para enviar ODUCns de velocidades diferentes.

Realización 3

- 45 Como se muestra en la FIG. 7, esta realización de la presente invención, que no está cubierta por el alcance de las reivindicaciones, proporciona un método de envío y recepción de señales, que incluye las siguientes etapas.

S301. Un transmisor asigna una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

Una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, $n \geq 2$, $X \geq 2$,

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

- 50 $m_i \geq 1$ y

S302. El transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

S303. El transmisor realiza el procesamiento de codificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

5 S304. El transmisor modula, usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno, las X segundas señales de enlace físico de canal óptico en las que se ha realizado el procesamiento de codificación FEC, para generar M señales portadoras ópticas, y envía las M señales portadoras ópticas usando X fibras ópticas.

10 S305. El receptor demodula las M señales portadoras ópticas usando los X módulos ópticos preestablecidos, para obtener las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

Una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, $m_i \geq 1$ y $X \geq 2$.

S306. El receptor realiza la decodificación FEC en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

15 S307. El receptor extrae por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico en las que se ha realizado la decodificación FEC, para obtener las X primeras señales de enlace físico de canal óptico.

20 La sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia.

S308. El receptor desasigna las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, donde

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

$n \geq 2$, y

25 Cabe señalar que la velocidad de referencia en esta realización de la presente invención es de 100 G. En otro ejemplo, que no está cubierto por las reivindicaciones, puede ser de 25 G.

En esta realización de la presente invención, las m_i de todas las X segundas señales de enlace físico de canal óptico pueden ser las mismas, pueden ser diferentes o pueden ser parcialmente las mismas. Es decir, cualquier j de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tienen una misma m_i , donde

30 $2 \leq j \leq X$.

Opcionalmente, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. K es un nivel de una ODU o un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

35 Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de n*100 G, y la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de m_i *100 G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

40 Opcionalmente, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OPUKn de unidad de carga útil de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. De manera similar, K es un nivel de una OPU o un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

45 Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal OPUKn es una señal OPUCn de unidad de carga útil de canal óptico de una velocidad de n*100 G, y la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de

canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

Opcionalmente, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OTUKn de unidad de transporte de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una trama FEC cuya área de carga útil es una OTUK m_i de m_i veces la velocidad de referencia. De manera similar, K es un nivel de una OTU, K es un número entero positivo, y un valor de K no está específicamente limitado en esta realización de la presente invención.

Por ejemplo, si la velocidad de referencia es 100 G, la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, y la señal OTUKn es una señal OTUCn de una velocidad de $n \cdot 100$ G, donde C es un número romano para 100, y n y m_i son ambos números enteros positivos.

De la S301 a la S304 en esta realización de la presente invención son las mismas que el método descrito en la Realización 1, y los detalles no se describen en esta memoria nuevamente.

De la S305 a la S308 en esta realización de la presente invención son las mismas que el método descrito en la Realización 2, y los detalles no se describen en esta memoria nuevamente.

Esta realización de la presente invención proporciona un método de envío y recepción de señales. Después de asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, un transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$, $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$, y la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y luego el transmisor modula y envía las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

Por medio de esta solución, una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia ya no se asigna a una primera señal de enlace físico de canal óptico de la misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico, sino que se asigna a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$. Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, en la presente invención, la señal de unidad de canal óptico se descompone en X señales de baja velocidad. Posteriormente, las X señales de baja velocidad se modulan y envían usando X módulos ópticos preestablecidos. Por medio de la presente invención, se pueden usar X módulos ópticos de baja velocidad existentes para modular X señales, y un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a una señal de unidad de canal óptico ya no se usa para modulación, reduciendo así los costes de red cuando unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación.

Además, si la señal de unidad de canal óptico es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico, y la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn en esta realización de la presente invención es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G. En tal escenario de aplicación, la presente invención puede reducir los costes de red para enviar ODUCns de velocidades diferentes.

Realización 4

En la presente invención, si una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, una primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. Si una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia es una señal OTUKn de unidad de transporte de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, una primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una señal cuya área de carga útil de una trama FEC es una OTUK m_i de m_i veces la velocidad de referencia. Si una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia es una señal OPUKn de unidad de carga útil de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, una primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. Si la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G, la señal OTUK m_i es una señal OTUC m_i de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, la señal OTUKn es una señal OTUCn de una velocidad de $n \cdot 100$ G, y la señal OPUKn es una señal OPUCn de unidad de carga útil de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G.

En esta realización de la presente invención, que no está cubierta por el alcance de las reivindicaciones, se describe un método de envío y recepción de señales usando un ejemplo en el que la señal de unidad de canal óptico de n

veces la velocidad de referencia es una señal ODU_{Cn}, y la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUC _{m_i} .

Como se muestra en la FIG. 8, esta realización de la presente invención proporciona un método de envío y recepción de señales, que incluye las siguientes etapas.

- 5 S401. Un transmisor asigna una señal ODU_{Cn} a transmitir a X primeras señales OTUC _{m_i} , donde

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

$n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$ y

Preferiblemente, un método para asignar, por un transmisor, una señal ODU_{Cn} a transmitir a X primeras señales OTUC _{m_i} es: dividir, por el transmisor, n subtramas ODU en una estructura de trama de la señal ODU_{Cn} en X grupos preestablecidos según una cantidad de módulos ópticos preestablecidos y una velocidad de portadora de los
10 módulos ópticos preestablecidos, donde cada grupo de subtramas ODU incluye m_i subtramas ODU; y asignar, por el transmisor en una forma preestablecida de asignación, X grupos de señales de subtrama ODU_{C m_i} que cada una incluye m_i subtramas ODU a X primeras señales OTUC _{m_i} .

La forma de asignación preestablecida en esta realización de la presente invención es asignación síncrona de bits o asignación asíncrona.

- 15 Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 9, el transmisor asigna una ODU_{C4} a cuatro primeras señales OTUC₁. Como se muestra en la FIG. 10, el transmisor asigna una ODU_{C4} a dos primeras señales OTUC₂. Como se muestra en la FIG. 11, el transmisor asigna una ODU_{C4} a dos primeras señales OTUC₁ y una primera señal OTUC₂.

S402. El transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales OTUC _{m_i} , para generar X segundas señales OTUC _{m_i} .

- 20 La sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal OTUC _{m_i} se usa para indicar un orden de la primera señal OTUC _{m_i} . Es decir, la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal OTUC _{m_i} se usa para indicar un número de secuencia de la primera señal OTUC _{m_i} actual en las X primeras señales OTUC _{m_i} .

- 25 Específicamente, el transmisor realiza primero el procesamiento de numeración de secuencia de enlace en las X primeras señales OTUC _{m_i} . Luego, el transmisor añade respectivamente y sincrónicamente números de secuencia de enlace de las X primeras señales OTUC _{m_i} a las sobrecargas de indicador de secuencia de enlace de todas las X primeras señales OTUC _{m_i} .

Además, el transmisor añade la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a un intervalo de sobrecarga de una estructura de trama de cada primera señal OTUC _{m_i} ; o

- 30 añade la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a una cabecera de trama de una estructura de trama de cada primera señal OTUC _{m_i} .

Específicamente, el transmisor añade la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace al intervalo de sobrecarga de la estructura de trama de cada primera señal OTUC _{m_i} .

- 35 Además, el transmisor puede añadir además una sobrecarga de indicador de multitrama extendido y una sobrecarga de indicador de grupo de enlaces a cada una de las X primeras señales OTUC _{m_i} . La sobrecarga de indicador de multitrama extendido se usa para indicar un retardo de transmisión, y la sobrecarga de indicador de grupo de enlaces se usa para indicar si las X primeras señales OTUC _{m_i} tienen una misma fuente. Un receptor puede determinar, según la sobrecarga de indicador de grupo de enlaces, si las X primeras señales OTUC _{m_i} son enviadas por un mismo transmisor.

- 40 Además, el transmisor añade además la primera información general a cada una de las X primeras señales OTUC _{m_i} .

- 45 La primera información de sobrecarga se usa para indicar el ajuste del ancho de banda del enlace de las X primeras señales OTUC _{m_i} , y la primera información de sobrecarga incluye al menos una solicitud de ajuste del ancho de banda del enlace, una respuesta de ajuste del ancho de banda del enlace, y una indicación del estado de miembro del enlace. Si un ancho de banda del enlace de las X primeras señales OTUC _{m_i} no cumple con un requisito, el ancho de banda del enlace de las X primeras señales OTUC _{m_i} se puede ajustar según la primera información de sobrecarga.

Además, el transmisor añade además un ID OTUK de sobrecarga de indicador de secuencia de subtrama a cada una de las X primeras señales OTUC _{m_i} , donde el ID OTUK se usa para indicar un orden de m_i subtramas OTU en cada primera señal OTUC _{m_i} .

Especialmente, si $m_i=1$, el ID OTUK puede sustituir la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace.

- 5 Además, el transmisor genera y añade además por separado información de sobrecarga de supervisión de segmento de enlace SM a cada una de las X segundas señales OTUC _{m_i} .

Además, el transmisor añade una sobrecarga de indicación de cabecera de trama FAS a cada una de las X segundas señales OTUC _{m_i} . Es decir, se añade un patrón 0xf6f62828 a la primera fila y de la segunda a la quinta columnas de cada subtrama OTU. Para obtener información específica del patrón 0xf6f62828, consulte el protocolo existente.

Además, el transmisor añade además un marcador de carril lógico LLM a cada una de las X segundas señales OTUC _{m_i} . Los LLM se usan como marcadores para múltiples canales lógicos. Los LLM de todas las subtramas en una estructura de trama de cada segunda señal OTUC _{m_i} son los mismos. Un valor inicial de un LLM es 0, los valores de todos los LLM están en orden ascendente, y un intervalo de valores del LLM es de 0 a 239.

- 15 Por ejemplo, usando una primera señal OTUC1 como un ejemplo, se muestra una estructura de trama de la segunda señal OTUC1 en la FIG. 12, la FIG. 13, o la FIG. 14.

En la FIG. 12, un GID es un marcador de grupo de una OTUC1-X. Un identificador de OTUC (ID OTUC, por sus siglas en inglés) puede colocarse en la primera fila y la primera columna de una trama OTUC, o puede colocarse en la primera fila y la 14ª columna de una trama OTUC. El ID OTUC se indica en forma de multitrama. Cuando MFAS=1, se coloca un valor del ID OTUC en la posición, donde X OTUC1s corresponden respectivamente a los valores 1, 2, ... y X . En este escenario, el ID OTUC puede sustituir una función de una sobrecarga SQ ID de indicador de secuencia de enlace, es decir, el ID OTUC es la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace.

En la FIG. 13, un GID es un marcador de grupo de una OTUC1-X. Un ID OTUC puede colocarse en la primera fila y la primera columna de una trama OTUC, o puede colocarse en la primera fila y la 14ª columna de una trama OTUC. El ID OTUC se indica en forma de multitrama. Cuando MFAS = 1, se coloca un valor del ID OTUC en la posición, donde X OTUC1s corresponden respectivamente a los valores 1, 2, ... y X . En este escenario, el ID OTUC puede sustituir una función de una sobrecarga SQ de indicador de secuencia de enlace, es decir, el ID OTUC es la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace.

La segunda información de sobrecarga incluye una solicitud de PHY MAP, un PHY MAP activo, o similar. A continuación se describe una función de cada campo de sobrecarga.

La solicitud PHY MAP: 256 bits. Un bit corresponde a una OTUC1, y los bits en la posición cero a 255ª respectivamente corresponden a la primera a 256ª OTUC1. La solicitud PHY MAP se usa para una indicación de solicitud de aumento o una indicación de solicitud de disminución en un proceso de ajuste del ancho de banda de OTUC1-X. Cuando el valor cambia de 0 a 1, indica una solicitud de aumento. Cuando el valor cambia de 1 a 0, indica una solicitud de disminución.

La solicitud PHY MAP: 256 bits. Un bit corresponde a una OTUC1, y los bits en la posición cero a la posición 255ª respectivamente corresponden a la primera a 256ª OTUC1. La solicitud PHY MAP se usa para una respuesta en un proceso de ajuste del ancho de banda de OTUC1-X. Cuando el valor es 1, indica que se acuerda realizar una solicitud de aumento o disminución correspondiente. De lo contrario, el valor es 0.

El CRC8: 8 bits, usado para almacenar información de verificación después de que se realice una verificación de redundancia cíclica de 8 bits en la información de área de sobrecarga anterior.

En la FIG. 14, una forma de transporte de sobrecarga de la segunda señal OTUC1 es diferente de las de la FIG. 12 y la FIG. 13. Se usa una forma de encapsulación de paquetes de tramas de procedimiento de entramado genérico (en inglés, Generic Framing Procedure, GFP) para el transporte y la transferencia de sobrecarga. Primero, el transmisor encapsula algunas sobrecargas en una trama GFP, y luego transfiere la trama GFP usando un canal de sobrecarga GCC0 de una OTUC1. En este caso, la trama GFP incluye una cabecera de trama central (cuatro bytes), una cabecera de trama de carga útil (cuatro bytes, PTI=101, y la encapsulación se realiza seleccionando una trama de gestión de comunicación GFP), un área de carga útil (36 bytes, usados para encapsular una sobrecarga correspondiente de una OTU1-X), y un área de verificación (CRC32). Para una definición de la trama GFP, consulte una definición específica en el estándar ITU-T G.7041.

Las sobrecargas encapsuladas en la trama GFP incluyen un GID, un MSID, CTRL, RAS, y un MSF. El GID es un marcador de grupo de la OTUC1-X. El MSID (ID de secuencia de miembro) es un número de secuencia de miembro de la OTUC1 en la OTUC1-X, en relación a una función de la sobrecarga SQ de indicador de secuencia de enlace, y un valor de MSID es 1, 2, ..., o X . Para el resto de CTRL, RAS, MSF, o similar, una función de cada campo de sobrecarga es similar a la descrita en la FIG. 4.

S403. El transmisor realiza el procesamiento de codificación FEC en las X segundas señales OTUC_{m_i}.

S404. El transmisor modula, usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno, las X segundas señales OTUC_{m_i} en las que se ha realizado el procesamiento de codificación FEC, para generar M señales portadoras ópticas, y envía las M señales portadoras ópticas usando X fibras ópticas.

- 5 S405. Un receptor demodula las M señales portadoras ópticas usando los X módulos ópticos preestablecidos, para obtener las X segundas señales OTUC_{m_i}.

Una velocidad de la segunda señal OTUC_{m_i} es m_i veces una velocidad de referencia, m_i ≥ 1 y X ≥ 2.

S406. El receptor realiza la decodificación FEC en las X segundas señales OTUC_{m_i}.

- 10 S407. El receptor extrae por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales OTUC_{m_i} en las que se ha realizado la decodificación FEC, para obtener las X primeras señales OTUC_{m_i}.

La sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal OTUC_{m_i} se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico.

- 15 S408. El receptor desasigna las X primeras señales OTUC_{m_i}, para obtener la señal ODU_{Cn}, donde

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

n ≥ 2, y

- 20 Esta realización de la presente invención proporciona un método de envío y recepción de señales. Después de asignar una señal ODU_{Cn} a transmitir a X primeras señales OTUC_{m_i}, un transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales OTUC_{m_i}, para generar X segundas señales OTUC_{m_i}, donde n ≥ 2, X ≥ 2, m_i ≥ 1, m₁ + m₂ + ... + m_i + ... + m_X = n, y la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal OTUC_{m_i} se usa para indicar un orden de la primera señal OTUC_{m_i}, y luego el transmisor modula y envía las X segundas señales OTUC_{m_i} usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

- 25 Por medio de esta solución, una señal ODU_{Cn} ya no se asigna a una señal OTUC_{m_i} de una misma velocidad que la señal ODU_{Cn}, sino que se asigna a X primeras señales OTUC_{m_i}. Una velocidad de la primera señal OTUC_{m_i} es m_i veces una velocidad de referencia y m₁ + m₂ + ... + m_i + ... + m_X = n, y por lo tanto, la velocidad de la primera señal OTUC_{m_i} es menor que la velocidad de la señal ODU_{Cn}. Es decir, en la presente invención, la señal ODU_{Cn} se descompone en X señales de baja velocidad. Posteriormente, las X señales de baja velocidad se modulan y envían por X módulos ópticos preestablecidos. Por medio de la presente invención, se pueden usar X módulos ópticos de baja velocidad existentes para modular X señales, y un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a una señal de unidad de canal óptico ya no se usa para modulación, reduciendo así los costes de red cuando unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación.

Realización 5

- 35 Esta realización de la presente invención proporciona un transmisor 1. Como se muestra en la FIG. 15, el transmisor 1 incluye:

una unidad 10 de asignación, configurada para asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde la velocidad de la primera

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, n ≥ 2, X ≥ 2, m_i ≥ 1 y

- 40 una unidad 11 de adición de sobrecarga, configurada para añadir una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico obtenidas a través de la asignación por la unidad 10 de asignación, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia;
- 45

una unidad 12 de modulación, configurada para modular, usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno, las X segundas señales de enlace físico de canal óptico generadas por la unidad 11 de adición de sobrecarga; y

5 una unidad 13 de envío, configurada para enviar las X segundas señales de enlace físico de canal óptico moduladas por la unidad 12 de modulación.

Además, como se muestra en la FIG. 16, el transmisor 1 incluye además una unidad 14 de agrupación, donde

la unidad 14 de agrupación está configurada para dividir la señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces la velocidad de referencia en X grupos preestablecidos.

10 Además, la unidad 10 de asignación está configurada específicamente para asignar los X grupos de señales de unidad de canal óptico obtenidas a través de la división por la unidad 14 de agrupación a las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de correspondencia uno a uno y en una forma de asignación preestablecida, donde la forma de asignación preestablecida es asignación síncrona de bits o asignación asíncrona.

Además, como se muestra en la FIG. 16, el transmisor incluye además una unidad 15 de codificación, donde

15 la unidad 15 de modulación está configurada para: antes de que la unidad 12 de modulación module las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando los X módulos ópticos preestablecidos en la forma de correspondencia uno a uno, realizar el procesamiento de codificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico generadas por la unidad 11 de adición de sobrecarga.

Además, cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tiene una m_i diferente; o

20 cualquier j de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tienen una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

Además, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia.

25 Esta realización de la presente invención proporciona un transmisor, que incluye principalmente una unidad de asignación, una unidad de adición de sobrecarga, una unidad de modulación, y una unidad de envío. Después de asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, el transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$, $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_X = n$, y la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y luego el transmisor modula y envía las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

30 Por medio de esta solución, una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia ya no se asigna a una primera señal de enlace físico de canal óptico de una misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico, sino que se asigna a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_X = n$. Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, en la presente invención, la señal de unidad de canal óptico se descompone en X señales de baja velocidad. Posteriormente, las X señales de baja velocidad se modulan y envían usando X módulos ópticos preestablecidos. Por medio de la presente invención, se pueden usar X módulos ópticos de baja velocidad existentes para modular X señales, y un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a una señal de unidad de canal óptico ya no se usa para modulación, reduciendo así los costes de red cuando las unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación.

45 Además, si la señal de unidad de canal óptico es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico, y la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn en esta realización de la presente invención es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G. En tal escenario de aplicación, la presente invención puede reducir los costes de red para enviar ODUCn de velocidades diferentes.

Realización 6

Esta realización de la presente invención, que no está cubierta por el alcance de las reivindicaciones, proporciona un receptor 1. Como se muestra en la FIG. 17, el receptor 1 incluye:

5 una unidad 20 receptora, configurada para recibir X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos, donde una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces una velocidad de referencia, $m_i \geq 1$ y $X \geq 2$;

10 una unidad 21 de extracción, configurada para extraer por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas por la unidad 20 receptora, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

una unidad 22 de desasignación, configurada para desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico obtenidas por la unidad 21 de extracción, para obtener una señal de unidad de canal óptico de n veces la

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, y

15 Además, la unidad 22 de desasignación está configurada específicamente para desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de una forma de desasignación preestablecida, para obtener X grupos de señales de unidad de canal óptico, donde la forma de desasignación preestablecida es desasignación síncrona de bits o desasignación asíncrona, y la velocidad de cada grupo de señales de unidad de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia.

20 Además, como se muestra en la FIG. 18, el receptor 1 incluye además una unidad 23 de combinación, donde

la unidad 23 de combinación está configurada específicamente para combinar los X grupos de señales de subtrama de unidad de canal óptico obtenidas por la unidad 22 de desasignación, para generar la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia.

Además, como se muestra en la FIG. 18, el receptor 1 incluye además una unidad 24 de decodificación, donde

25 la unidad 24 de decodificación está configurada para: antes de que la unidad 21 de extracción extraiga por separado la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, realizar la decodificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas por la unidad receptora.

30 Además, cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tiene una m_i diferente; o

cualquier j de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tienen una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

35 Además, si la segunda señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una segunda señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia.

40 Esta realización de la presente invención proporciona un receptor, que incluye principalmente una unidad receptora, una unidad de extracción, y una unidad de desasignación. Después de recibir X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces una velocidad de referencia usando X módulos ópticos, el receptor extrae por separado un indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde $m_i \geq 1$, $X \geq 2$, y una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y luego el receptor desasigna las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener una señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_X = n$.

45 Por medio de esta solución, después de realizar el procesamiento relacionado en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas de m_i veces la velocidad de referencia, el receptor obtiene X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, y el receptor obtiene la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia desasignando las X primeras señales de enlace físico de canal óptico. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia y $m_1 + m_2 + \dots$

+ m_i + ... + m_x = n . Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, la velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. De esta forma, el receptor demodula M señales portadoras ópticas usando X módulos ópticos de baja velocidad existentes, y ya no usa un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a la señal de unidad de canal óptico para realizar la demodulación, reduciendo así los costes de red cuando las unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la demodulación.

Además, si la señal de unidad de canal óptico es una señal ODUK n de unidad de datos de canal óptico, y la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUK n en esta realización de la presente invención es una señal ODUC n de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \times 100$ G. En tal escenario de aplicación, la presente invención puede reducir los costes de red para enviar ODUC n s de velocidades diferentes.

Realización 7

Esta realización de la presente invención, que no está cubierta por el alcance de las reivindicaciones, proporciona un dispositivo de transferencia. Como se muestra en la FIG. 19, el dispositivo de transferencia incluye un transceptor 30, un procesador 31, una memoria 32, y un bus 33 de sistema, donde

el transceptor 30, el procesador 31, y la memoria 32 están conectados a y se comunican entre sí usando el bus 33 de sistema.

El procesador 31 puede ser una unidad central de procesamiento de un solo núcleo o de múltiples núcleos, o un circuito integrado específico de la aplicación, o uno o más circuitos integrados configurados para implementar esta realización de la presente invención.

La memoria 32 puede ser una memoria de acceso aleatorio (en inglés, Random Access Memory, RAM) de alta velocidad, y puede ser una memoria no volátil (en inglés, Non-volatile Memory), por ejemplo, al menos un almacenamiento de disco magnético.

Específicamente, el dispositivo de transferencia en esta realización de la presente invención puede ser un dispositivo de envío, o puede ser un dispositivo receptor. El dispositivo de transferencia puede asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico, realizar el procesamiento relacionado en las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, y enviar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico procesadas. Alternativamente, el dispositivo de transferencia puede desasignar X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas para obtener una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia.

Específicamente, el procesador 31 está configurado para asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, $n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$ y

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

;

configurado para añadir una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

configurado para modular las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

Específicamente, el transceptor 30 está configurado para enviar las X segundas señales de enlace físico de canal óptico moduladas por el procesador 31.

Además, el procesador 31 está configurado específicamente para dividir la señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces la velocidad de referencia en X grupos preestablecidos; y

configurado específicamente para asignar los X grupos de señales de unidad de canal óptico a las X primeras señales de enlace físico de canal óptico en una forma de correspondencia uno a uno, y en una forma de asignación preestablecida, donde la forma de asignación preestablecida es asignación síncrona de bits o asignación asíncrona.

Además, el procesador 31 está configurado además para: antes de modular las X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando los X módulos ópticos preestablecidos en la forma de correspondencia uno a uno, realizar el

procesamiento de codificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico.

Además, cada una de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tiene una m_i diferente; o

- 5 cualquier j de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia tienen una misma m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

Además, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia.

- 10

Además, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OPUKn de unidad de carga útil de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una primera señal OTUK m_i de unidad de transporte de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia.

- 15 Además, si la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia es una señal OTUKn de unidad de transporte de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, la primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia es una trama FEC cuya área de carga útil es una OTUK m_i de m_i veces la velocidad de referencia.

Además, si la velocidad de referencia es 100 G,

- 20 la señal ODUKn es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G, la señal OTUK m_i es señal OTUC m_i de unidad de transporte de canal óptico de una velocidad de $m_i \cdot 100$ G, y la señal OTUKn es una señal OTUCn de una velocidad de $n \cdot 100$ G.

Además, el transceptor 30 está configurado además para recibir X segundas señales de enlace físico de canal óptico usando X módulos ópticos, donde una velocidad de la segunda señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces una velocidad de referencia, $m_i \geq 1$ y $X \geq 2$.

- 25

Además, el procesador 31 está configurado además para extraer por separado una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, donde la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada segunda señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de una primera señal de enlace físico de canal óptico que corresponde a la segunda señal de enlace físico de canal óptico, y una velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

- 30

configurado para desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico, para obtener una señal de

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, y

- 35 Además, el procesador 31 está específicamente configurado para desasignar las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de una forma de desasignación preestablecida, para obtener X grupos de señales de unidad de canal óptico, donde la forma de desasignación preestablecida es desasignación síncrona de bits o desasignación asíncrona, y una velocidad de cada grupo de señales de unidad de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia; y

configurado específicamente para combinar los X grupos de señales de subtrama de unidad de canal óptico, para generar la señal de unidad de canal óptico de n veces la velocidad de referencia.

- 40

Además, el procesador 31 está configurado además para: antes de extraer por separado la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada una de las X segundas señales de enlace físico de canal óptico, para obtener X primeras señales de enlace físico de canal óptico, realizar la decodificación FEC de corrección de errores hacia adelante en las X segundas señales de enlace físico de canal óptico recibidas por la unidad receptora.

- 45 Esta realización de la presente invención proporciona un dispositivo de transferencia. Después de asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, el dispositivo de transferencia añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$,
- 50

$X \geq 2$, $m_i \geq 1$, $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$, y la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y luego el dispositivo de transferencia modula y envía las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

Por medio de esta solución, una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia ya no se asigna a una primera señal de enlace físico de canal óptico de una misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico, sino que se asigna a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia, y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$. Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, en la presente invención, la señal de unidad de canal óptico se descompone en X señales de baja velocidad. Posteriormente, las X señales de baja velocidad se modulan y envían usando X módulos ópticos preestablecidos. Por medio de la presente invención, se pueden usar X módulos ópticos de baja velocidad existentes para modular X señales, y un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a una señal de unidad de canal óptico ya no se usa para modulación, reduciendo así los costes de red cuando unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación.

Además, si la señal de unidad de canal óptico es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico, y la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn en esta realización de la presente invención es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G. En tal escenario de aplicación, la presente invención puede reducir los costes de red para enviar ODUCns de velocidades diferentes.

Realización 8

Esta realización de la presente invención, que no está cubierta por el alcance de las reivindicaciones, proporciona un sistema de transmisión de señales. Como se muestra en la FIG. 20, el sistema incluye el transmisor 3 que tiene cualquiera de las características anteriores y el receptor 4 que tiene cualquiera de las características anteriores.

Esta realización de la presente invención proporciona un sistema de transmisión de señales. Después de asignar una señal de unidad de canal óptico a transmitir de n veces una velocidad de referencia a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, un transmisor añade una sobrecarga de indicador de secuencia de enlace a cada primera señal de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia de las X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, para generar X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia, donde $n \geq 2$, $X \geq 2$, $m_i \geq 1$, $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$, y la sobrecarga de indicador de secuencia de enlace de cada primera señal de enlace físico de canal óptico se usa para indicar un orden de la primera señal de enlace físico de canal óptico, y luego el transmisor modula y envía las X segundas señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia usando X módulos ópticos preestablecidos en una forma de correspondencia uno a uno.

Por medio de esta solución, una señal de unidad de canal óptico de n veces una velocidad de referencia ya no se asigna a una primera señal de enlace físico de canal óptico de una misma velocidad que la señal de unidad de canal óptico, sino que se asigna a X primeras señales de enlace físico de canal óptico de m_i veces la velocidad de referencia. La velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es m_i veces la velocidad de referencia y $m_1 + m_2 + \dots + m_i + \dots + m_x = n$. Por lo tanto, la velocidad de la primera señal de enlace físico de canal óptico es menor que la velocidad de la señal de unidad de canal óptico. Es decir, en la presente invención, la señal de unidad de canal óptico se descompone en X señales de baja velocidad. Posteriormente, las X señales de baja velocidad se modulan y envían por X módulos ópticos preestablecidos. Por medio de la presente invención, se pueden usar X módulos ópticos de baja velocidad existentes para modular X señales, y un módulo óptico que coincide con una velocidad correspondiente a una señal de unidad de canal óptico ya no se usa para modulación, reduciendo así los costes de red cuando unidades de canal óptico de velocidades diferentes deben usar módulos ópticos de velocidades diferentes para realizar la modulación.

Además, si la señal de unidad de canal óptico es una señal ODUKn de unidad de datos de canal óptico, y la velocidad de referencia es 100 G, la señal ODUKn en esta realización de la presente invención es una señal ODUCn de unidad de datos de canal óptico de una velocidad de $n \cdot 100$ G. En tal escenario de aplicación, la presente invención puede reducir los costes de red para enviar ODUCns de velocidades diferentes.

Una persona experta en la técnica puede entender claramente que, con el propósito de una descripción breve y conveniente, la división de los módulos de función anteriores se toma como un ejemplo a modo de ilustración. En la aplicación real, las funciones anteriores pueden asignarse a módulos de función diferentes e implementarse según un requisito, es decir, una estructura interna de un aparato se divide en módulos de función diferentes para implementar todas o algunas de las funciones descritas anteriormente. Para un proceso de trabajo detallado del sistema, aparato, y unidad anteriores, se puede hacer referencia a un proceso correspondiente en las realizaciones del método anteriores, y los detalles no se describen en esta memoria nuevamente.

5 En las diversas realizaciones proporcionadas en esta solicitud, debe entenderse que el sistema, aparato, y método descritos se pueden implementar de otras formas. Por ejemplo, la realización del aparato descrita es meramente ejemplar. Por ejemplo, la división de módulo o unidad es simplemente división de función lógica y puede ser otra división en la implementación real. Por ejemplo, una pluralidad de unidades o componentes pueden combinarse o integrarse en otro sistema, o algunas características pueden ignorarse o no realizarse. Además, los acoplamientos mutuos mostrados o discutidos o acoplamientos directos o conexiones de comunicación pueden implementarse usando algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o conexiones de comunicación entre los aparatos o unidades pueden implementarse en formas electrónicas, mecánicas u otras.

10 Las unidades descritas como partes separadas pueden estar o no físicamente separadas. Las partes mostradas como unidades pueden ser o no unidades físicas, y pueden estar ubicadas en una posición o pueden estar distribuidas en una pluralidad de unidades de red. Algunas o todas las unidades pueden seleccionarse según las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

15 Además, las unidades funcionales en las realizaciones de la presente invención pueden integrarse en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede existir sola físicamente, o dos o más unidades están integradas en una unidad. La unidad integrada puede implementarse en forma de hardware, o puede implementarse en una forma de una unidad funcional de software.

20 Un experto en la técnica puede comprender que todos o algunas de las etapas de las realizaciones del método pueden implementarse por un programa que dé instrucciones al hardware relevante. El programa puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan las etapas de las realizaciones del método. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar código de programa, tal como una ROM, una RAM, un disco magnético, o un disco óptico.

25 Las descripciones anteriores son simplemente realizaciones específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación o reemplazo que un experto en la técnica pueda descubrir fácilmente dentro del alcance técnico descrito en la presente invención caerá dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de envío de señales, que comprende:

asignar (S101) una señal de unidad de transporte óptico, OTUKn, a X tramas de corrección de error hacia adelante, FEC, donde una velocidad de la señal OTUKn es n veces una velocidad de referencia, una velocidad de un área de

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

5 carga útil de cada una de las X tramas FEC es m_i veces la velocidad de referencia y $n \geq 2$, $X \geq 2$, n , m_i y X son números enteros positivos, donde la velocidad de referencia es de 100 gigabits por segundo, Gbps, o de 40 Gbps;

añadir (S102) un indicador de secuencia de enlace a cada una de las X tramas FEC, donde el indicador de secuencia de enlace de cada una de las X tramas FEC se usa para indicar un orden de las X tramas FEC; y

10 enviar (S103) las X tramas FEC usando X módulos ópticos, respectivamente, donde una velocidad de cada uno de los X módulos ópticos se corresponde con una velocidad de cada una de las X tramas FEC.

2. El método de envío de señales según la reivindicación 1, donde la asignación de una señal OTUKn a las X tramas FEC comprende:

dividir la señal OTUKn en X grupos; y

15 asignar los X grupos de la señal OTUKn a las X tramas FEC, respectivamente, usando un procedimiento de asignación síncrona de bits.

3. El método de envío de señales según la reivindicación 1, donde la asignación de una señal OTUKn a las X tramas FEC comprende:

dividir la señal OTUKn en X grupos; y

20 asignar los X grupos de la señal OTUKn a las X tramas FEC, respectivamente, usando un procedimiento de asignación asíncrona de bits.

4. El método de envío de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde antes de enviar las X tramas FEC usando los X módulos ópticos, respectivamente, el método de envío de señales comprende, además:

realizar una codificación FEC en las X tramas FEC.

25 5. El método de envío de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde cualesquiera j de las X tramas FEC tienen un mismo m_i , donde $2 \leq j \leq X$.

6. El método de envío de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde cada una de las X tramas FEC tiene una m_i diferente.

30 7. El método de envío de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el método de envío de señales comprende, además:

añadir un indicador de grupo de enlace a cada una de las X tramas FEC, el indicador de grupo de enlace se usa para indicar si las X tramas FEC tienen una misma fuente.

8. Un dispositivo de envío de señales, que comprende:

35 medios para asignar una señal de unidad de transporte óptico, OTUKn, a X tramas de corrección de error hacia adelante, FEC, donde una velocidad de la señal OTUKn es n veces una velocidad de referencia, una velocidad de un área de carga útil de cada una de las X tramas FEC es m_i veces la velocidad de referencia y $n \geq 2$, $X \geq 2$,

$$\sum_{i=1}^X m_i = n$$

n , m_i y X son números enteros positivos, la velocidad de referencia es de 100 gigabits por segundo, Gbps, o de 40 Gbps;

40 medios para añadir un indicador de secuencia de enlace a cada una de las X tramas FEC, donde el indicador de secuencia de enlace de cada una de las X tramas FEC se usa para indicar un orden de las X tramas FEC; y

X módulos ópticos para enviar las X tramas FEC, respectivamente, donde una velocidad de cada uno de los X módulos ópticos se corresponde con una velocidad de cada una de las X tramas FEC.

9. El dispositivo de envío de señales según la reivindicación 8, donde los medios para asignar una señal OTUKn a las X tramas FEC comprenden:

medios para dividir la señal OTUKn en X grupos; y

5 medios para asignar los X grupos de la señal OTUKn a las X tramas FEC, respectivamente, usando un procedimiento de asignación síncrona de bits.

10. El dispositivo de envío de señales según la reivindicación 8, donde los medios para asignar una señal OTUKn a las X tramas FEC comprenden:

medios para dividir la señal OTUKn en X grupos; y

10 medios para asignar los X grupos de la señal OTUKn a las X tramas FEC, respectivamente, usando un procedimiento de asignación asíncrona de bits.

11. El dispositivo de envío de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, donde el dispositivo comprende, además:

medios para realizar una codificación FEC en las X tramas FEC.

15 12. El método de envío de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, donde cualesquiera j de las X tramas FEC tienen un mismo m_j , donde $2 \leq j \leq X$.

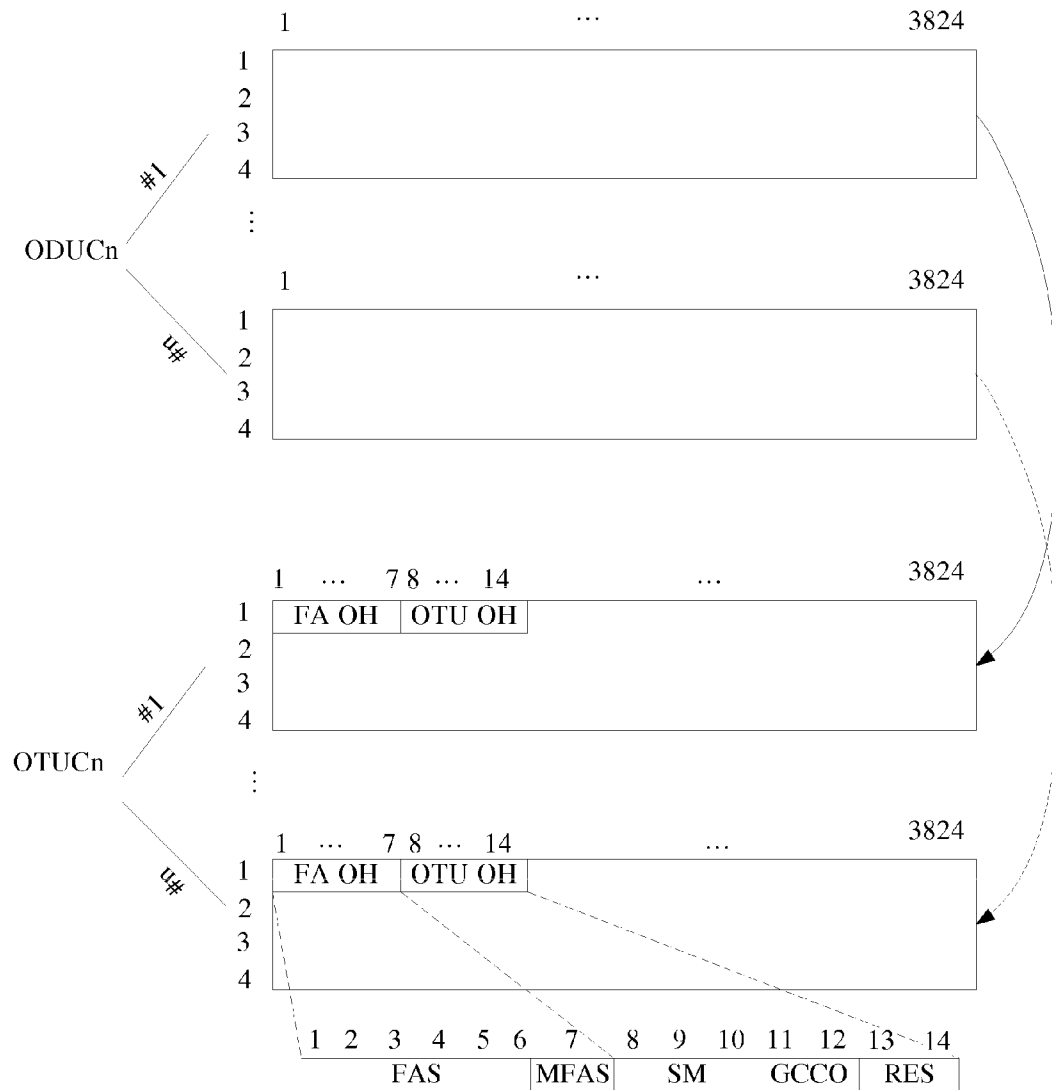


FIG. 1

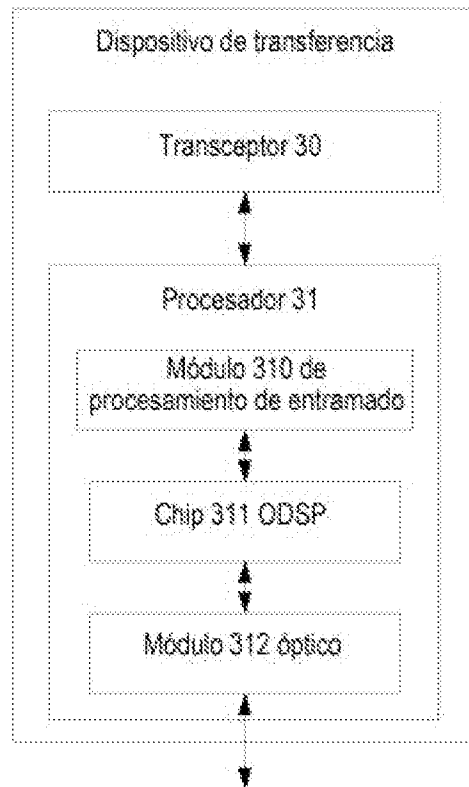


FIG. 2

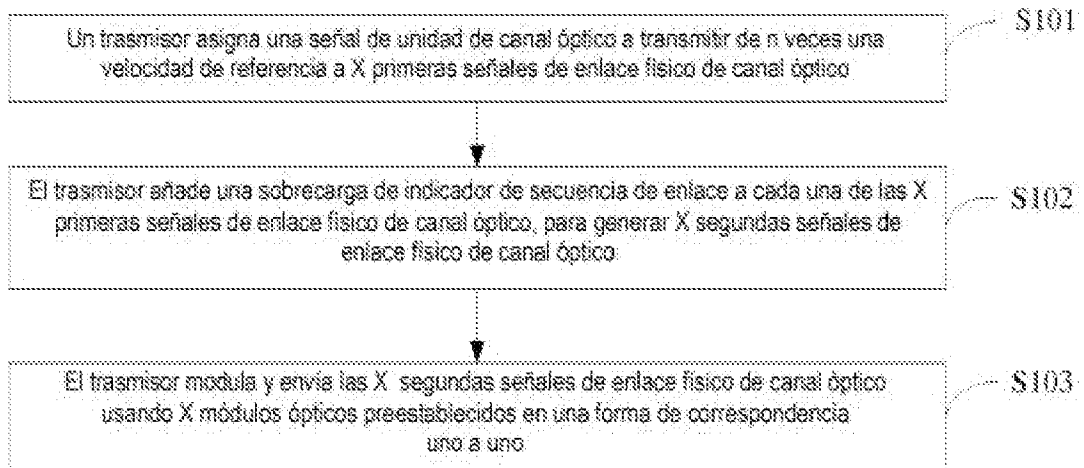


FIG. 3

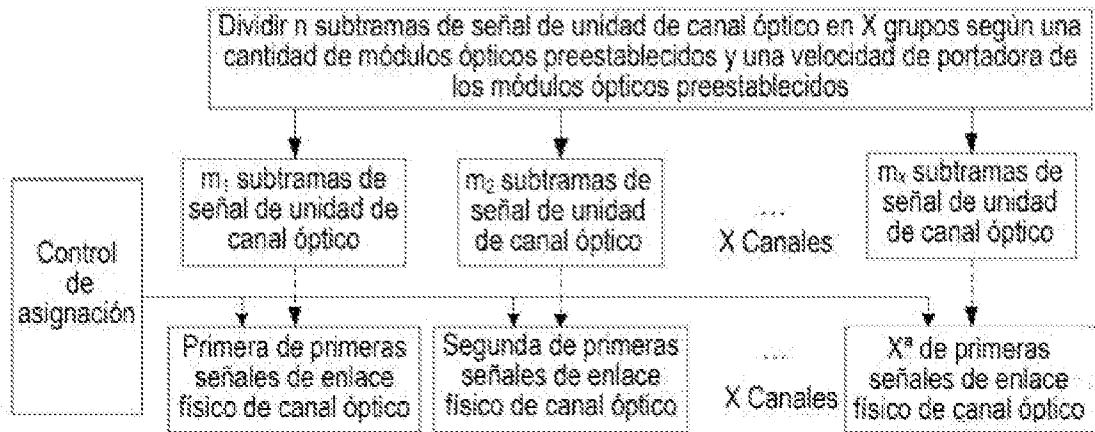
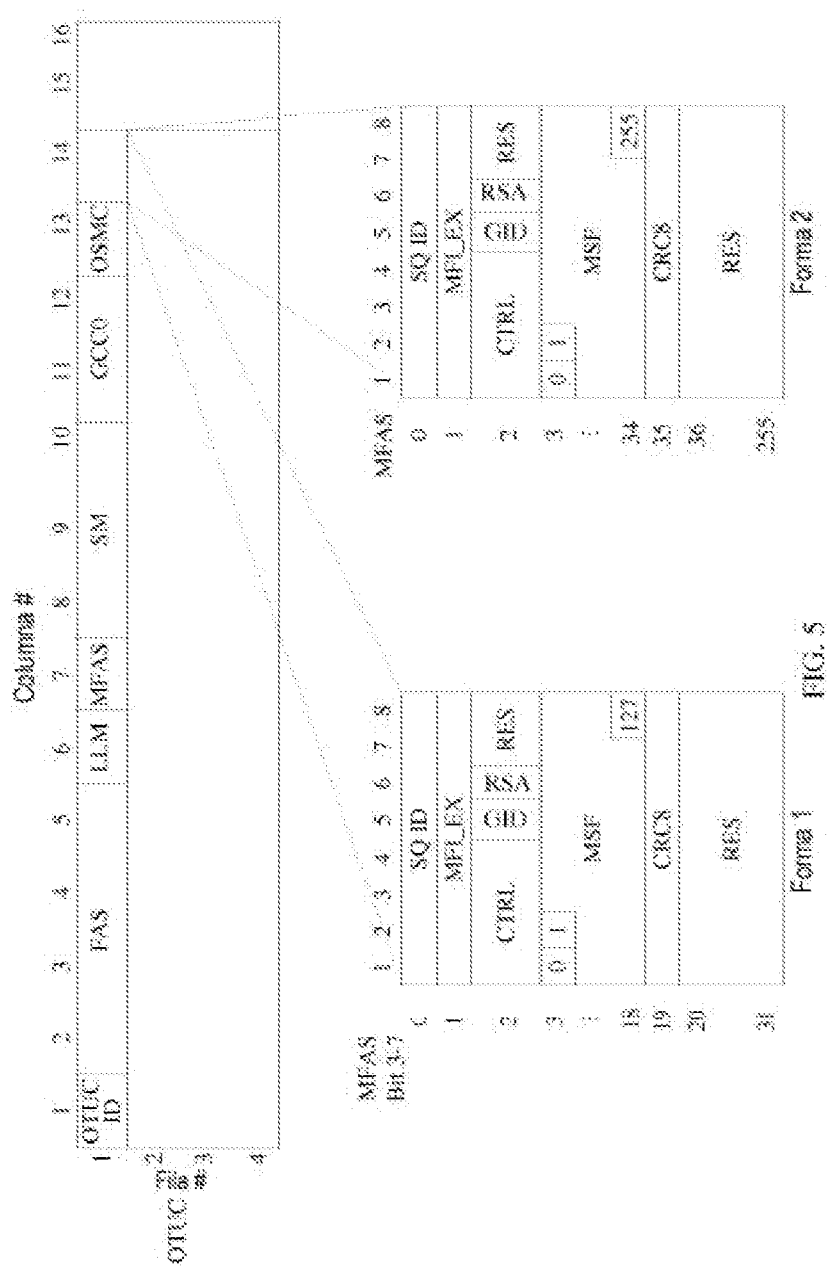


FIG. 4



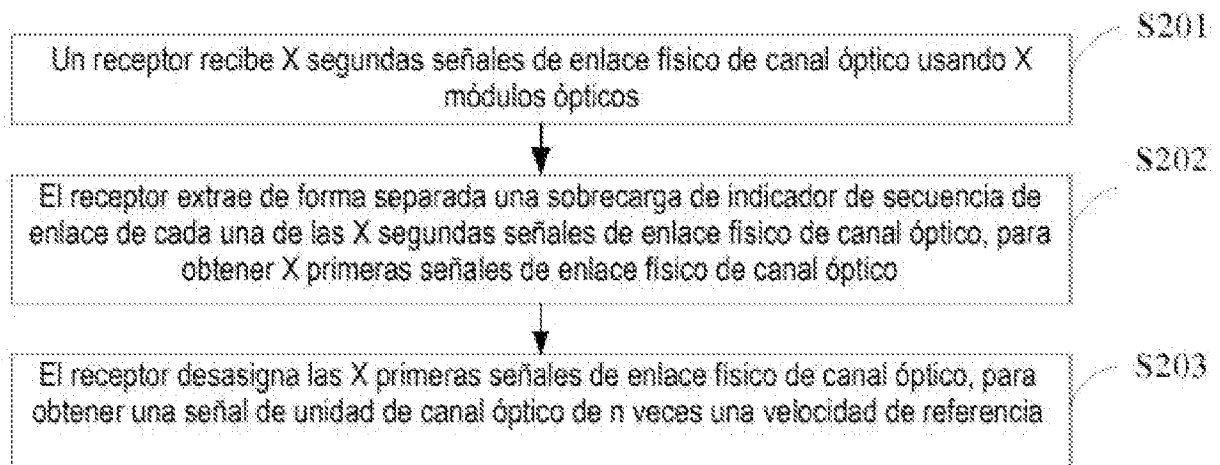


FIG. 6

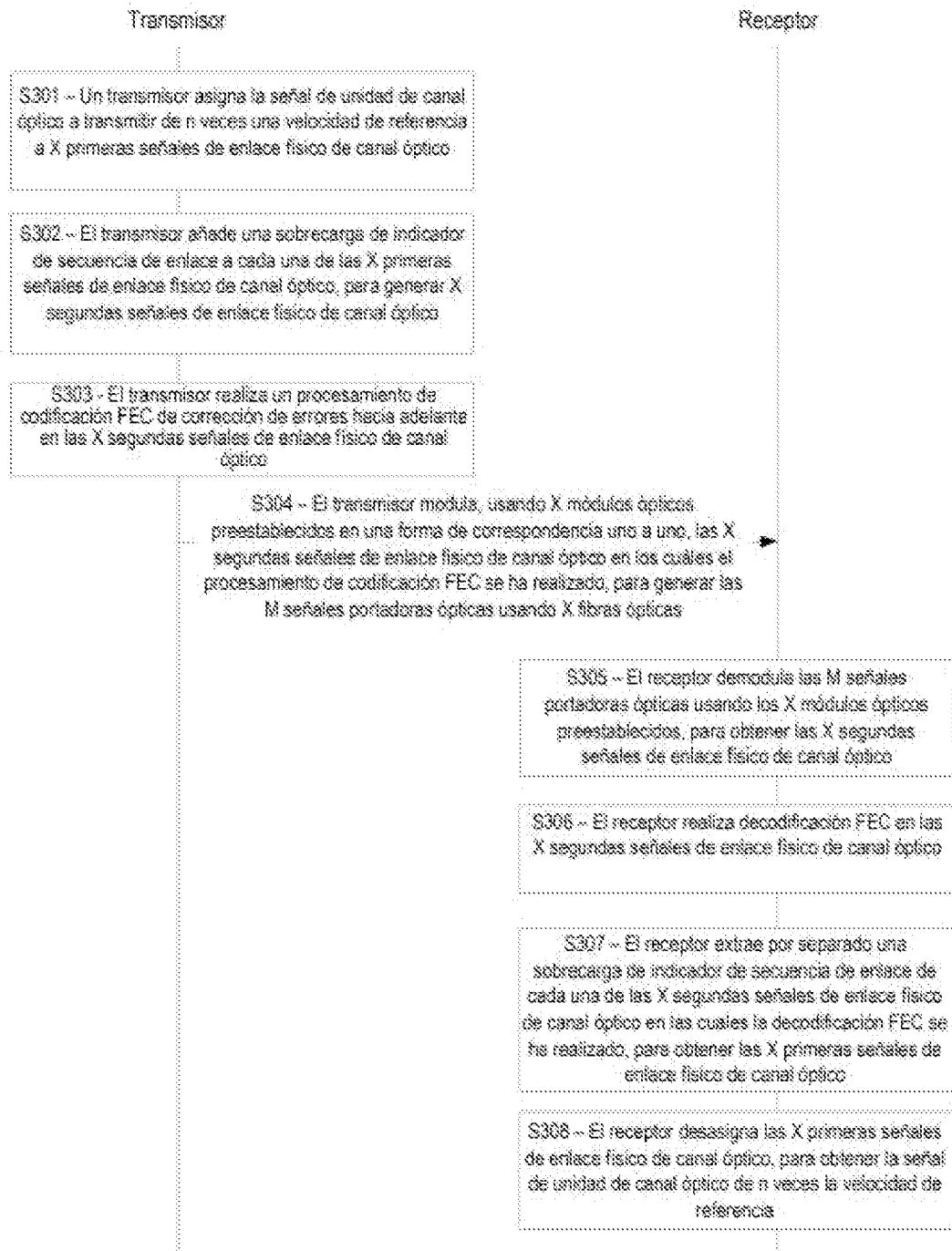


FIG. 7

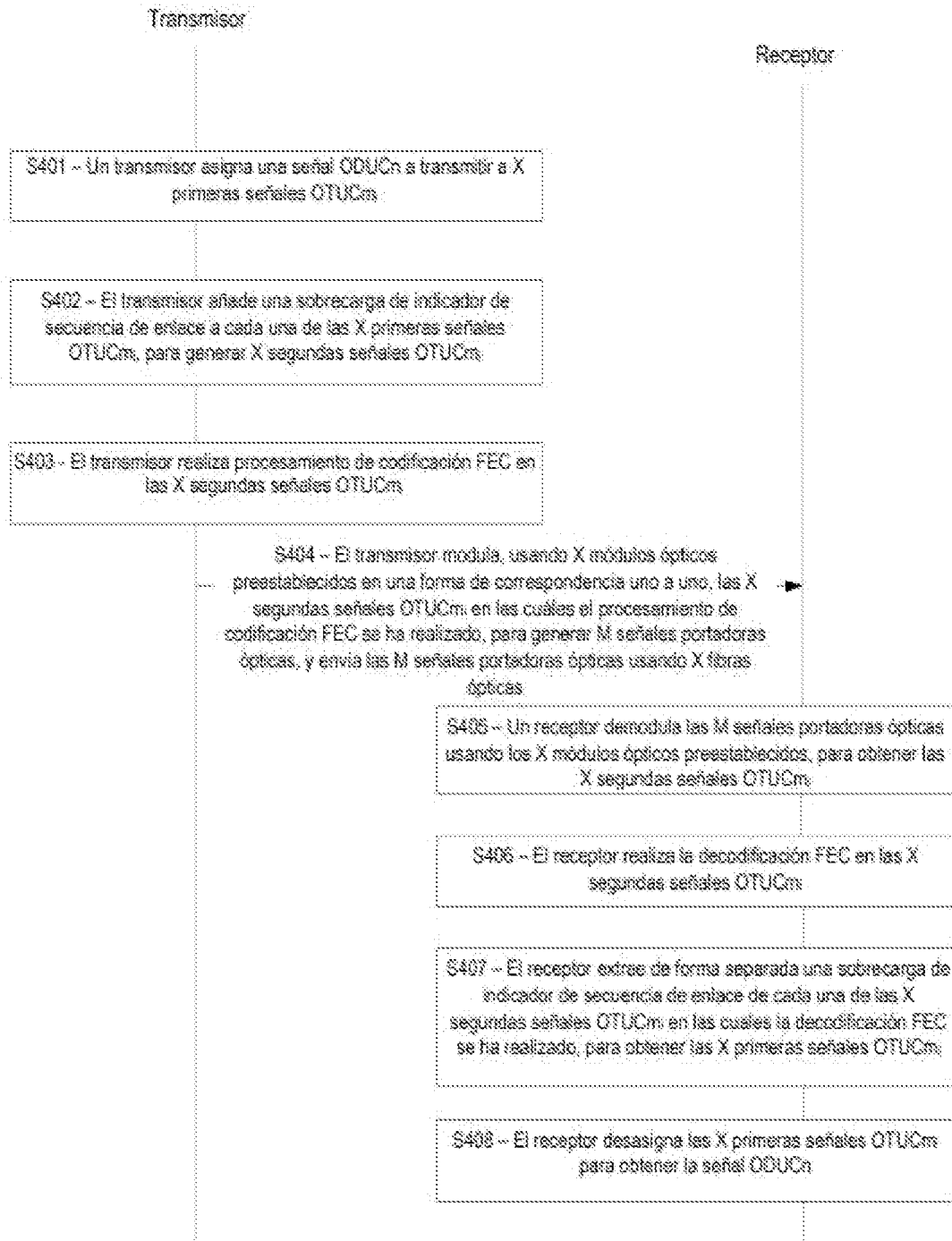


FIG. 8

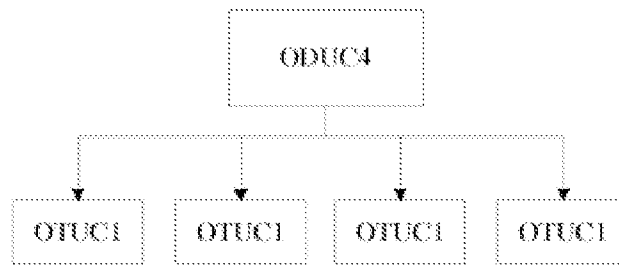


FIG. 9

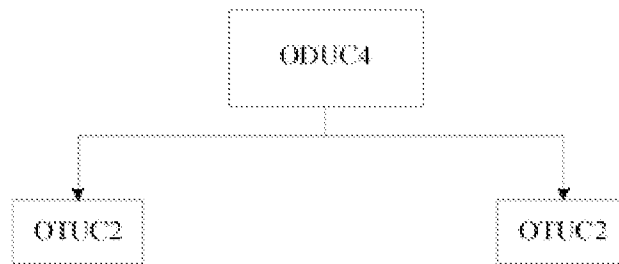


FIG. 10

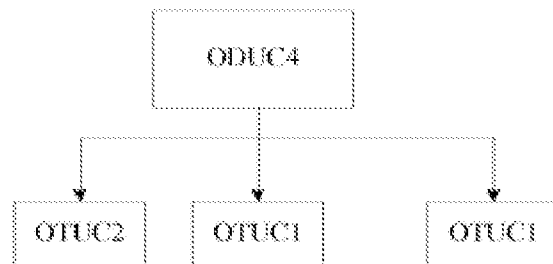
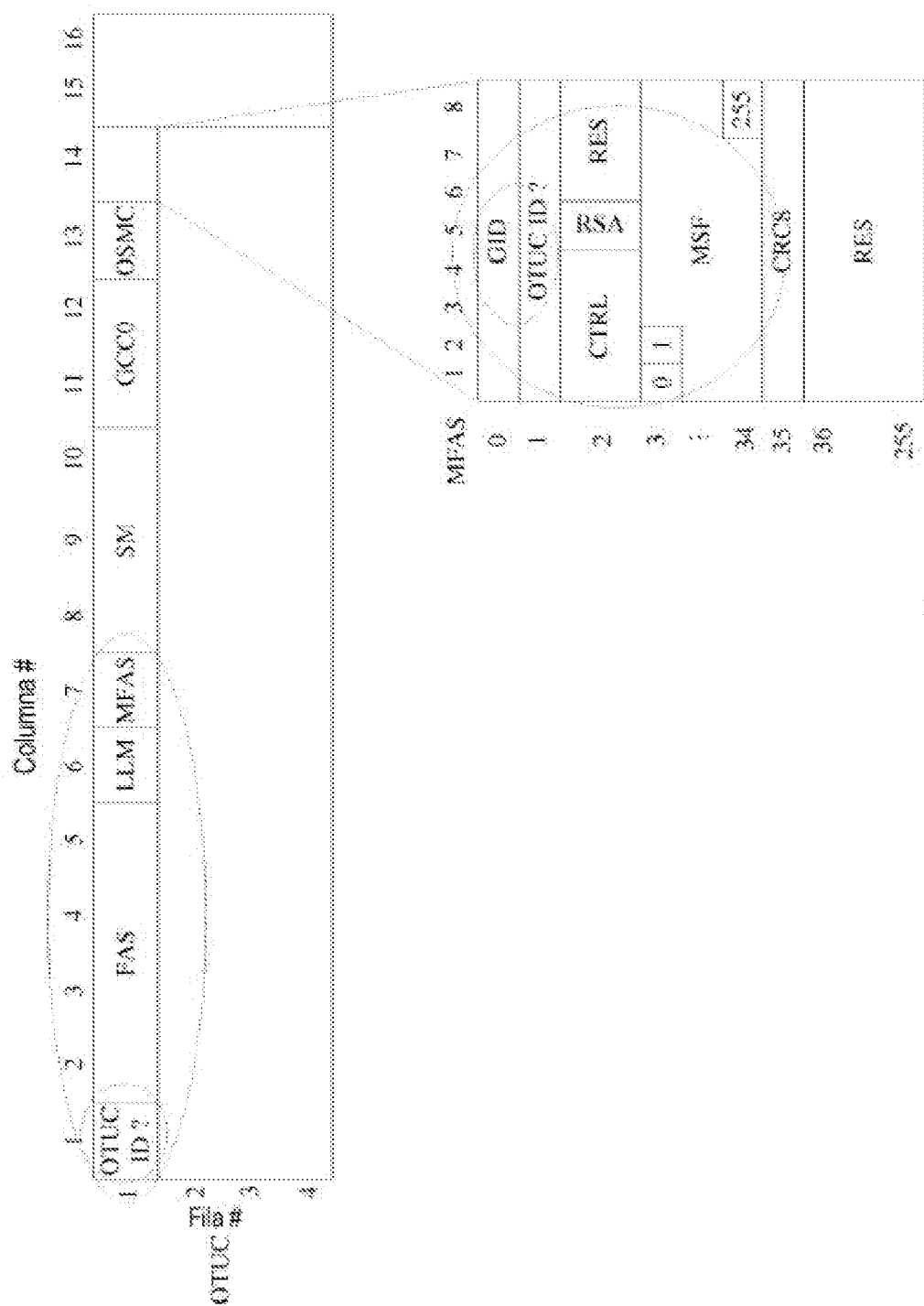


FIG. 11



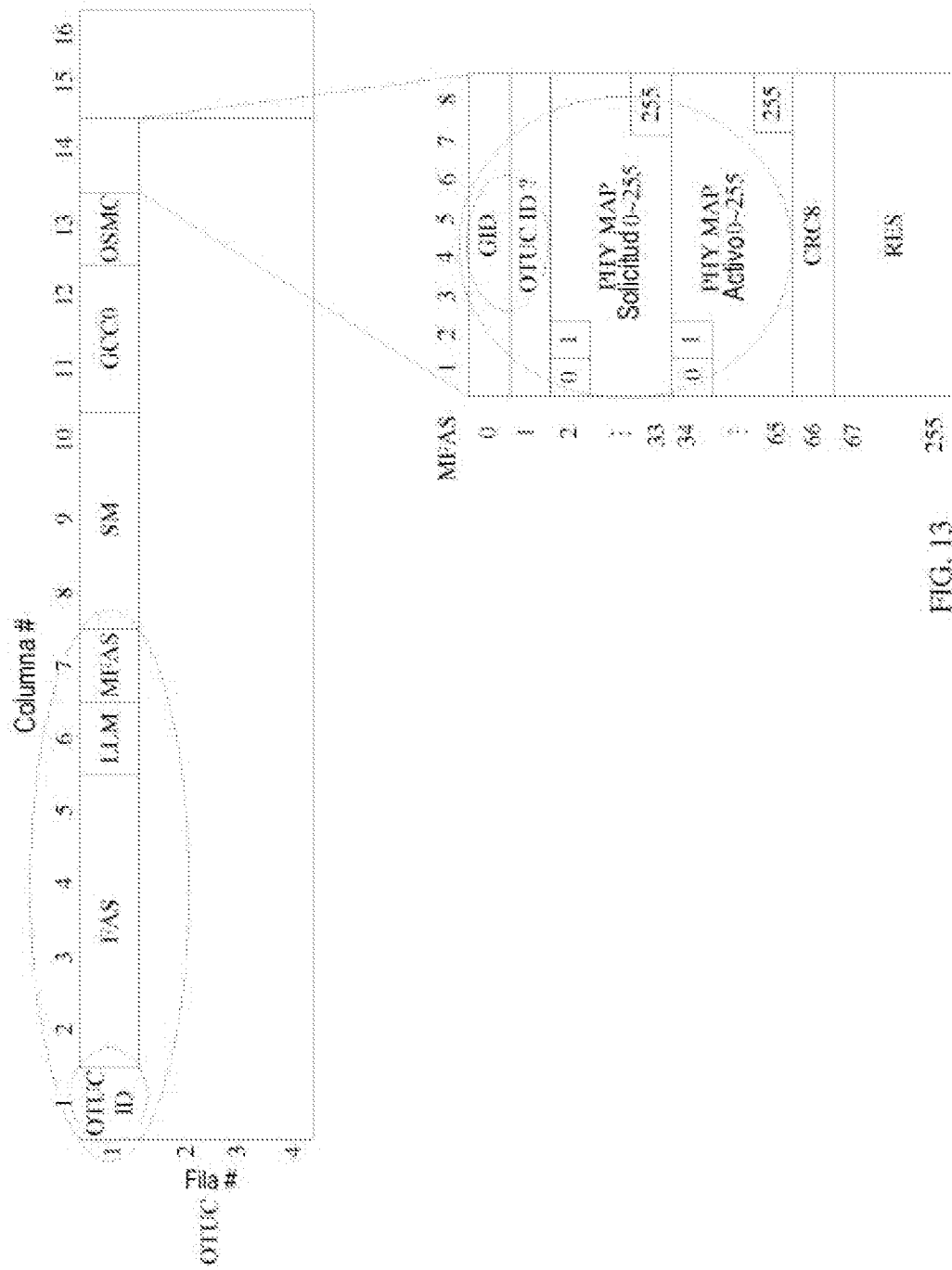
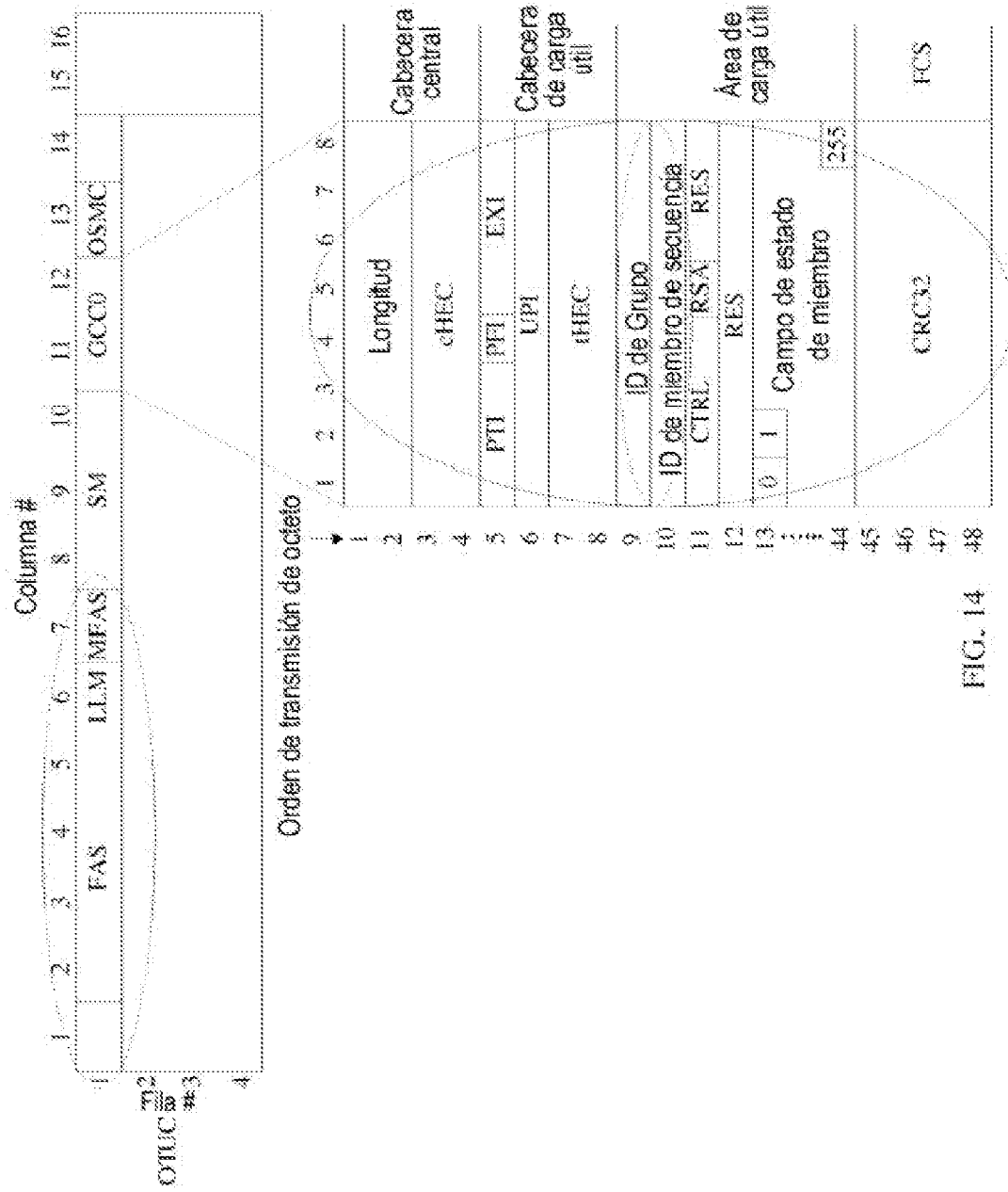


FIG. 13



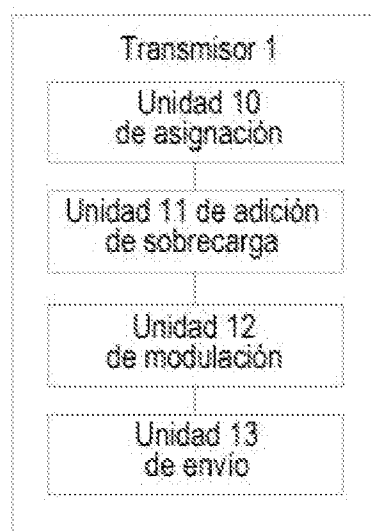


FIG. 15



FIG. 16

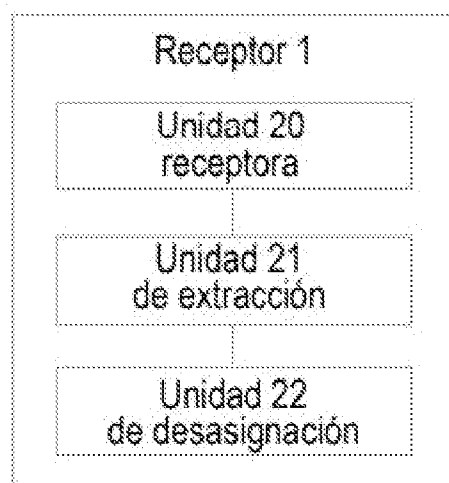


FIG. 17

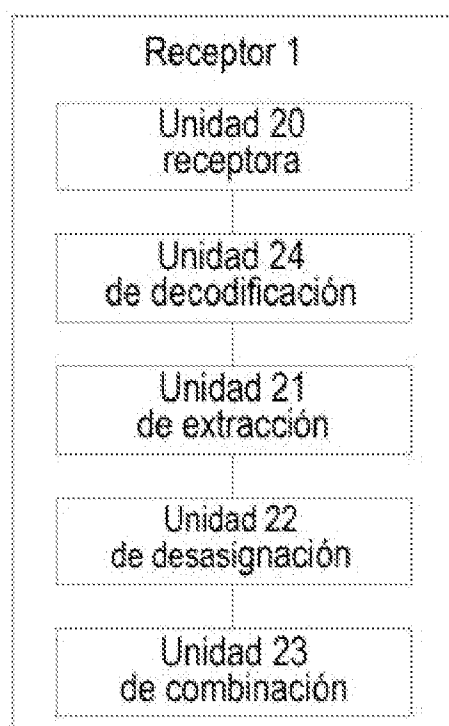


FIG. 18

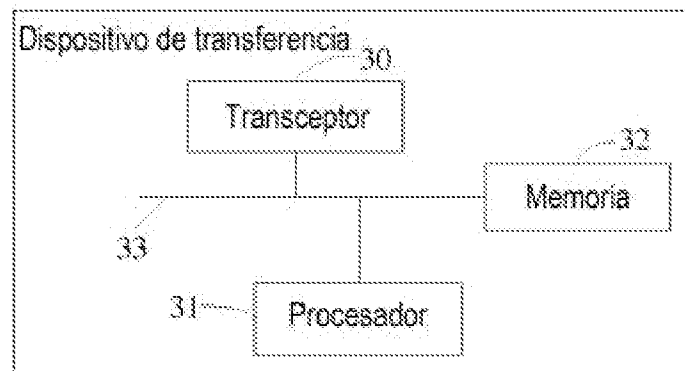


FIG. 19

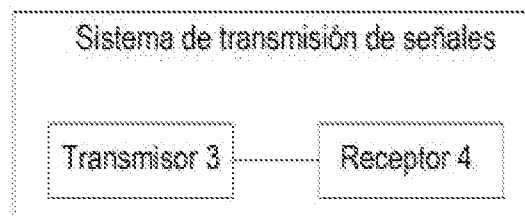


FIG. 20