

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 470**

51 Int. Cl.:  
**H04B 10/12** (2006.01)  
**H04J 3/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05818717 .0**  
96 Fecha de presentación: **14.12.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1826926**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.08.2007**

54 Título: **UN MÉTODO DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA SEÑAL DE TRÁFICO DE CORTA TASA TRANSMITIDA EN UNA RED DE TRANSPORTE ÓPTICA.**

30 Prioridad:  
**14.12.2004 CN 200410103303**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.03.2012**

73 Titular/es:  
**Huawei Technologies Co., Ltd.  
Huawei Administration Building Bantian  
Longgang District, Shenzhen  
Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:  
**ZOU, Shimin**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

**ES 2 376 470 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

Un método de implementación de una señal de tráfico de corta tasa transmitida en una red de transporte óptica.

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a tecnologías de transmisión de datos en una red de transporte óptica (OTN) y, en particular, a un método y un dispositivo para transmitir señales de baja tasa por la OTN.

**Antecedentes de la invención**

10 Buscando el rápido desarrollo de OTN, la Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Estandarización de Telecomunicaciones (ITU-T) ha emitido series de recomendaciones OTN ITU-T G.709, G.798 y G.87X, y hay productos OTN que están entrando en uso comercial. Entre las recomendaciones, G.709, presentada en Febrero de 2001, es de particular importancia y ha establecido el fundamento técnico de la interconexión en red óptica. El núcleo de la recomendación G.709 es una tecnología de envoltura digital en la que se proporciona un formato de trama especial para encapsular señales de clientes en la unidad de carga de pago de una trama y proporcionar un encabezamiento (OH) utilizado para operación, administración, mantenimiento y provisión (OAM&P) en la cabecera de la trama y bytes de corrección de error adelantada (FEC) al final de la trama.

15 El formato de trama estándar adoptado por la envoltura digital es como se muestra en la figura 1. Puede verse que la trama estándar en una tecnología de envoltura digital adopta un formato de trama de 4 filas x 4080 columnas. Las 16 columnas en la cabecera de una trama son bytes OH, las 256 columnas al final de la trama son bytes de verificación FEC y las 3808 columnas en el medio son carga de pago. En los bytes OH de la cabecera de la trama las 7 primeras columnas en la 1ª fila son una señal de alineación de trama (FAS); las columnas 8ª a 14ª son bytes OH de una unidad de transporte de canal óptico de nivel k (OTUK), y valores diferentes de k corresponden a modos de transmisión diferentes de tasas diferentes; las 14 primeras columnas en las filas 2ª a 4ª son bytes OH de una unidad de datos de canal óptico de nivel k (ODUK), y la 15ª columna y la 16ª columna son bytes OH de una unidad de carga de pago de canal óptico (OPUK), en donde k = 1 o 2 o 3. El 7º en la FAS es una señal de alineación multitrama (MFAS) utilizada para indicar la asignación OH cuando se transportan múltiples señales de cliente en un modo TDM.

Los bytes OH de OTUK proporcionan funciones de vigilancia para el estado de señales transmitidas entre los puntos de regeneración 3R (reamplificación, reconfiguración y retemporización) en la OTN, incluyendo tres porciones: los bytes de encabezamiento para vigilancia de sección (SM), los bytes de encabezamiento para el canal de comunicación general interterminales 0 (GCC0) y los bytes reservados (RES).

30 El OH de ODUK proporciona vigilancia de conexión en tándem, supervisión de ruta de extremo a extremo y adaptación de señales de cliente, así como una gran cantidad de bytes de encabezamiento (columna 1 a 14 de las filas 2-4) para conseguir las funciones anteriores, incluyendo bytes para OH de vigilancia de ruta (PM), OH de vigilancia de conexión en tándem (TCM), OH de GCC 1 (canal de comunicación general 1) y OH de GCC 2, OH de conmutación de protección automática/canal de comunicación de protección (APS/PCC), mensaje de tipo de defecto y localización de defecto (FTFL) y OH experimental (EXP).

Una OPUK consiste en una carga de pago, en la que se mapean señales de cliente, y un OH asociado que incluye un identificador de estructura de carga de pago (PSI), bytes de justificación y un encabezamiento específico de mapeado; el valor del PSI va de 0 a 255 según la indicación de una MFAS, y el PSI[0] indica el tipo de carga de pago (PT) de una señal de cliente y los bytes restantes son bytes reservados (RES) para una futura extensión.

40 Una OTN es una tecnología de alto rango para la transmisión de capa inferior en una red futura y la clave para la aplicación optimizada de la OTN incluye señales de diversos niveles de tasa sobre la OTN y tecnologías de transporte y mapeado correspondientes. Las señales de alta tasa pueden mapearse directamente en señales de niveles de tasa correspondientes para su transmisión adoptando una ODUK/OPUK/OTUK proporcionada por la tecnología de envoltura digital, y se pueden realizar así el enlace ascendente/enlace descendente de señal y la gestión de señal. Con respecto a señales de baja tasa, dado que es imposible una adaptación de tasa directa, deberán buscarse planes adicionales para mapear y multiplexar las señales de baja tasa en la ODUK/OPUK/OTUK de diversos niveles de tasa, así como para resolver los problemas en eficiencia de transmisión, prestaciones de transmisión, complejidad del equipo, coste de operación, etc.

En el presente, existen los tres métodos siguientes para mapear señales de cliente en la OTN.

50 (1) Mapeado de señales de CBR (tasa de bits constante) 2G5, CBR10G y CBR40G en una OPUK: señales de tasa de bits constante de CBR2G5 – 2488320 kbit/s  $\pm$  20 ppm, por ejemplo STM-16; señales de tasa de bits constante de CBR10G – 9953280 kbit/s  $\pm$  20 ppm, por ejemplo STM-64; señales de tasa de bits constante de CBR40G – 39813120 kbit/s  $\pm$  20 ppm, por ejemplo STM-256. El mapeado puede realizarse según dos modos diferentes (asíncrono y síncrono en bits). En el modo asíncrono no se asocia un reloj local con señales de cliente y se utiliza un

esquema de justificación positiva/negativa/cero. En el modo síncrono en bits se usa el reloj derivado de señales de cliente.

5 (2) Mapeado de señales de modo de transferencia asíncrono (ATM) en una OPUk: se crea una corriente de células ATM de tasa de bits constante con una capacidad idéntica al área de carga de pago de la OPUk multiplexando células ATM para que sean mapeadas en la OPUk, en donde se adapta la tasa insertando células vacías o descartando células durante el multiplexado. El campo de información de células ATM deberá encriptarse durante el mapeado.

10 (3) Mapeado de tramas GFP (procedimiento de tramado general) en una OPUk: mapeado de tramas GFP en una corriente de bits continua coincidente con la OPUk insertando tramas vacías en la etapa de encapsulación GFP, y se realiza también un encriptado durante la encapsulación. Se pueden mapear también otras señales en la OPUk, tal como señales de cliente, señales de ensayo y señales comunes de corriente de bits de cliente.

15 Según la recomendación OTN en la actualidad, se consigue una solución de señales de datos adaptando unidades de datos a una OPUk por medio de un GFP, lo que es adecuado para señales de alta tasa; pero con respecto a señales de tasa, por ejemplo señales CBR155/CBR622 en señales Gigabyte Ethernet (GE), señales de conexión de fibras (FC) y red de área metropolitana (MAN), la solución trae muchos problemas a la transmisión de señales de baja tasa por la OTN, incluyendo baja utilización de ancho de banda, baja eficiencia de transmisión, pobres prestaciones en transmisión transparente de enlace ascendente y enlace descendente y gestión de extremo a extremo, dificultades en el mantenimiento de las líneas, dispositivos complicados gran volumen de cálculo, alto coste, etc.

20 Dado que la granularidad de despacho más pequeña de una OTN es el nivel 2,5G (para k diferente, la tasa es: 2,5G cuando k = 1, 10G cuando k = 2 y 40G cuando k = 3); en la técnica anterior se adaptan señales de baja tasa, tales como señales GE, a una OPU1 y luego se las despacha por una ODU1, lo que da como resultado una tasa desparejada y un derroche de recursos de ancho de banda. Cuando se adaptan dos señales GE a una concatenación virtual de jerarquía digital síncrona (SDH) VC-7V a través de un GFP, se multiplexan estas señales en una señal STM-16 y se las mapea en una OPUk/OTN, la función de despacho de una ODUk en una OTN no puede actuar sobre señales GE y se añadirá un proceso de concatenación virtual extra sobre la capa SDN; cuando se adaptan dos señales GE a una parte de una ODU1, la función de vigilancia de prestación de la ODU1 puede reconocer la prestación de error de una sola señal GE. Tal práctica hace imposible implementar una transmisión transparente de enlace ascendente y enlace descendente y una gestión de extremo a extremo para señales individuales de baja tasa y se incrementará también en gran medida la complejidad del sistema.

35 Una diversidad de señales de baja tasa, por ejemplo señales GE y FC como tipo de señales de cliente, continuará existiendo en redes troncales y en MANs durante mucho tiempo, especialmente en redes troncales. Una tecnología de transmisión OTN es una de las tecnologías claves para transmisión de capa inferior en el futuro y, por tanto, es urgente encontrar un modo de habilitar la transmisión transparente de señales de baja tasa de nivel GE por la OTN, la gestión de extremo a extremo de señales de baja tasa el enlace ascendente y descendente flexible de señales en nodos intermedios.

40 La solicitud de patente EP 1657839 A1, publicada el 17 de Mayo de 2006 y que reivindica la fecha de prioridad del 12 de Diciembre de 2004, expone un método para transmitir señales Ethernet de 1 Gbit/s por la OTN utilizando la jerarquía de transporte óptico especificada por ITU-T G.709. Define una nueva identidad OTH mencionada como ODU-0 con una capacidad de aproximadamente 1,22 Gbit/s. Se pueden mapear señales Ethernet de 1 Gbit/s en la ODU-0 utilizando técnicas de encapsulación GFP-T especificadas en Rec. G.7041.

45 El documento WO 2006/021157 A, publicado el 2 de Marzo de 2006 y que reivindica la fecha de prioridad del 26 de Agosto de 2004, describe un método y un dispositivo para transmitir señales de baja velocidad en la OTN, en los que se transmite al mismo tiempo un solo tipo de señales de baja velocidad. El documento WO 2006/015549 A, publicado el 16 de Febrero de 2006 y que reivindica la fecha de prioridad del 11 de Agosto de 2004, se refiere también a una transmisión de señales de baja tasa en la OTN, en la que se transmite al mismo tiempo un solo tipo de señales de baja velocidad.

El documento US 2003/0048813 A1 se refiere a un método para mapear y multiplexar señales de tasa de bits constante (CBR) en tramas de una red de transporte óptica (OTN).

## 50 **Sumario de la invención**

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método y un dispositivo para transmitir señales de baja tasa por una red de transporte óptica, que permitirán que la red de transporte óptica soporte mapeado, multiplexado y transmisión altamente eficiente de señales de baja tasa.

Un método para transmitir señales de baja tasa por una red de transporte óptica incluye:

## ES 2 376 470 T3

adaptar señales de baja tasa en unidades de datos de canal óptico de baja tasa del mismo nivel de tasa que las señales de baja tasa, en donde las señales de baja tasa comprenden señales de tasa de bits constante, CBR, 155M y señales CBR 622M;

- 5 mapear asincrónicamente cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa en una unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, y generar un encabezamiento de justificación utilizado para la adaptación de tasa en cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa; y

formar una unidad de datos de canal óptico de orden superior con dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa y con un encabezamiento de justificación correspondiente a los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa.

- 10 La formación de la unidad de datos de canal óptico de orden superior incluye:

dividir el área de carga de pago de una unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior en dos canales de segmento de tiempo y mapear los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa en los dos canales de segmento de tiempo; y

- 15 mapear el encabezamiento de justificación de cada una de las dos unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior de acuerdo con una señal de alineación multitrama, MFAS.

La división del área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior en el al menos un canal de segmento de tiempo incluye:

- 20 dividir el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior según el tamaño de la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa mínima que puede transmitirse por el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior, y el número de canales de segmento de tiempo es igual al número máximo de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa mínima que pueden transmitirse por el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior.

El método incluye además:

- 25 introducir bytes de control de justificación y bytes de oportunidad de justificación negativa del encabezamiento de justificación en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior, y la localización del encabezamiento de justificación corresponde a un valor presente de la MFAS.

El método incluye además:

- 30 introducir bytes de oportunidad de justificación positiva en el canal de segmento de tiempo correspondiente a la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa.

El método incluye además:

introducir una señal de alineación trama en el área de encabezamiento de la unidad de datos de canal óptica de baja tasa.

El método incluye además:

- 35 introducir un identificador de estructura de carga de pago (PSI) en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior para indicar el tipo y el número de puerto tributario de la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa llevada por el canal de segmento de tiempo correspondiente a un valor MFAS presente.

El método incluye además:

- 40 introducir bytes de relleno fijos en la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa para ajustar la tasa de la unidad de datos de canal óptico de baja tasa, y

mapear cada byte de la unidad de datos de canal óptico de baja tasa en un byte de información de la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa.

El método incluye además:

- 45 introducir una señal de indicación de alarma en la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa en caso de que fallen las señales de baja tasa que se deben transmitir.

La unidad de datos de canal óptico de orden superior comprende una de entre una unidad de datos de canal óptico

de nivel 1, una unidad de datos de canal óptico de nivel 2 y una unidad de datos de canal óptico de nivel 3.

Cuando las señales de baja tasa incluyen señales CBR 155M, la unidad de datos de canal óptico de baja tasa correspondiente comprende una unidad de datos de canal óptico de tipo 155; y

5 cuando las señales de baja tasa comprenden señales CBR 622M, la unidad de datos de canal óptico de baja tasa correspondiente incluye una unidad de datos de canal óptico de tipo 622.

La unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior incluye una de entre una unidad de carga de pago de canal óptico de nivel 1, una unidad de carga de pago de canal óptico de nivel 2 y una unidad de carga de pago de canal óptico de nivel 3; y

10 la tasa del área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior es mayor o igual que el doble de la tasa de la unidad tributaria de datos del canal óptico de baja tasa.

La unidad de datos de canal óptico de baja tasa incluye un área de carga de pago utilizada para transportar las señales de baja tasa y un área de encabezamiento utilizada para vigilar, gestionar y mantener las señales de baja tasa.

El método incluye además:

15 analizar sintácticamente la unidad de datos de canal óptico de orden superior para obtener la al menos una unidad tributaria de canal óptico de baja tasa y el encabezamiento de justificación correspondiente;

analizar sintácticamente la al menos una unidad tributaria de canal óptico de baja tasa para obtener las unidades de datos de canal óptico de baja tasa según el encabezamiento de justificación correspondiente; y

recuperar las señales de baja tasa de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa.

20 Un dispositivo para transmitir señales de baja tasa por una red de transporte óptica incluye:

una primera unidad para adaptar señales de baja tasa en unidades de datos de canal óptico de baja tasa del mismo nivel de tasa que las señales de baja tasa, en donde las señales de baja tasa comprenden señales de tasa de bits constante, CBR, 155M y señales CBR 622M;

25 una segunda unidad para mapear asíncronamente cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa en una unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, y generar un encabezamiento de justificación utilizado para la adaptación de tasa en cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa; y

30 una tercera unidad para formar una unidad de datos de canal óptico de orden superior con dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa y con un encabezamiento de justificación correspondiente a los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa.

La tercera unidad incluye:

una tercera subunidad para dividir el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior en dos canales de segmento de tiempo y para mapear los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa en los dos canales de segmento de tiempo; y

35 una segunda subunidad para mapear el encabezamiento de justificación de cada una de las dos unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior según una señal de alineación multitrama, MFAS.

40 La primera unidad se utiliza, además, para analizar sintácticamente la unidad de datos de canal óptico de orden superior a fin de obtener la al menos una unidad tributaria de canal óptico de baja tasa y el encabezamiento de justificación correspondiente;

la segunda unidad se utiliza, además, para analizar sintácticamente la al menos una unidad tributaria de canal óptico de baja tasa a fin de obtener las unidades de datos de canal óptico de baja tasa según el encabezamiento de justificación correspondiente; y

45 la tercera unidad se utiliza, además, para recuperar las señales de baja tasa de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa.

Puede verse, por comparación, que las diferencias principales entre el esquema técnico según las realizaciones de la presente invención y el esquema técnico de la técnica anterior residen en que: las realizaciones de la presente invención proporcionan un formato de trama de la unidad de datos de canal óptico que está adaptado a señales de

baja tasa y ofrece gestión de extremo a extremo y transmisión transparente de enlace ascendente y enlace descendente, provee una estructura correspondiente de tasa de portadora y área de encabezamiento y propone las estructuras de la unidad tributaria de datos de canal óptico, del grupo de unidades y del encabezamiento de justificación desde la unidad de datos de canal óptico de señales de baja tasa hasta la unidad de datos de canal óptico de orden superior; el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior se divide en múltiples canales de segmento de tiempo utilizados para transportar unidades de datos tributarios de canal óptico de baja tasa en un modo de intercalación de bytes; el encabezamiento de justificación de las unidades de datos tributarios de canal óptico es asignado por medio de MFAS; y se configura la portadora para información relacionada con las señales transportadas por canales de segmento de tiempo; mediante las operaciones anteriores la presente invención mapea múltiples unidades de datos de canal óptico de baja tasa en la carga de pago de unidades de datos de canal óptico de orden superior y resuelve así el problema de una transmisión altamente eficiente de señales de baja tasa por la OTN.

Las nuevas características en el esquema técnico según las realizaciones de la presente invención aportan ventajas significativas: se consigue una vigilancia y gestión de prestaciones de extremo a extremo y una transmisión transparente de enlace ascendente y enlace descendente de señales individuales de baja tasa habilitando unidades de datos de canal óptico dedicadas que están adaptadas a señales de baja tasa para transportar las señales de baja tasa y multiplexando las señales de baja tasa en unidades de datos de canal óptico de orden superior para su ulterior transmisión; por tanto, se refuerzan de manera correspondiente la protección de la red y la capacidad OAM&P de señales de baja tasa y se incrementan notablemente la eficiente de transmisión y la tasa de utilidad del ancho de banda; el simple esquema de mapeado y multiplexado reduce la complejidad del sistema y simplifica las operaciones entre capas, lo que conduce a bajo coste y ligero retardo; y el mecanismo de multiplexado multitrama consigue multiplexado y transmisión híbridos de señales de diferentes tipos. Resumiendo, el esquema técnico de la presente invención mejora las prestaciones de transmisiones de señales de baja tasa por la OTN.

#### **Breve descripción de los dibujos**

- La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra el formato de trama estándar de envoltura digital.
- La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra el formato de trama ODU0 según una realización de la presente invención.
- La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra el proceso de multiplexado de variedades de ODU de baja tasa en ODUk/OPUK de orden superior según una realización de la presente invención.
- La figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra la asignación de bytes de encabezamiento de justificación en diferentes tramas múltiplex según una realización de la presente invención.
- La figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de la transmisión de señales de baja tasa por la OTN según una realización de la presente invención.

#### **Realizaciones de la invención**

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método de mapeado basado en ITU-T G.709 para variedades de señales de baja tasa, incluyendo señales GE, FC, CBR155/622, y para las señales de baja tasa proporcionan unidades de datos de canal óptico de baja tasa x (ODUx) que se adaptan a señales de baja tasa por mapeado y multiplexado en una OPUK, por ejemplo ODU0, ODU155 (llamadas unidades de datos de canal óptico 155), ODU622 (llamadas unidades de datos de canal óptico 622), etc., para conseguir vigilancia, mantenimiento y gestión de prestaciones de extremo a extremo, mejorar la utilización del ancho de banda de una OTN y realizar enlace ascendente y enlace descendente directo de señales de baja tasa, incluyendo señales GE, a través de dispositivos OTN. Las ODUx adoptan el mismo formato que las ODUk, al tiempo que tienen una tasa que se empareja con la de las señales de baja tasa, lo que asegura una alta utilización del ancho de banda en la transmisión de señales. Mapeado y multiplexando una unidad tributaria de datos de canal óptico (ODTU) y un grupo de unidades tributarias de datos de canal óptico (ODTUG), se multiplexan múltiples ODUx en una OPUK/ODUK por multiplexado de división de tiempo, y se divide el área de carga de pago de la OPUK/ODUK en segmentos de tiempo en un modo de intercalación de bytes según una tasa correspondiente. La ODUx a transportar y el encabezamiento de justificación de la misma se mapean en segmentos de tiempo correspondientes. Los encabezamientos de justificación de las ODUx correspondientes a diferentes segmentos de tiempo se transportan en el área de encabezamiento de justificación de las OPUK/ODUK según una indicación MFAS, y las ODUx transportadas por diferentes segmentos de tiempo y los tipos de las ODUx se identifican en un PSI. Cuando las ODUx de señales diferentes o tasas diferentes son transportadas en la misma OPUK/ODUK por medio de multiplexado híbrido, se asigna un número apropiado de segmentos de tiempo a cada ODUx y cada ODUx identificada por el PSI se introduce a intervalos en los segmentos de tiempo. Mediante multiplexado directo o multiplexado híbrido, se multiplexan ODUx de múltiples tipos diferentes de señales de baja tasa, de una manera sencilla flexible, en OPUK/ODUK de diferentes niveles y, por tanto, se utilizan plenamente los recursos de ancho de banda en la transmisión y se consiguen así la transmisión transparente de enlace ascendente y enlace descendente

y la gestión de extremo a extremo de señales de baja tasa.

Por ejemplo, según una realización de la invención, se proporciona una unidad de datos de canal óptico de 1 Gbps (ODU0) para señales de baja tasa de 1 Gbps, incluyendo señales GE y FC; el área de carga de pago de ODU0 es OPU0, es decir, una unidad de carga de pago de canal óptico de 1 Gbps.

5 La Figura 2 muestra el formato de trama de ODU0 según una realización de la presente invención. Cada cuadrado del dibujo indica un byte en una localización correspondiente, las filas 2<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> de las 14 primeras columnas son el encabezamiento de gestión de datos (ODU0 OH) de la ODU0, las columnas 15<sup>a</sup> y 16<sup>a</sup> son el encabezamiento de gestión de carga de pago (OPU0 OH) y las 3808 columnas que parten de la 17<sup>a</sup> columna son carga de pago (OPU0), y el final es la FEC. Según la realización de la presente invención, cada byte de ODU0 OH es igual que el del ODU0 OH proporcionado por la técnica de envoltura digital; hay así un encabezamiento para gestión de extremo a extremo de señales GE a fin de implementar la gestión de prestaciones de extremo a extremo de señales, incluidas señales GE. Según se especifica en la recomendación ITU-T G.709, las primeras filas de las columnas 1<sup>a</sup>-7<sup>a</sup> incluyen bytes FAS y la primera fila de la 7<sup>a</sup> columna incluye un byte MFAS para indicar el número de trama correspondiente a bytes OH en un modo de transporte de multitramas. El OPU0 OH incluye un byte PSI en la 15<sup>a</sup> columna de la 4<sup>a</sup> fila, y hay 255 bytes multiplex correspondientes, respectivamente, al valor de MFAS que va de 0 a 255, incluyendo un byte PT y bytes reservados.

Se proporciona una ODU0 basándose en la recomendación ITU-T G.709 y, por tanto, la estructura de la ODU0 cumple con la recomendación y es similar a una ODUk. La diferencia principal entre la ODU0 y la ODUk es que la tasa de la ODU0 satisface la demanda de señales de baja tasa. Según una realización de la presente invención, la ODU0 ofrece una tasa de bits de 1244160 Kbps ± 20 ppm y una capacidad de 4x3824 bytes, que es la mitad de la tasa de STM-16, es decir, la tasa del área de carga de pago de OPU1 prevista en la recomendación ITU-T G.709; el tamaño del área de carga de pago OPU0 de una ODU0 es 4x3810 bytes; la carga de pago en una OPU0 incluye 4x3808 bytes, y la tasa de bits correspondiente deberá ser

$$(3808/3824) \times (124416020 \pm 20 \text{ ppm}) = (238/239) \times (124416020 \pm 20 \text{ ppm}) = 1238954,31 \text{ Kbps} \pm 20 \text{ ppm}.$$

25 Según una realización de la presente invención, se adaptan señales GE o FC de baja tasa al área de carga de pago en una OPU0 mediante un GFP, y así no pueden utilizarse los bytes de justificación positiva/negativa de la OPU0. Las señales GE o FC están en la tasa de 1 Gbps después de la decodificación 8B/10B de la línea, y según el mapeado GFP-T, el ancho de banda de transmisión de GFP viene dado por

$$1 \text{ Gbps} \times (65/64) \times (67/65) \times (N \times 67 + 4 + 4 + (4 + 60)) / N \times 67.$$

30 65/64 indica la eficiencia de codificación del mapeado GFP de 64B en 65B; 67/65 indica la eficiencia de mapeado de 64B/65B en un superbloque; el resto incluye 4 bytes de indicación de carga de pago y verificación de redundancia cíclica, 4 bytes de suma de verificación de carga de pago y 4-64 bytes de cabecera de carga de pago. Un valor típico de N es 95, y cuando N = 95, la tasa de bits de transmisión después de adaptación GFP-T es 1,0587 Gbps.

35 Las señales GE tienen un desviación de frecuencia inherente de ± 100 ppm; por tanto la tasa del área de carga de pago de una ODU0/OPU0 es mayor que la tasas de señal y de aquí que pueda ofrecerse suficiente capacidad para transmitir señales GE o FC a una tasa adaptada por GFP-T, incluyendo tramas de información y tramas vacías. Según la misma teoría, se pueden transmitir también señales GE o FC a una tasa adaptada por GFP-F. Y si es necesario se pueden transmitir las tramas de gestión de GFP. Se garantizan así una transmisión, gestión y mantenimiento GFP separados de señales de baja tasa. Cuando se llena el área de carga de pago de ODU0/OPU0 por mapeado GFP, deberá insertarse cierto número de tramas vacías según el mapeado GFP de modo que la tasa total de las señales GFP y las tramas vacías sea igual a la tasa del área de carga de pago OPU0. El método para insertar tramas vacías puede encontrarse en la recomendación ITU-T G.709.

45 Después del mapeado de las señales de baja tasa en ODU0 para obtener señales envueltas ODU0, se deberán multiplexar múltiples tramas de ODU0 en una sola OPUk/ODUk para formar una unidad de transmisión de canal óptico OTUk a fin de utilizar al máximo el ancho de banda de transmisión e incrementar la utilización de recursos de red.

Según una realización de la presente invención, se multiplexan múltiples ODU0 en una OPUk en un modo TDM de manera que la tasa total de múltiples ODU0 sea igual a la tasa de una sola OPUk. En el multiplexado de las ODU0 en una OPUk se mapean las ODU0 en ODTU de 0 a k, es decir, ODTU0-k, por ejemplo ODTU0-1 u ODTU0-2, y luego se multiplexan las ODTU0-k en un modo asíncrono en un ODTUG0-k, por ejemplo ODTUG0-1 u ODTUG0-2.

55 Según una realización de la presente invención, se multiplexan 2 ODU0s en un modo asíncrono, a través de ODTU0-1 y ODTUG0-1, en una OPU1/ODU1, por lo cual podemos ver que la tasa total de las 2 ODU0 concuerda con la tasa de una sola OPU1; en otra realización de la presente invención se multiplexan 8 ODU0s en modo asíncrono, a través de ODTU0-2 y ODTUG0-2, en una OPU2/ODU2, por lo cual podemos ver que la tasa total de las 8 ODU0 concuerda con la tasa de la sola OPU2. Puede entenderse por los expertos en la materia que, en tanto la

tasa de la portadora sea mayor que la tasa total de las señales a transportar, se pueden multiplexar múltiples ODU<sub>n</sub> según el mismo método en una sola ODU<sub>m</sub> a través de ODTU<sub>n-m</sub> y ODTUG<sub>n-m</sub>, en donde la tasa total de las múltiples ODU<sub>n</sub> es menor o igual que la tasa de carga de pago de la sola ODU<sub>m</sub>.

5 El procedimiento en el cual se multiplexan múltiples ODU<sub>0</sub> en una sola ODU<sub>k</sub> a través de ODTU<sub>0-k</sub> y ODTUG<sub>0-k</sub> se explica aquí en detalle con referencia a la figura 3 adjunta.

En primer lugar, cada ODU<sub>0</sub> extendida con una señal de alineación de trama genera un encabezamiento de justificación (JOH) utilizado para ajustar la tasa en un procedimiento de multiplexado a fin de conseguir una adaptación de tasa precisa de 0 a k. Por tanto, cada ODU<sub>0</sub> con ODU<sub>0-k</sub> JOH forma una ODTU<sub>0-k</sub>.

10 Múltiples ODTU<sub>0-k</sub> obtenidas de múltiples ODU<sub>0</sub> debido al JOH de las mismas forman un ODTUG<sub>0-k</sub>, y el ODTUG<sub>0-k</sub> se multiplexa en una OPU<sub>k</sub> en un modo TDM. Los bytes JOH se multiplexan en un OPU<sub>1</sub> OH en un modo de intercalación de tramas, y las ODU<sub>0</sub> se multiplexan en los segmentos de tiempo (TS) de las OPU<sub>k</sub> en un modo de intercalación de bytes. Cuando se multiplexan 2 ODU<sub>0</sub> en 1 OPU<sub>1</sub>, la OPU<sub>1</sub> deberá dividirse en 2 canales de segmento de tiempo basados en segmentos de tiempo para transportar las 2 ODU<sub>0</sub>, respectivamente; y cuando se multiplexan 8 ODU<sub>0</sub> en 1 OPU<sub>2</sub>, la OPU<sub>2</sub> deberá dividirse en 8 canales de segmento de tiempo basados en segmentos de tiempo para transportar las 8 ODU<sub>0</sub>, respectivamente.

15 El área de carga de pago de la OPU<sub>k</sub> se divide en una serie de canales basados en segmentos de tiempo según la proporción entre la tasa de la ODU<sub>0</sub> y la tasa de la OPU<sub>k</sub>, de modo que la tasa de cada canal sea suficiente para transportar una ODU<sub>0</sub>. Los segmentos de tiempo se alinean en un modo de intercalación de bytes; por ejemplo, la columna 1 deberá asignarse al canal 1, la columna N deberá asignarse al canal N, etc., y cuando se asigne la columna N al canal N, la columna N+1 deberá asignarse al canal 1, etc., hasta que se asigne completamente el área de carga de pago de la OPU<sub>k</sub> a múltiples canales. Por ejemplo, cuando se multiplexan 2 ODU<sub>0</sub> en 1 OPU<sub>1</sub>, las columnas impares del área de carga de pago OPU<sub>1</sub> se asignan al canal 1 y las columnas pares se asignan al canal 2, y la longitud de cada canal es  $4 \times 3808 / 2 = 4 \times 1904$  bytes; cuando se multiplexan 8 ODU<sub>0</sub> en 1 OPU<sub>2</sub>, una de entre cada 8 columnas del área de carga de pago OPU<sub>2</sub> es asignada a un canal y la longitud de cada canal es  $4 \times 3808 / 8 = 4 \times 476$  bytes.

20 Debido a que un canal en una trama OPU<sub>k</sub> no tiene bytes suficientes para transportar una trama ODU<sub>0</sub>, deberá adoptarse un multiplexado multitrama y se deberá utilizar un canal en una serie de tramas secuenciales para transportar una trama ODU<sub>0</sub>. Se implementa un multiplexado multitrama según la indicación de bit de la MFAS; por ejemplo cuando se multiplexan 2 ODU<sub>0</sub> en 1 OPU<sub>1</sub>, el último bit de MFAS (MFAS 7) es adoptado para indicar las dos tramas múltiplex secuenciales, la trama múltiplex 0 y la trama múltiplex 1, en donde los bytes totales de un mismo canal en las dos tramas múltiples son iguales a los bytes totales de una trama ODU<sub>0</sub>, es decir,  $4 \times 1904 \times 2 = 4 \times 3804$ ; cuando se multiplexan 8 ODU<sub>0</sub> en 1 OPU<sub>2</sub>, se adoptan los 3 últimos bits de la MFAS (MFAS 5/6/7) para indicar las 8 tramas múltiplex secuenciales, las tramas múltiplex 0-7, en donde los bytes totales de un mismo canal en las 8 tramas múltiplex son iguales a los bytes totales de una trama ODU<sub>0</sub>, es decir,  $4 \times 476 \times 8 = 4 \times 3804$ .

35 La asignación y transporte de ODU<sub>0-k</sub> JOH se realiza también en un modo de multiplexado multitrama, en el que los ODU<sub>0-k</sub> JOH correspondientes a múltiples ODU<sub>0</sub>, respectivamente, se asignan al área OH de cada trama múltiplex según la MFAS. Por ejemplo, cuando se multiplexan 2 ODU<sub>0</sub>s en 1 OPU<sub>1</sub>, los valores de MFAS 7 serán 0 y 1, respectivamente, y las áreas OH de las tramas múltiplex transportan el primer ODU<sub>0-1</sub> JOH y el segundo ODU<sub>0-1</sub> JOH; cuando se multiplexan 8 ODU<sub>0</sub>s en 1 OPU<sub>2</sub>, los valores de MFAS 5/6/7 serán 000, 001, ..., 111, respectivamente, y las áreas OH de las tramas múltiplex transportan el primer ODU<sub>0-1</sub> JOH, el segundo ODU<sub>0-1</sub> JOH, ..., el octavo ODU<sub>0-1</sub> JOH.

45 La figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra la asignación de bytes de encabezamiento de justificación en tramas múltiplex diferentes de acuerdo con una realización de la presente invención. El ODU<sub>0-k</sub> JOH de cada ODU<sub>0</sub> incluye: un byte de oportunidad de justificación negativa (NJO) y un byte de control de justificación (JC). La tasa de tramas ODU<sub>0</sub> se adapta a la tasa de una OPU<sub>k</sub> utilizando la combinación de la NJO y el JC. Según la realización de la presente invención, la NJO y el JC del ODU<sub>0-k</sub> JOH están localizados en los 4 bytes de la 16ª columna del OPU<sub>1</sub> OH. Un byte de oportunidad de justificación positiva (PJO) está localizado en el 4º byte de la 1ª columna de la ODU<sub>0</sub>; mientras que la ODU<sub>0</sub> se asigna a un canal de segmento de tiempo en el área de carga de pago de la OPU<sub>k</sub>, la PJO se asigna al 4º byte de la 1ª columna de canal de segmento de tiempo y, además, al 4º byte del 1º segmento de tiempo del canal correspondiente en la trama OPU<sub>k</sub> correspondiente, según se indica por la MFAS.

50 Por ejemplo, cuando se multiplexan 2 ODU<sub>0</sub>s en 1 OPU<sub>1</sub>, se cumple que, si el valor de MFAS 7 es 0, el JC en el primer ODU<sub>0-1</sub> JOH ocupa los dos últimos bits de los bytes 2º, 3º y 4º en la 16ª columna del área de encabezamiento OPU<sub>1</sub>, mientras que los 6 primeros bits reservados están reservados para extensión, y la NJO ocupa el 4º byte en la 16ª columna y la PJO ocupa el 4º byte en el primer segmento de tiempo del canal 1, es decir, el 4º byte en la 17ª columna del área de carga de pago OPU<sub>1</sub>; y si el valor MFAS 7 es 1, el JC en el segundo ODU<sub>0-1</sub> JOH ocupa los dos últimos bits de los bytes 2º, 3º, 4º de la 16ª columna del área de encabezamiento OPU<sub>1</sub>, mientras que los 6 primeros bytes reservados se reservan para extensión, la NJO ocupa el 4º byte en la 16ª columna y la PJO ocupa el 4º byte en el primer segmento de tiempo del canal 2, es decir, el 4º byte en la 18ª columna del

área de carga de pago OPU1. Análogamente, cuando se multiplexan 8 ODU0s en 1 OPU2, se cumple que, si los valores de MFAS 5/6/7 son 000, 001, ..., 111, respectivamente, la 16ª columna del área de encabezamiento OPU2 incluye los bytes JC y NJO de la primera ODU0 a la octava ODU0, y los bytes PJO de la primera ODU0 a la octava ODU0 están localizados en los cuartos bytes de las columnas 17ª-24ª del área de carga de pago OPU2.

5 Además, cuando se multiplexan múltiples ODU0s en una OPUk por multiplexado multitrama, se necesita también un byte PSI en el área OPUk OH para indicar otra información relacionada con el proceso de multiplexado, por ejemplo la relación correspondiente entre canales de segmento de tiempo y una ODTU0-k, tipo de trama, etc. Según se expone en la descripción siguiente, el PSI incluye 256 bytes correspondientes a tramas multiplex de acuerdo con el valor de la MFAS, que va de 0 a 255. Según la recomendación ITU-T G.709, el primer byte de los 256 bytes  
10 distribuidos en multitramas es PT y los 255 bytes restantes son bytes reservados. Según una realización de la presente invención, múltiples bytes PSI secuenciales de las multitramas, partiendo del byte PSI de la 2ª multitrama, indican, respectivamente, la información de la ODTU0-k transportada por canales de segmento de tiempo correspondientes, dos bits muy altos en el byte PSI indican que la carga de pago a transportar es una trama ODU0, y bits más bajos del número correspondiente a tramas ODU0 indican el número de puerto tributario, es decir, el  
15 número de secuencia de la ODTU a transportar, y se establece así la relación correspondiente entre canales de segmento de tiempo y la ODTU0-k a transportar.

Por ejemplo, cuando se multiplexan 2 ODU0 en 1 OPU1, los bytes PSI de la 3ª y la 4ª multitramas (con los valores MFAS de 2 y 3, respectivamente) indican la información del segmento de tiempo canal 1 y canal 2, dos bits muy altos (PSI 6/7) indican que el tipo de carga de pago es ODU0, y el número de puerto tributario en el bit más bajo (PSI 0) corresponde a la 1ª o la 2ª trama ODU0. Cuando se multiplexan 8 ODU0 en 1 OPU2, los bytes PSI de la 3ª a la  
20 10ª tramas múltiples (con los valores MFAS de 2 a 9, respectivamente) indican la información en los canales de segmento de tiempo de canal 1 a canal 8, dos bits muy altos (PSI 6/7) indican que el tipo de carga de pago ODU0 y el número de puerto tributario en los bits más bajos (PSI 0/1/2) corresponde a la 1ª, o la 2ª, ..., o la 8ª trama ODU0. Los bytes restantes del PSI en el OPUk OH son bytes reservados usualmente puestos al valor 0.

25 El mecanismo para indicar el transporte de canales de segmento de tiempo por medio de bytes PSI de multitramas es conveniente para implementar un multiplexado híbrido, es decir que la misma trama de carga de pago pueda ser transportada por múltiples canales de segmento de tiempo, lo que es necesario para que una OPUk transporte tramas de señales de baja tasa con tasas diferentes, según se describe con detalle más adelante.

El mapeado asíncrono induce una diferencia de frecuencia. Debido a que OPU1 tiene una diferente de frecuencia inherente de 20 ppm y la tolerancia de tasa de bits máxima entre OPU1 y ODU0 es -65 a +65 ppm, la máxima diferencia de frecuencia de ODU0 tolerada en el mapeado asíncrono de ODU0 a ODTU01 es -45 a +45 ppm, y de aquí que 20 ppm de diferencia de frecuencia para señales ODU0 sea tolerable en el mapeado de acuerdo con la realización de la presente invención.

35 Dado que se crean señales OPUk a partir de un reloj localmente generado y éstas son independientes de las señales de cliente transportadas, los bytes de justificación señalados en la descripción anterior son necesarios para fines de control en el mapeado asíncrono de ODU0 en ODUk/OPUk. Según una realización de la presente invención, se adapta una señal ODU0 extendida al reloj ODU1 localmente generado con un esquema de justificación positiva/negativa/cero; el proceso de mapeado asíncrono genera JC, NJO y PJO de acuerdo con ITU-T G.709; el proceso de desmapeado interpreta JC, NJO y PJO de acuerdo con ITU-T G.709, al tiempo que utiliza dos de tres políticas para tomar una decisión en el proceso de desmapeado; cuando NJO y PJO se utilizan como bytes de justificación y el valor contenido en la NJO y en la PJO recibidas por el receptor es todos ceros, se requiere que el receptor ignore los bytes.

45 Según una realización de la presente invención, cuando ocurre un fallo de señal en una señal de cliente ODU0 entrante, la señal de cliente ODU0 entrante deberá contener una señal de indicación de alarma ODU0 (ODU0-AIS), la cual se mapea en una ODTU01; y el desmapeado de ODU0 desde ODTU01 consiste en que la señal ODU0 es recuperada de OPU1 bajo el control del JOH (JC, NJO y PJO). Cuando ocurre un fallo de señal en una señal ODU1/OPU1, por ejemplo en el caso de una condición ODU1-AIS, se obtendrá también la ODU0-AIS por desmapeado.

50 En una realización de la presente invención, hay bytes de relleno fijos en ODTU0-2 para facilitar la adaptación de tasa entre una ODU0 y una OPU2; por ejemplo, la 119ª y la 357ª columnas son bytes de relleno fijos cuyos valores se ajustan usualmente a todos ceros; se insertan bytes de relleno fijos a razón de una vez por cada 8 tramas OPU2 y se realiza también una acción de justificación negativa/positiva, incluyendo la inserción de al menos 1 byte de justificación positiva; las localizaciones de los bytes de justificación corresponde a la MAFS local, según se ha expuesto en la descripción anterior. Por tanto, se deberá mapear un byte de la señal ODU0 en un byte de  
55 información de la ODTU02.

Según una realización de la presente invención, se mapean ODU0 en una OPU1 a través de ODTU0-1 y luego se mapean OPU1 en una OPU2 a través de ODTU1-2; por tanto, se mapea una ODTU1-2 en 2 segmentos de tiempo OPU2; la longitud de cada uno de los canales de segmento de tiempo es de 3080/4 columnas x 4 filas, es decir que

- 5 cada una de las tramas ODTU1-2 es de una estructura de 3808/4 columnas x 4 filas x 2 canales x 4 tramas. Se puede utilizar uno u otro de los dos canales para transportar una ODTU1-2, por ejemplo OPU2 TSa u OPU2 TSb mientras  $0 < a$  y  $b \leq B$ , es decir que los 2 de los 8 canales de segmento de tiempo transportan una ODTU1-2 que se inserta cada segunda columna en el OPU2 TSa y el OPU2 TSb durante el proceso de mapeado. Deberá hacerse notar que el byte PSI en el OPU2 OH tiene que identificar el número de puerto tributario de las ODTU1-2 retransportadas por los canales de modo que el receptor puede analizar sintácticamente las señales recibidas y reorganizar las señales sintácticamente analizadas para obtener ODTU1-2. La figura 3 muestra también el mapeado de una ODU1 en ODU2 de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 10 Según una realización de la presente invención, se mapean ODU0 en una ODU3/OPU3 con el mismo método. Según la relación entre la tasa de las ODU0 y la tasa de la ODU3/OPU3, una OPU3 puede transportar 32 ODU0, y así el área de carga de pago de la OPU3 se divide en 32 canales de segmento de tiempo y una ODTU0-3 es de una estructura de 4 filas x 3808/32 columnas x 32 tramas, lo cual es justo suficiente para transportar las ODU0 más el ODTU0-3 JOH. Análogamente, la localización de ODTU0-3 JOH se encuentra en una MFAS y en el canal de segmento de tiempo en el cual se multiplexa la ODTU03 en OPU3. Se insertan múltiples bytes de relleno fijos en la ODTU0-3 y, por tanto, se mapea un byte de la señal ODU0 en un byte de información de la ODTU0-3 una vez por cada 32 tramas OPU2.
- 15 La MAN transporta también una gran cantidad de señales TDM de baja tasa de CBR155/CBR622, y deberá conseguirse el multiplexado asíncrono de múltiples CBR155/CBR622 en una OPUk, especialmente en OPU2 y OPU3, para transmitir señales por una OTN. Tal proceso de mapeado se explica seguidamente con una realización de la presente invención.
- 20 Se proporcionan unidades de datos de canal óptico ODU155 y ODU622 de tasas correspondientes, cuya tasa es adecuada para transportar CBR155 y CBR622. Por ejemplo, la ODU622 está al mismo nivel que STM-4 y tiene una tasa de  $(239/238) \times \text{STM-4}$  y un formato idéntico al formato de ODU0; la ODU155 está al mismo nivel que STM-1 y tiene una tasa de  $(239/238) \times \text{STM-1}$  y un formato idéntico al formato de ODU0; la tasa de 4 ODU622 es igual a la tasa de una ODU1.
- 25 Las señales CBR de baja tasa a multiplexar son mapeadas en las señales ODU al mismo nivel que las señales CBR de baja tasa a fin de obtener la carga de pago OPU, el encabezamiento de justificación OPU y el encabezamiento ODU correspondiente a cada señal ODU.
- 30 Una señal ODU de baja tasa extendida con una señal de alineación de trama es mapeada asíncronamente en ODTU155-k/ODTU622-k para transportar una ODU de baja tasa por medio de un JOH generado al mismo tiempo.
- 35 Una OPUk es dividida en segmento de tiempo y el número de segmentos de tiempo es igual al número máximo de unidades tributarias de datos de canal óptico que pueden transmitirse por la OPUk, es decir que la tasa de segmento de tiempo es tan baja como sea posible, a la vez que se cumple con el requisito de transmisión de una unidad tributaria de datos de canal óptico; por ejemplo, una OPU2 es dividida en 16 segmentos de tiempo correspondientes a 16 ODU622, cada segmento de tiempo tributario ocupa 6,25% del área de carga de pago OPU2 y es así de una estructura de 238 columnas x 4 filas, y los 16 segmentos de tiempo OPU2 son intercalados con bytes en el área de carga de pago OPU2.
- 40 Cada ODTU que transporta cada canal de una señal ODU de baja tasa es mapeado en un canal de segmento de tiempo de la OPUk, y se mapea el ODTU JOH en el OPUk OH asignado a un segmento de tiempo correspondiente; por ejemplo, una ODTU que transporta una canal de la señal ODU622 es mapeado en un canal de segmento de tiempo de OPU2 u OPU3, y se mapea el ODTU JOH en el OPUk OH asignado al segmento de tiempo correspondiente.
- 45 Se introducen bytes OH correspondientes, por ejemplo se introduce información de las señales transportadas por los canales de segmento de tiempo en bytes PSI en multitramas y, por tanto, se consigue el multiplexado de ODU622/ODU155 en una OPUk.
- 50 Según una realización de la presente invención, cuando el número de canales de segmento de tiempo que transportan ODU de baja tasa en el área de carga de pago OPU es un número no entero en algunas ocasiones especiales, se deberá adoptar un formato multitrama complejo para mapear señales en segmentos de tiempo e introducir la información de mapeado en un área OH.
- 55 Según se ha explicado en la descripción anterior, el multiplexado asíncrono en una realización de la presente invención caracteriza el multiplexado de señales de diferentes tasas en ODUk/OPUk, lo que facilita en gran medida la transmisión de señales de diferentes niveles de tasa por redes de comunicación. Se explica seguidamente el multiplexado híbrido de señales de diferentes niveles de tasa en un canal de transporte óptico con referencia a una realización de la presente invención.
- Siempre que M canales de ODU0 y N canales de ODU1 se multiplexen de forma híbrida uno con otro en una ODU2

de acuerdo con la realización de la presente invención, como se muestra en la figura 3, el proceso deberá incluir los pasos que se describen seguidamente.

5 Una ODU0 extendida con una señal de alineación de trama es mapeada asincrónicamente en una ODTU0-2 utilizando JOH; una señal ODU1 extendida con una señal de alineación de trama es mapeada asincrónicamente en la ODTU1-2 utilizando JOH.

10 Se divide la OPU2 en múltiples segmentos de tiempo, por ejemplo 8 segmentos de tiempo, ya que la tasa de ODTU1-2 es el doble de la tasa de ODTU0-2; cuando un segmento de tiempo es justo suficiente para transportar señales de nivel de tasa mínimo, ODU0, se necesitan 2 segmentos de tiempo para transportar una ODTU1-2, en donde  $8 = 2N + M$  y  $0 < N < 4$ . De este modo, N ODTU1-2 y  $M=8-2N$  ODTU0-2 pueden multiplexarse en un ODTUG2 en un modo TMD y el ODTUG2 puede mapearse adicionalmente en OPU2.

15 Cada una de las ODTU0-2 y ODTU1-2 se mapea en segmentos de tiempo respectivos en la OPU2, se asigna 1 segmento de tiempo a una ODTU0-2 y se asignan 2 segmentos de tiempo a una ODTU1-2, y se mapean así las M ODU0 y N ODU1 en la OPU2; además, se mapean ODTU0-2 JOH y ODTU1-2 JOH en OPU2 OH asignados a segmentos de tiempo correspondientes, respectivamente, y se introducen encabezamientos de la misma manera que se ha señalado en la descripción anterior.

Se introducen bytes PSI en tramas múltiplex de segmentos de tiempo correspondientes con la información sobre el tipo y el número de puerto tributario de las señales transportadas por los segmentos de tiempo, de modo que se identifica la relación correspondiente entre cada segmento de tiempo y la ODTU transportada en el mismo.

20 Según una realización de la presente invención, múltiples señales CBR155/CBR622 y GE de baja tasa se multiplexan de forma híbrida en una OPUk de orden superior, es decir que M ODU155/622 y N ODU0 se multiplexan en una OPUk, incluyendo los pasos descritos seguidamente.

Se proporcionan ODUs de baja tasa correspondientes a diferentes señales de baja tasa, respectivamente, y las tasas de las ODUs son justo suficientes para transportar las señales de baja tasa.

25 Se reciben señales GE adaptadas a la tasa de carga de pago de OPU0 a través de un protocolo GFP y se las mapea en la OPU0; se genera también ODU0 OH utilizado para gestión de extremo a extremo a fin de formar ODU0. Se reciben señales CBR y se las mapea en OPU155/622; se genera también ODU155/622 OH para formar ODU155/622.

30 La ODU0 o la ODU155/622 extendidas con una señal de alineación de trama son mapeadas asincrónicamente en ODTU0-k u ODTU155/622-k utilizando JOH; se deberán generar y alinear también bytes OH correspondientes y se deberá configurar una estructura de trama ODTU.

35 Se divide una OPUk de orden superior en segmentos de tiempo de acuerdo con la tasa tributaria, y el número de segmentos de tiempo es igual al número máximo de unidades tributarias de datos de canal óptico de tasa mínima; por ejemplo, cuando se multiplexan señales GE y CBR622 una con otra en una OPU2, se dividen los segmentos de tiempo OPU2 de acuerdo con las señales CBR622, es decir que se divide la OPU2 en 16 segmentos de tiempo correspondientes a lo sumo a 16 ODU622, y cada uno de los segmentos de tiempo tributario ocupa 6,25% del área de carga de pago OPU2 y es de una estructura de 238 columnas x 4 filas; en tal caso, se deberán asignar 2 segmentos de tiempo a una ODU0, ya que la tasa de ODU0 es el doble de la tasa de ODU622. De esta manera, se multiplexan de forma híbrida N señales GE y M señales CBR622 en una OPU2, en donde  $M+2N=16$  y  $0 < N < 8$ .

40 Se asigna el JOH de cada ODTU en el área OPU OH de la multitrama; por ejemplo, el JOH consistente en JC y NJO para 16 segmentos de tiempo tributarios ocupa las 4 primeras filas en la 16ª columna del área OPU2 OH; se asigna ODTU JOH a cada tributario una vez por cada 16 tramas, lo que se indica por una MFAS distribuida en 16 tramas utilizando 4 bits muy bajos de la MFAS.

45 Se mapea cada ODTU que transporta la ODU en canales de segmento de tiempo de número correspondiente en la OPUk, respectivamente; por ejemplo se mapea una ODTU0-2 en 2 segmentos de tiempo y se mapea una ODTU622-2 en 1 segmento de tiempo; y se introduce el ODTU JOH en el OPUk OH de cada multitrama de acuerdo con la asignación original. Por ejemplo, cuando se multiplexan 14 ODU622 y 1 ODU0 en una OPU2, se cumple que, dado que una ODTU que transporta una señal ODU622 es mapeada en 1 segmento de tiempo de la OPU2, 14 ODU622 necesitan 14 segmentos de tiempo; y la ODTU0-2 que transporta la ODU0 se mapea en los 2 segmentos de tiempo restantes de la OPU2; se mapean los JOH de la ODTU622-2/ODTU0-2 en los OPUk OH asignados a  
50 segmentos de tiempo correspondientes.

Se introducen bytes PSI de la multitrama en los OPU OH para indicar el tipo y el número de puerto tributario de la ODU transportada por los segmentos de tiempo.

Puede entenderse por los expertos en la materia que, en tanto las tasas de los canales de segmento de tiempo sean suficiente para transportar señales, se puede mapear y multiplexar la combinación de señales de baja tasa de

cualquier cantidad y tipo en una ODU/OPU de orden superior; el multiplexado se realiza con arreglo a una política de control múltiple correspondiente, y se pueden conseguir así transmisión transparente, gestión de extremo a extremo y transmisión directa de enlace ascendente y enlace descendente sin afectar a la sustancia y alcance de protección de la presente invención.

- 5 Resumiendo, el diagrama de flujo de la transmisión de señales de baja tasa por la OTN se ilustra según se muestra en la figura 5 y se describe seguidamente de acuerdo con una realización de la presente invención.

Paso 501: se proporciona una ODU de baja tasa correspondiente a una variedad de señales de baja tasa; la tasa del área de carga de pago de la ODU es suficiente para transmitir las señales de baja tasa; se implementan la vigilancia, gestión y mantenimiento de prestaciones de extremo a extremo de las señales de baja tasa por medio de la configuración del área de encabezamiento de ODU a fin de asegurar prestaciones OAM&P. Por ejemplo, se proporcionan ODU0 correspondientes a señales GE o FC y se proporcionan ODU155/ODU622 correspondientes a señales CBR155/622.

10

Paso 502: se reciben las señales de baja tasa y se mapean las señales de baja tasa en las áreas de carga de pago de ODU de baja tasa correspondientes, se genera un área ODU OH y se forman ODU de baja tasa. Para señales GE se requiere un mapeado GFP. La definición del área ODU OH puede ser idéntica a la definición de ODUK OH.

15

Paso 503: se mapean las señales ODU de baja tasa en señales tributarias ODTU correspondientes y se generan JOH. Las ODTU son señales tributarias utilizadas para multiplexar ODU de baja tasa en una ODUK/OPUk de orden superior. Los JOH se utilizan para ajustar la tasa ODU de modo que se adapte la ODU al área de carga de pago de una ODUK/OPUk. Los bytes ODU de baja tasa necesitan ser mapeados en bytes de información ODTU cuando haya bytes de relleno fijos.

20

Paso 504: se divide el área de carga de pago de la OPUk de orden superior en múltiples canales de segmento de tiempo y se mapea la ODTU en al menos un canal de segmento de tiempo, respectivamente.

Se divide la OPUk de orden superior de acuerdo con el tamaño de las señales tributarias ODTU de tasa mínima que pueden transmitirse, y el número de canales de segmento de tiempo es igual al número máximo de unidades tributarias de datos de canal óptico de tasa mínima que pueden transmitirse; se asignan luego los canales de segmento de tiempo sobre la base de las tasas de diferentes unidades tributarias de datos de canal óptico de modo que cada ODU de baja tasa pueda ser transportada por canales de segmento de tiempo correspondientes y se pueda cumplir con el requisito de la tasa de transmisión; se determina la longitud de la multitrama cruzada por cada señal tributaria por medio de una relación de tasa. Por ejemplo, cuando ODU0 y ODU622 se transmiten de forma híbrida en OPU2, las señales tributarias de tasa mínima son ODTU622-2, y una OPU2 puede transportar a lo sumo 16 ODTU622-2; por tanto, el área de carga de pago de la OPU2 es dividida en 16 canales de segmento de tiempo y cada ODTU622-2 es transportada por un canal de segmento de tiempo a través de 16 tramas secuenciales, mientras que cada ODTU0-2 es transportada por 2 canales de segmento de tiempo a través de 8 tramas secuenciales. En este paso, se introduce además el PJO en el canal de segmento de tiempo correspondiente de la ODTU.

25

30

35

Paso 505: se asignan los JOH de ODTU diferentes en el área OPUk OH de multitramas y, según una MFAS, se asignan ODTU JOH de baja tasa correspondientes a diferentes canales de segmento de tiempo en el área OPUk OH de una multitrama correspondiente.

Paso 506: se generan otros bytes en OPUk OH, ODUk OH, OTUk OH para formar una OTUk/ODUk/OPUk completa para su transmisión por la OTN. Por ejemplo, se generan bytes PSI en multitramas para indicar los tipos y números de puertos tributarios de señales ODU de baja tasa transportada por canales de segmento de tiempo correspondientes.

40

En el receptor se analiza sintácticamente la unidad de datos de canal óptico de orden superior para obtener las unidades tributarias de canal óptico de baja tasa, las cuales se analizan sintácticamente, además, para obtener las unidades de datos de canal óptico de baja tasa y recuperar las señales de baja tasa.

45

Lo que antecede concierne solamente a realizaciones preferidas de la presente invención y no ha de utilizarse para limitar esta invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para transmitir señales de baja tasa por una red de transporte óptica, **caracterizado** porque comprende:
- 5 adaptar (502) señales de baja tasa en unidades de datos de canal óptico de baja tasa del mismo nivel de tasa que las señales de baja tasa, en donde las señales de baja tasa comprenden señales de tasa de bits constante, CBR, 155M y señales CBR 622M;
- mapear asincrónicamente (503) cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa en una unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, y generar (503) un encabezamiento de justificación utilizado para la adaptación de la tasa en cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa; y
- 10 formar (504, 505) una unidad de datos de canal óptico de orden superior con dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa y con un encabezamiento de justificación correspondiente a los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa.
2. El método de la reivindicación 1, en el que la formación de la unidad de datos de canal óptico de orden superior comprende:
- 15 dividir (504) el área de carga de pago de una unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior en dos canales de segmento de tiempo y mapear los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa en los dos canales de segmento de tiempo; y
- mapear (505) el encabezamiento de justificación de cada una de las dos unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior de acuerdo con una señal de alineación multitrama, MFAS.
- 20 3. El método de la reivindicación 2, en el que la división del área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior en el al menos un canal de segmento de tiempo comprende:
- dividir el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior según el tamaño de la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa mínima que puede transmitirse por el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior, en donde el número de canales de segmento de tiempo es igual al número máximo de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa mínima que pueden transmitirse por el área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior.
- 25 4. El método de la reivindicación 2, que comprende además:
- introducir bytes de control de justificación y bytes de oportunidad de justificación negativa del encabezamiento de justificación en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior, en donde la localización del encabezamiento de justificación corresponde a un valor presente de la MFAS.
- 30 5. El método de la reivindicación 2, que comprende además:
- introducir bytes de oportunidad de justificación positiva en el canal de segmento de tiempo correspondiente a la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa.
- 35 6. El método de la reivindicación 2, que comprende además:
- introducir una señal de alineación de trama en el área de encabezamiento de la unidad de datos de la canal óptico de baja tasa.
7. El método de la reivindicación 2, que comprende además:
- introducir un identificador de estructura de carga de pago, PSI, en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior para indicar el tipo y el número de puerto tributario de la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa transportada por el canal de segmento de tiempo correspondiente a un valor MFAS presente.
- 40 8. El método de la reivindicación 2, que comprende además:
- introducir bytes de relleno fijos en la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa para ajustar la tasa de la unidad de datos de canal óptico de baja tasa y
- 45 mapear cada byte de la unidad de datos de canal óptico de baja tasa en un byte de información de la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa.

9. El método de la reivindicación 2, que comprende además:  
 introducir una señal de indicación de alarma en una unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa en caso de que fallen las señales de baja tasa que se deben transmitir.
- 5 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la unidad de datos de canal óptico de orden superior comprende una de entre una unidad de datos de canal óptico de nivel 1, una unidad de datos de canal óptico de nivel 2 y una unidad de datos de canal óptico de nivel 3.
11. El método de la reivindicación 10, en el que  
 cuando las señales de baja tasa incluyen señales CBR 155M, la unidad de datos de canal óptico de baja tasa correspondiente comprende una unidad de datos de canal óptico de tipo 155; y
- 10 cuando las señales de baja tasa comprenden señales CBR 622M, la unidad de datos de canal óptico de baja tasa correspondiente incluye una unidad de datos de canal óptico de tipo 622.
12. El método de la reivindicación 2, en el que la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior comprende una de entre una unidad de carga de pago de canal óptico de nivel 1, una unidad de carga de pago de canal óptico de nivel 2 y una unidad de carga de pago de canal óptico de nivel 3; y
- 15 la tasa del área de carga de pago de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior es mayor o igual que el doble de la tasa de la unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa.
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la unidad de datos de canal óptico de baja tasa comprende un área de carga de pago utilizada para transportar las señales de baja tasa y un área de encabezamiento utilizada para vigilar, gestionar y mantener las señales de baja tasa.
- 20 14. El método de la reivindicación 1, que comprende además:  
 analizar sintácticamente la unidad de datos de canal óptico de orden superior para obtener los dos tipos de unidades tributarias de canal óptico de baja tasa y los encabezamientos de justificación correspondientes;  
 analizar sintácticamente los dos tipos de unidades tributarias de canal óptico de baja tasa para obtener las unidades de datos de canal óptico de baja tasa de acuerdo con los encabezamientos de justificación correspondientes; y
- 25 recuperar los dos tipos de señales de baja tasa de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa.
15. Un dispositivo para transmitir señales de baja tasa por una red de transporte óptica, **caracterizado** porque comprende:  
 una primera unidad para adaptar señales de baja tasa en unidades de datos de canal óptico de baja tasa del mismo nivel de tasa que las señales de baja tasa, en donde las señales de baja comprenden señales de tasa de bits constante, CBR 155M y señales CBR 622M;
- 30 una segunda unidad para mapear asincrónicamente cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa en una unidad tributaria de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, y para generar un encabezamiento de justificación utilizado para la adaptación de tasa en cada una de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa; y
- 35 una tercera unidad para formar una unidad de datos de canal óptico de orden superior con dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa y con un encabezamiento de justificación correspondiente a los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa.
16. El dispositivo de la reivindicación 15, en el que la tercera unidad comprende:  
 una primera subunidad para dividir el área de carga de pago de una unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior en dos canales de segmento de tiempo y para mapear los dos tipos de unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa en los dos canales de segmento de tiempo; y
- 40 una segunda subunidad para mapear el encabezamiento de justificación de cada una de las dos unidades tributarias de datos de canal óptico de baja tasa, respectivamente, en el área de encabezamiento de la unidad de carga de pago de canal óptico de orden superior de acuerdo con una señal de alineación de multitrama, MFAS.
- 45 17. El dispositivo de la reivindicación 15, en el que la primera unidad se utiliza, además, para analizar sintácticamente la unidad de datos de canal óptico de orden superior a fin de obtener dos tipos de unidades tributarias de canal óptico de baja tasa y los encabezamientos de justificación correspondientes;

la segunda unidad se utiliza, además, para analizar sintácticamente los dos tipos de unidades tributarias de canal óptico de baja tasa a fin de obtener las unidades de canal óptico de baja tasa de acuerdo con los encabezamientos de justificación correspondientes; y

5 la tercera unidad se utiliza, además, para recuperar las señales de baja tasa de las unidades de datos de canal óptico de baja tasa.

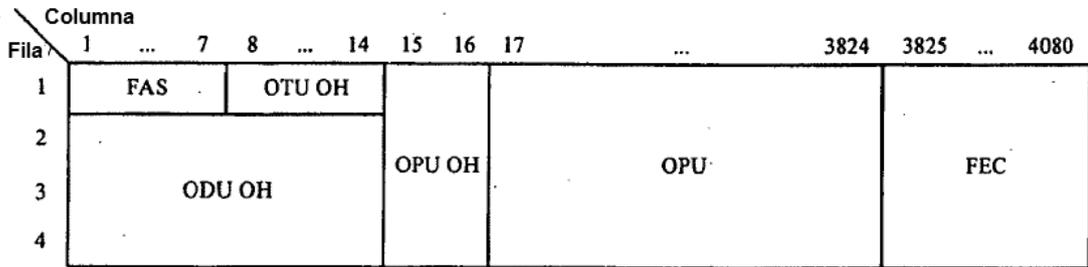


Figura 1

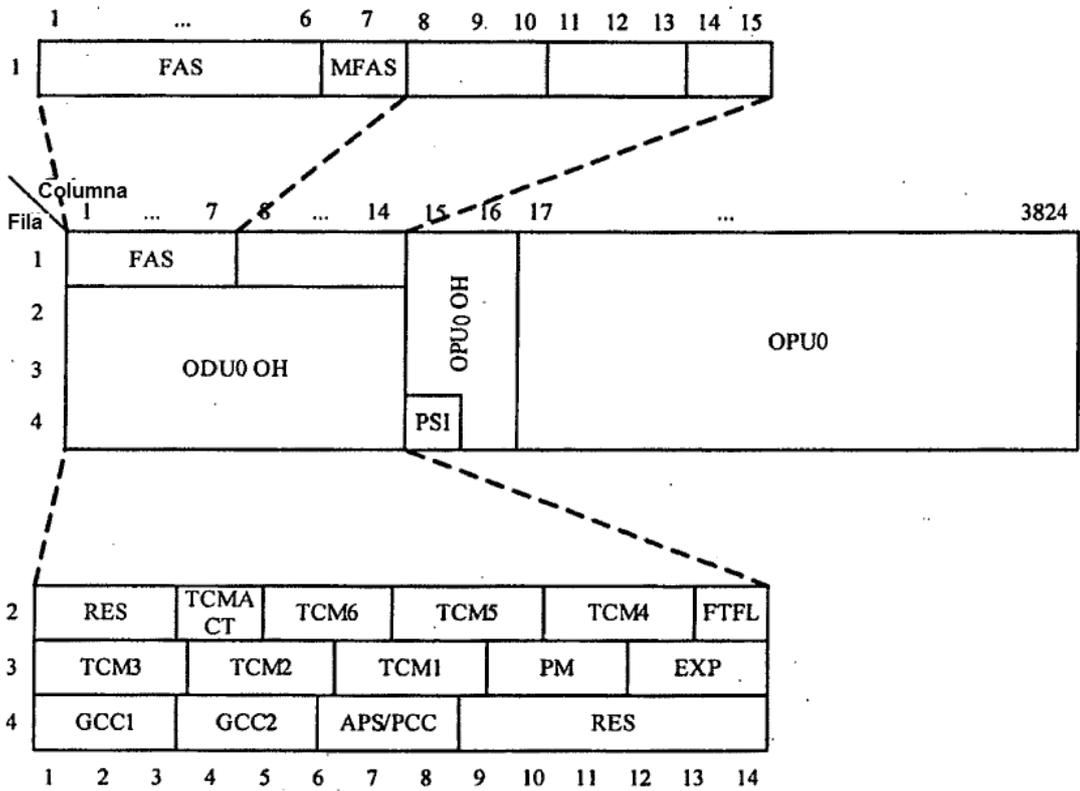


Figura 2

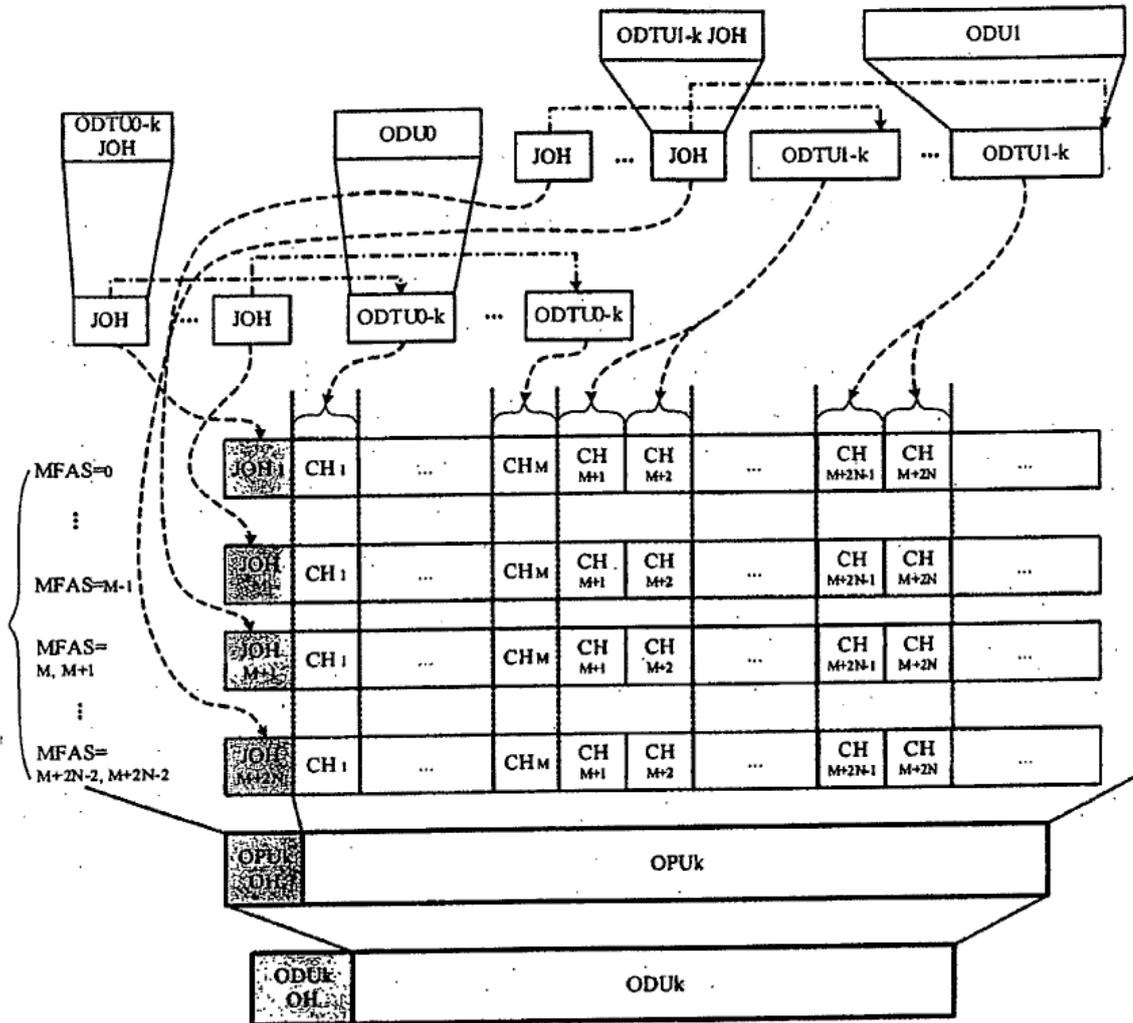


Figura 3

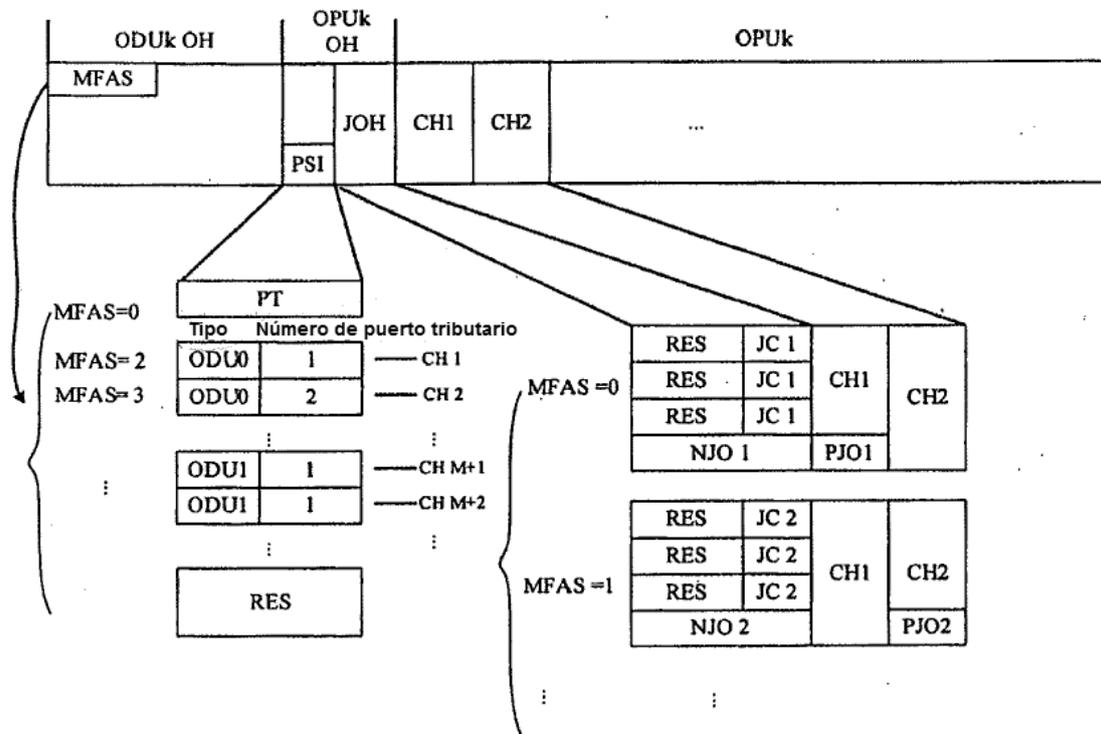


Figura 4

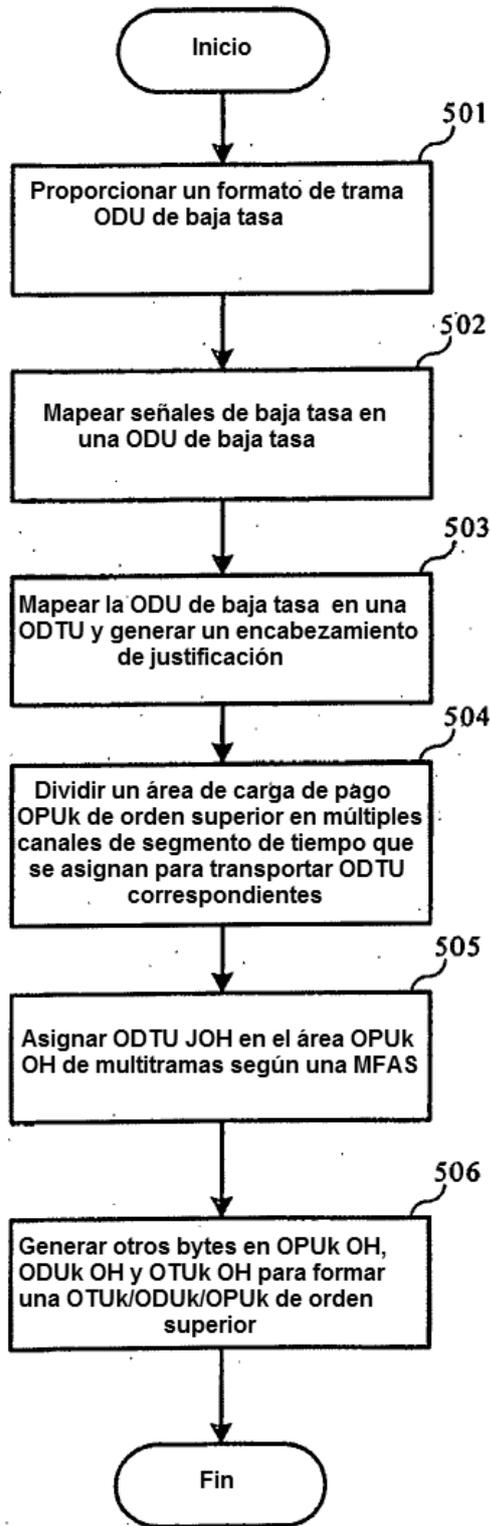


Figura 5