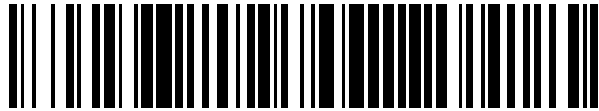


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 817**

51 Int. Cl.:

H04J 3/16 (2006.01)

H04L 12/913 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2011 PCT/CN2011/075321**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2011 WO11144172**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2011 E 11783089 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2627043**

54 Título: **Método, dispositivo y sistema para el ajuste de ancho de banda sin interrupciones**

30 Prioridad:

08.11.2010 CN 201010539581

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

15.02.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LIN, YI

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 654 817 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, dispositivo y sistema para el ajuste de ancho de banda sin interrupciones

CAMPO DE LA INVENCIÓN

5 La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de comunicación y, en particular, a un método, dispositivo y sistema de ajuste de ancho de banda sin interrupciones.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Como una tecnología central de una red de transporte de próxima generación, una OTN (Optical Transport Network, red de transporte óptico) puede implementar la planificación y gestión flexibles de servicios de alta capacidad, y se convierte cada vez más en una tecnología principal de una red de transporte troncal.

10 El estándar OTN inicial define tres tipos de contenedores OTN: ODU1 (Optical Channel Data Unit, unidad de datos de canal óptico), ODU2 y ODU3. Para hacer que la OTN soporte Ethernet y otros servicios nuevos para adaptarse a un nuevo escenario de aplicación, el estándar OTN se amplía de forma original, donde se presenta un nuevo tipo de señal, por ejemplo, una ODUflex con ancho de banda variable.

15 La ODUflex es capaz de transportar un servicio CBR (Constant Bit Rate, velocidad de bits constante) y un servicio de paquetes de cualquier velocidad. Cuando se utiliza la ODUflex para transportar el servicio de paquete, generalmente se utiliza una manera de encapsulación GFP (Generic Framing Procedure, procedimiento de entramado genérico) para encapsular el servicio de paquete en la ODUflex. Como el tráfico del servicio de paquete tiene una característica de variación en tiempo no real, en diferentes períodos de tiempo, la ODUflex necesita proporcionar diferentes anchos de banda para satisfacer el tráfico diferente del servicio de paquete y necesita realizar el ajuste de ancho de banda de túnel ODUflex en un caso que el servicio de paquete no se interrumpe. Es decir, cuando se aumenta el tráfico del servicio de paquete, es necesario añadir un cierto número de intervalos afluente (Tributary Slot) en un camino ODUflex; cuando se reduce el tráfico del servicio de paquete, un cierto número de intervalos afluente necesitan ser eliminados en el camino ODUflex.

20 Durante el ajuste de ancho de banda, para no afectar a la transmisión de una señal cliente, generalmente se requiere que la ODUflex pueda implementar un ajuste de ancho de banda sin interrupciones, es decir, se requiere no afectar a la señal cliente y luego causar pérdidas de paquetes durante un proceso de ajuste.

Un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex en la técnica anterior es el siguiente:

30 A través de un sistema de gestión de red, un intervalo afluente ajustado (agregado o eliminado) en cada uno de los enlaces se designa manualmente nodo por nodo. Por ejemplo, en un caso en que se aumenta un ancho de banda ODUflex, durante un proceso de ajuste de ancho de banda, un administrador de red selecciona un intervalo afluente inactivo de cada uno de los enlaces y se envía un comando de aumento de ancho de banda sin interrupciones ODUflex a cada uno de los nodos a través del sistema de gestión de red, donde el comando contiene un número de serie del intervalo afluente seleccionado y, después de recibir el comando, cada uno de los nodos agrega un intervalo afluente correspondiente de acuerdo con el comando de aumento de ancho de banda sin interrupciones.

La técnica anterior tiene las siguientes desventajas:

35 En el proceso de ajuste de ancho de banda de la ODUflex, se necesita participación manual, y el intervalo afluente ajustado en cada uno de los enlaces debe designarse manualmente. Por lo tanto, se produce fácilmente un error de configuración. Por ejemplo, en dos nodos A y B adyacentes, si los números de serie de los intervalos afluente designados son diferentes, se produce un error.

45 El documento XP031704652 da a conocer que la unidad de datos de canal óptico flexible (ODUflex) es una nueva técnica en la red de transporte óptico (OTN) utilizada para reemplazar la concatenación virtual (VCAT). Para los clientes de paquete, será ventajoso que ODUflex tenga la capacidad de redimensionamiento sin impacto como el esquema de ajuste de capacidad de enlace (LCAS). Se propone un esquema novedoso en el documento con este fin. El esquema propuesto diseña la nueva tara (OH) y el nuevo protocolo para lograr el redimensionamiento sin impacto ODUflex. Además, se puede implementar fácilmente en aplicaciones prácticas.

El documento XP015071689 da a conocer un nuevo enfoque al anuncio de ancho de banda de Conmutador General de Etiquetas Multiprotocolo (GMPLS) con el objetivo de proporcionar los Elementos de Red (NE) y los Elementos de

Cálculo de Camino (PCE) con todos los datos necesarios para la minimización de reencaminamientos automáticos y la optimización de escalabilidad. Un nuevo protocolo de encaminamiento de Primer Camino Más Corto - Ingeniería de Tráfico (OSPF-TE) sub-tlv se define para el anuncio de ancho de banda por tipo de servicio.

5 El documento XP015069962 da a conocer que en G.709 se ha considerado el interfuncionamiento entre regiones con 1,25G TS y 2,5G TS. La multiplexación/demultiplexación en múltiples etapas sería deseable para facilitar la introducción de nuevas señales ODU0 y ODUflex a una red existente sin tener que actualizar todos los nodos de la red. Por lo tanto, ODU0/ODUflex se puede mapear en ODU1/ODU2/ODU3 y transitar a través de la región 2,5G TS. La multiplexación/demultiplexación en múltiples etapas también se utilizan para soportar las aplicaciones OTN multidominio basadas en el diseño del túnel. Si hay un gran número de circuitos que comparten los mismos puntos de terminación (o incluso parte de un camino general), puede ser conveniente desde una perspectiva de gestión primero multiplexar las ODU0, ODU1 y ODUflex en ODU2 u ODU3 para minimizar el número de conexiones que deben hacerse en los nodos intermedios. La ODU2/ODU3 crea eficazmente un túnel a través de la red ODU4 que las ODU0, ODU1 y ODUflex pueden usar. Se describen los requisitos de la configuración de multiplexación en etapas múltiples asociada con algunos escenarios específicos en la red de transporte óptico G.709.

15 El documento XP015069879 da a conocer que el progreso reciente en la estandarización G.709 de la Recomendación de UIT-T ha introducido nuevos contenedores ODU (ODU0, ODU4, ODU2e y ODUflex) y flexibilidad de red de transporte óptico (OTN) mejorada. Varios documentos recientes han propuesto formas de modificar los protocolos de señalización GMPLS para soportar estas nuevas características OTN. Es importante que se desarrolle una única solución para su uso en los protocolos de señalización y encaminamiento GMPLS. Esta solución debe soportar las capacidades de multiplexación de ODUk, abordar todas las características nuevas, ser aceptable para todos los proveedores de equipos y ser ampliable teniendo en cuenta la evolución continua de OTN. Se describen las ampliaciones a la señalización de Conmutación General de Etiquetas Multiprotocolo (GMPLS) para controlar la evolución de las Redes de Transporte Óptico (OTN) que abordan la multiplexación ODUk y nuevas características que incluyen ODU0, ODU4, ODU2e y ODUflex.

25 **SUMARIO DE LA INVENCION**

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método, dispositivo y sistema de ajuste de ancho de banda sin interrupciones, para evitar problemas provocados por el ajuste manual del ancho de banda, tal como una baja velocidad de operación y fácil aparición de un error.

Las realizaciones de la presente invención se implementan a través de las siguientes soluciones técnicas:

30 Una realización de la presente invención proporciona un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones para una red de transporte óptico, que incluye:

recibir, por un nodo descendente de un camino ODUflex de unidad de datos de canal óptico de ancho de banda variable, un mensaje de solicitud desde un nodo ascendente del camino ODUflex, donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y el mensaje de solicitud se envía por un primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo a un último nodo;

40 guardar, por el nodo descendente, la información de control de un LSP después del ajuste, en donde la información de control comprende el ID de túnel, la información de ancho de banda después del ajuste y el nuevo ID de LSP;

45 buscar, por el nodo descendente de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo descendente y un nodo ascendente adyacente y seleccionar un intervalo afluente que necesita ser ajustado; e

50 indicar, por el nodo descendente y a través de una etiqueta, un intervalo afluente después del ajuste del nodo ascendente adyacente o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado y enviar un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos, de modo que el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente.

Una realización de la presente invención proporciona un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones para una red de transporte óptico, que incluye:

5 recibir, por un nodo descendente de un camino ODUflex de unidad de datos de canal óptico de ancho de banda variable, un mensaje de solicitud desde un nodo ascendente, donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y la información de ajuste de intervalo afluente incluye un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente que necesita ser ajustado y es seleccionado por el nodo ascendente;

guardar, por el nodo descendente, la información de control de un LSP después del ajuste, en donde la información de control del LSP comprende el ID de túnel, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y la etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente;

15 enviar, por el nodo descendente, un primer comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente, y en un caso que el nodo actual no es un último nodo del camino ODUflex, buscar de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda después del ajuste con la información de ancho de banda antes del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo descendente y un siguiente nodo adyacente a este nodo descendente, determinar la información de ajuste de intervalo afluente de acuerdo con la cantidad de intervalos afluente que necesitan ser ajustados y continuar enviando, al siguiente nodo, un mensaje de solicitud que transporta el ID de túnel del camino ODUflex, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo descendente;

25 enviar, por el nodo descendente, un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos; y

realizar, por el plano de datos, el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente, donde el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el nodo flujo descendente de acuerdo con el primer comando de ajuste de ranura de afluente, y ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo descendente y el siguiente nodo adyacente de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

Una realización de la presente invención proporciona un dispositivo de nodo en un camino ODUflex, donde el dispositivo de nodo incluye:

35 una unidad de recepción, configurada para recibir un mensaje de solicitud desde un nodo ascendente del camino ODUflex, donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex;

40 una unidad de guardado, configurada para guardar la información de control de un LSP después del ajuste, en donde la información de control comprende el ID de túnel, la información de ancho de banda después del ajuste y el nuevo ID de LSP;

45 una unidad de asignación de intervalo afluente, configurada para buscar de acuerdo con el identificador de túnel, para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el dispositivo de nodo y un nodo ascendente adyacente, y seleccionar un intervalo afluente que necesita ser ajustado; y

50 una unidad de indicación, configurada para indicar, a través de una etiqueta, un intervalo afluente después del ajuste del nodo ascendente adyacente o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado, y enviar un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos, de modo que el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente.

Una realización de la presente invención proporciona un dispositivo de nodo en un camino ODUflex, donde el dispositivo de nodo incluye:

5 una segunda unidad de recepción, configurada para recibir un mensaje de solicitud enviado por un nodo ascendente, donde el mensaje de solicitud transporta un ID de túnel identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y la información de ajuste de intervalo afluente comprende un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente que necesita ser ajustado y seleccionado por el nodo ascendente;

10 una unidad de guardado, configurada para guardar la información de control, en donde la información de control comprende el ID de túnel, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y la etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente;

15 una unidad de asignación de intervalo afluente, configurada para: en un caso que un nodo actual no es un último nodo del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda después del ajuste del camino ODUflex con la información de ancho de banda antes del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo actual y un siguiente nodo adyacente, y determinar la información de ajuste de intervalo afluente de acuerdo con el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados, donde la información de ajuste de intervalo afluente incluye: un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado;

20 una unidad de envío, configurada para enviar un mensaje de solicitud a un nodo descendente, donde el mensaje de solicitud transporta el identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo actual, y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex; y

25 una unidad de indicación, configurada para enviar un primer comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo actual y el siguiente nodo adyacente de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente, configurada además para enviar un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente en el mensaje de solicitud recibido por la segunda unidad de recepción, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el nodo actual de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

35 A partir de las soluciones técnicas proporcionadas por las realizaciones de la presente invención se puede ver que la solución de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex descrita en las realizaciones implementa el ajuste automático de ancho de banda sin interrupciones ODUflex sin la necesidad de participación manual y, por lo tanto, los problemas causados por el ajuste de ancho de banda manual, tal como una carga de trabajo pesada y un error de configuración. Además, debido a que no es necesario enviar manualmente un comando de ajuste nodo por nodo durante un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, se aumenta la velocidad de ajuste de ancho de banda y se satisface rápidamente un requisito de ajuste de ancho de banda de un cliente.

40 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones de acuerdo con la Realización 1 de la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático de un proceso de aumento de ancho de banda sin interrupciones de acuerdo con la Realización 1 de la presente invención;

45 la FIG. 3 es un diagrama esquemático de un proceso de reducción de ancho de banda sin interrupciones de acuerdo con la Realización 2 de la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama de flujo de un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones de acuerdo con la Realización 2 de la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama esquemático de un proceso de aumento de ancho de banda sin interrupciones de acuerdo con la Realización 3 de la presente invención;

la FIG. 6 es un diagrama esquemático de un proceso de reducción de ancho de banda sin interrupciones de acuerdo con la Realización 4 de la presente invención;

5 la FIG. 7 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de nodo de acuerdo con la Realización 3 de la presente invención;

la FIG. 8 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo de nodo de acuerdo con la Realización 3 de la presente invención;

10 la FIG. 9 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de nodo de acuerdo con la Realización 4 de la presente invención;

la FIG. 10 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo de nodo de acuerdo con la Realización 4 de la presente invención;

la FIG. 11 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo de nodo de acuerdo con la Realización 4 de la presente invención; y

15 la FIG. 12 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo de nodo de acuerdo con la Realización 4 de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

20 Lo siguiente describe 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. Puede entenderse que las realizaciones descritas son meramente una parte en lugar de todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones obtenidas sin esfuerzos creativos por personas con experiencia ordinaria en la técnica basadas en las realizaciones de la presente invención, caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

Realización 1

25 La Realización 1 de la presente invención proporciona un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones. En esta realización, que un nodo descendente de cada uno de los enlaces asigna un intervalo afluente se toma como ejemplo para ilustración. Como se muestra en la FIG. 1, están incluidos los siguientes pasos:

30 Paso 10: Un nodo descendente de un camino ODUflex recibe un mensaje de solicitud de un nodo ascendente del camino ODUflex, donde el mensaje de solicitud transporta un ID de túnel (identificador de túnel) del camino ODUflex y la información de ancho de banda después del ajuste, y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex.

El mensaje de solicitud es enviado por un primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo a un último nodo.

35 El primer nodo del camino ODUflex asigna un nuevo ID de LSP (identificador de intercambio de rutas por etiqueta) al camino ODUflex después del ajuste, mientras que el ID de túnel permanece sin cambios, y el nuevo ID de LSP se transporta en el mensaje de solicitud. Es decir, en un plano de control, un LSP después del ajuste de ancho de banda y un LSP antes del ajuste de ancho de banda se consideran dos LSP (los ID de LSP son diferentes), pero pertenecen a una misma Sesión (los ID de túnel son los mismos).

40 En una realización, el mensaje de solicitud puede ser un mensaje de Camino (ruta) en el protocolo RSVP-TE (Resource ReserVation Protocol-Traffic Engineering, protocolo de reserva de recursos - ingeniería de tráfico). Un bit indicador SE (Shared Explicit Style, estilo explícito compartido) existente puede ajustarse a 1 en un Objeto Atributo Sesión (session attribute object) en el mensaje de Camino, para indicar implícitamente que el mensaje se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones del ancho de banda de la ODUflex; y también puede agregarse nuevamente un bit indicador al mensaje de Camino, a fin de indicar explícitamente que el mensaje se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones del ancho de banda de la ODUflex.

Paso 11: El nodo descendente busca de acuerdo con el ID de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, compara la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determina la cantidad de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo descendente y un nodo ascendente adyacente, y selecciona un intervalo afluente que necesita ser ajustado.

Debido a que el ID de túnel del camino ODUflex no cambia antes ni después del ajuste de ancho de banda, cada uno de los nodos que recibe el mensaje de solicitud puede encontrar, de acuerdo con el ID de túnel y en el plano de control, la información de control antes del ajuste de ancho de banda y puede obtener a partir de la información de control antes del ajuste de ancho de banda, la información de ancho de banda antes del ajuste. Al comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, se puede determinar si este ajuste de ancho de banda es un aumento de ancho de banda o una reducción de ancho de banda, a fin de determinar cómo ajustar el intervalo afluente. Si un ancho de banda después del ajuste es mayor que un ancho de banda antes del ajuste, el número de intervalos afluente necesita ser aumentado; si el ancho de banda después del ajuste es menor, necesita ser reducido.

La determinación del número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para el enlace entre el nodo descendente y el nodo ascendente adyacente y la selección del intervalo afluente que necesita ser ajustado es la siguiente: El nodo descendente de cada uno de los enlaces determina, de acuerdo con un resultado de comparar el ancho de banda antes del ajuste con el ancho de banda después del ajuste, el número de intervalos afluente que esta vez necesitan ser ajustados para este enlace y de acuerdo con el número determinado de intervalos afluente que necesitan ser ajustados, asigna el intervalo afluente que necesita ser ajustado. Un ancho de banda que puede proporcionar cada una de los intervalos afluente es un recurso de transporte de 1,25 Gbps. Por ejemplo, para un enlace ODU A-B, un nodo B de flujo descendente determina, comparando los anchos de banda antes y después del ajuste, que un ancho de banda de intervalo afluente antes del ajuste, el número de intervalos afluente que necesita añadir para este ODUflex. Si este ODUflex ocupa originalmente los intervalos afluente numerados 2, 3 y 4 en el enlace A-B, el nodo B puede seleccionar aleatoriamente un intervalo afluente inactivo en el enlace, por ejemplo, seleccionar un intervalo afluente numerado 1 y añadir el intervalo afluente numerado 1 a una conexión de enlace, Conexión de Enlace, de la ODUflex entre A y B. La conexión de enlace hace referencia a una entidad de transporte utilizada para transportar un determinado servicio en un segmento de un enlace. Por ejemplo, se utilizan uno o más intervalos afluente en un enlace ODU para transportar un servicio ODUflex, y luego, una entidad de transporte formada por el uno o más intervalos afluente se denomina conexión de enlace de una ODUflex en este enlace.

Después de recibir el mensaje de solicitud, cada uno de los nodos en el camino ODUflex crea un estado de control en el plano de control para el camino después del ajuste y guarda la información de control, donde la información de control guardada incluye el ID de túnel y la información de ancho de banda después del ajuste y además incluye el ID de LSP. En una red de transporte inteligente, cada uno de los nodos puede estar dividido lógicamente en dos partes: una parte del plano de control y una parte del plano de datos. La parte del plano de control se utiliza para ejecutar operaciones tales como obtener la información del plano de datos, enviar, recibir y procesar un mensaje de protocolo de plano de control y enviar un comando a un plano de datos; mientras que la parte del plano de datos proporciona un ancho de banda de transporte y ejecuta una operación de reenvío de datos de usuario. Para un dispositivo OTN, su plano de datos necesita procesar un byte de tara para implementar una función específica del plano de datos, tal como la monitorización de rendimiento y de fallos. Un plano de control de un nodo puede interconectarse con otro nodo a través de un túnel de control; y un plano de datos del nodo puede interconectarse con otro nodo a través de un enlace de datos. En una red OTN, el enlace de datos puede ser un enlace ODU.

Paso 12: El nodo descendente indica la información de ajuste de intervalo afluente al nodo ascendente adyacente a través de una etiqueta y envía un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos, de modo que el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente.

La información de ajuste de intervalo afluente incluye: un intervalo afluente después del ajuste o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado.

Que el nodo descendente indique la información de ajuste de intervalo afluente al nodo ascendente adyacente a través de la etiqueta incluye que:

El nodo descendente envía, al nodo ascendente, un mensaje de respuesta que transporta una etiqueta antigua y una etiqueta nueva, donde la etiqueta nueva contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex después del ajuste en un enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente, y la etiqueta antigua contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex antes del ajuste en el enlace entre el nodo ascendente y

el nodo descendente; y luego el nodo ascendente compara la etiqueta nueva con la etiqueta antigua para conocer el intervalo afluente que necesita ser ajustado; o

5 el nodo descendente envía, al nodo ascendente, un mensaje de respuesta que transporta una etiqueta nueva, donde la etiqueta nueva contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex después del ajuste en un enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente; y luego el nodo ascendente busca de acuerdo con el ID de túnel en el mensaje de solicitud para obtener una etiqueta antigua del camino ODUflex, donde la etiqueta antigua contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex antes del ajuste en el enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente; y compara la etiqueta nueva con la etiqueta antigua para conocer el intervalo afluente que necesita ser ajustado; o

10 el nodo descendente envía un mensaje de respuesta en sentido ascendente que transporta una etiqueta nueva, donde la etiqueta nueva contiene el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado e indica si este ajuste de intervalo afluente es un aumento del número de intervalos afluente o una reducción del número de intervalos afluente.

15 Cada uno de los nodos en el camino ODUflex guarda la etiqueta nueva en un estado de control correspondiente al camino ODUflex después del ajuste.

Después de determinar la información de ajuste de intervalo afluente, cada uno de los nodos en el camino ODUflex envía un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos. Es decir, después de determinar la información de ajuste de intervalo afluente, el nodo ascendente y el nodo descendente de un enlace envían un comando de ajuste de intervalo afluente a sus respectivos planos de datos.

20 Que el plano de datos realice el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente incluye que:

Si el comando de ajuste de intervalo afluente es un comando de aumento de intervalo afluente, el plano de datos realiza el ajuste de velocidad de bits ODUflex después de que se complete el ajuste de intervalo afluente de todas las conexiones de enlace en el camino ODUflex; y

25 si el comando de ajuste de intervalo afluente es un comando de reducción de intervalo afluente, el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente de una conexión de enlace en el camino ODUflex después de completar el ajuste de velocidad de bits ODUflex.

30 Cada uno de los nodos en el camino ODUflex guarda, en el estado de control correspondiente al camino ODUflex después del ajuste, la información de un intervalo afluente que es utilizado por el camino ODUflex después del ajuste.

35 El plano de datos notifica al plano de control después de completar el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits. Si el plano de control recibe una notificación de que el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits se completan con éxito, el primer nodo del camino ODUflex envía un mensaje de indicación de eliminación a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo, para eliminar, en el plano de control, un estado de control correspondiente a un LSP antes del ajuste de ancho de banda.

Si el plano de control recibe una indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o una indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos, la realización de la presente invención proporciona un mecanismo de restauración, que incluye:

40 El primer nodo del camino ODUflex envía un mensaje de indicación de restauración a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo; y

después de recibir el mensaje de indicación de restauración, cada uno de los nodos en el camino ODUflex evalúa si el ajuste de intervalo afluente del plano de datos tiene éxito previamente, y si tiene éxito, ejecuta una operación de restauración de ajuste de intervalo afluente y restaura un estado antes del ajuste de intervalo afluente, es decir, elimina un intervalo afluente añadido o añade un intervalo afluente eliminado a una conexión de enlace.

45 Mientras tanto, si el plano de control recibe la indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o la indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos, cada uno de los nodos en el camino

ODUflex elimina además, en el plano de control, un estado de control correspondiente a un LSP después del ancho de banda ajuste.

5 La solución de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex descrita en esta realización implementa el ajuste automático de ancho de banda sin interrupciones ODUflex sin la necesidad de participación manual y, por lo tanto, se evitan los problemas causados por el ajuste manual de ancho de banda, como una carga de trabajo pesada y un error de configuración. Además, debido a que no es necesario enviar manualmente un comando de ajuste nodo por nodo durante un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, se aumenta la velocidad de ajuste de ancho de banda y se satisface rápidamente un requisito de ajuste de ancho de banda de un cliente.

10 Mientras tanto, la realización de la presente invención proporciona el mecanismo de restauración, donde en un caso de fallo de ajuste se puede restaurar un estado antes del ajuste, lo que aumenta eficazmente la fiabilidad del ajuste de ancho de banda sin interrupciones de ODUflex.

Para una comprensión adicional de la Realización 1 de la presente invención, lo siguiente describe la solución de la Realización 1 en detalle usando ejemplos específicos.

15 Ejemplo 1: Lo que se muestra en la FIG. 2 se toma como ejemplo y es un procedimiento de aumento de ancho de banda.

20 Se supone que existe un camino ODUflex con un ancho de banda de 3,75 Gbps entre los nodos A, B y C, se han asignado su ID de túnel e ID de LSP, cada uno de los nodos guarda un estado de control de una ODUflex antes del ajuste de ancho de banda, donde el estado de control de la ODUflex antes del ajuste de ancho de banda incluye el ID de túnel, el ID de LSP y un parámetro de tráfico (utilizado para describir un valor de ancho de banda de la ODUflex) de la ODUflex, y un valor de etiqueta de la ODUflex en cada uno de los enlaces (utilizado para describir un intervalo afluente ocupado por la ODUflex en cada uno de los enlaces). Si un primer nodo A de la ODUflex recibe un comando que requiere un aumento de un ancho de banda de la ODUflex a 5 Gbps, un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones es el siguiente:

25 (1) El primer nodo A asigna un nuevo ID de LSP al camino ODUflex, mientras que el ID de túnel permanece sin cambios.

30 (2) El nodo A envía un mensaje de Camino en sentido descendente nodo por nodo, a un último nodo C. El mensaje de Camino que transporta el ID de túnel, el nuevo ID de LSP y un nuevo parámetro de tráfico (utilizado para describir un ancho de banda de la ODUflex después del ajuste, es decir, 5 Gbps), e indica que este mensaje es un mensaje de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex.

El nodo A crea un estado de control en un plano de control para un LSP después del ajuste, guarda la información de control del LSP, donde la información de control del LSP incluye el ID de túnel, el nuevo ID de LSP, el nuevo parámetro de tráfico y así sucesivamente.

35 (3) Cada uno de los nodos recibe el mensaje de Camino, crea un estado de control en un plano de control del LSP después del ajuste y guarda la información de control del LSP.

40 (4) El último nodo C conoce, de acuerdo con una "indicación de ajuste sin interrupciones ODUflex" en el mensaje recibido, que el ajuste de ancho de banda ODUflex necesita ser realizado. El nodo C encuentra, de acuerdo con el ID de túnel y en un plano de control, un estado de control correspondiente a un LSP antes del ajuste, a fin de obtener, a partir del estado de control correspondiente al LSP antes del ajuste, un parámetro de tráfico del LSP antes del ajuste, compara el parámetro de tráfico del LSP antes del ajuste con el nuevo parámetro de tráfico y calcula que el ancho de banda se incrementa en 1,25 Gbps. Por lo tanto, un intervalo afluente necesita ser añadido. En consecuencia, el nodo C selecciona un nuevo intervalo afluente inactivo en un enlace B-C, por ejemplo un intervalo afluente numerado 4, y envía un mensaje de Resv (Reservation, reserva) a un nodo B, donde el mensaje contiene una etiqueta nueva, y la etiqueta indica un intervalo afluente utilizado por la ODUflex en el enlace B-C después del ajuste de ancho de banda, por ejemplo las etiquetas numeradas 1, 2, 3, y 4. Además, el mensaje de Resv puede contener tanto la etiqueta nueva como una etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace B-C.

50 (5) En el plano de control, el último nodo C guarda, a un estado de control correspondiente al LSP después del ajuste, la información del intervalo afluente utilizado por la ODUflex después del ajuste de ancho de banda; y, al mismo tiempo, activa el protocolo LCR (Link Connection Resizing, redimensionamiento de conexión de enlace) que

se ejecuta de un plano de datos del nodo C, para añadir un intervalo afluente reservado recientemente a una conexión de enlace entre B y C;

La realización de la presente invención no limita una secuencia de la operación que el nodo C envía el mensaje de Resv al nodo B, la operación que el nodo C guarda, en su plano de control, la información del intervalo afluente utilizado por la ODUflex después del ajuste y la operación de activar el LCR por el nodo C en su plano de datos.

(6) El nodo B recibe el mensaje de Resv, y conoce, de acuerdo con un valor de la etiqueta, una etiqueta de un intervalo afluente numerada 1, 2, 3, o 4 y utilizada en el enlace B-C. A continuación, el nodo B encuentra, de acuerdo con el ID de túnel y en un plano de control, la información de control correspondiente al LSP antes del ajuste, obtiene, a partir de la información de control correspondiente al LSP antes del ajuste, la etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace B-C y compara la etiqueta antigua con la etiqueta nueva, a fin de conocer el intervalo afluente añadido recientemente en el enlace B-C. Alternativamente, si el mensaje de Resv recibido por el nodo B contiene además la etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace B-C, el nodo B compara directamente la etiqueta nueva con la etiqueta antigua, a fin de conocer el intervalo afluente añadido recientemente en el enlace B-C.

(7) En el plano de control, el nodo B guarda, a un estado de control correspondiente al LSP después del ajuste, la información del intervalo afluente utilizado por la ODUflex después del ajuste de ancho de banda; y, al mismo tiempo, activa el protocolo LCR que se ejecuta de un plano de datos del nodo B, para añadir el intervalo afluente reservado recientemente a la conexión de enlace entre B y C.

Un proceso específico que los nodos B y C ejecutan LCR en sus planos de datos es el siguiente: los nodos B y C transportan, en los planos de datos OTN, el protocolo LCR a través de un primer byte de tara en una trama ODU, realizan un protocolo de enlace entre sí, y en una multitrama ODU siguiente después de la finalización del protocolo de enlace, añade un intervalo afluente añadido recientemente a la conexión de enlace ODUflex; y después del éxito, cambia una manera encapsulación GMP (Generic Mapping Procedure, procedimiento de mapeo genérico) a un modo especial (special mode), donde en este modo, un plano de datos de un nodo permite el ajuste a realizar en una velocidad de bits de la ODUflex.

(8) De la misma manera, el nodo B y el nodo A reservan también un nuevo intervalo afluente en un enlace A-B, por ejemplo, un intervalo afluente numerado 1, y activan el protocolo LCR en los planos de datos.

(9) Después de que el protocolo LCR se ha completado en los planos de datos en todos los enlaces a través de los cuales pasa la ODUflex, el primer nodo A se activa automáticamente para realizar el protocolo BWR (BandWidth Resizing, redimensionamiento de ancho de banda), para completar un aumento de la velocidad de la ODUflex.

El protocolo BWR se transporta en un plano de datos OTN a través de un segundo byte de tara en la trama ODU. Un proceso que el primer nodo A se activa automáticamente para realizar el protocolo BWR es como sigue:

(a) Después de recibir el mensaje de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, antes de iniciar el protocolo LCR, cada uno de los nodos bloquea el segundo byte de tara utilizado por el protocolo BWR, es decir, ignora la información en el byte de tara para el transporte de BWR, de modo que la información en el byte de tara BWR no puede ser transferida a un siguiente nodo.

(b) Entre nodos adyacentes, por ejemplo, entre A y B o entre B y C, después de que el protocolo LCR es ejecutado con éxito, el bloqueo del byte de tara BWR se detiene, es decir, el byte de tara BWR se transfiere de forma transparente.

(c) Después de que todos los nodos completan el LCR, un byte de tara BWR del primer nodo A puede ser transferido de forma transparente al último nodo C, y el último nodo C también responde con un byte de tara BWR después de la recepción. Después de recibir un mensaje de respuesta BWR, el primer nodo A ajusta la velocidad de ODUflex en una multitrama ODU siguiente, y después de que el ajuste tiene éxito, indica el éxito de ajuste a través de una tara BWR. Después de recibir una indicación de éxito de BWR, cada uno de los nodos del camino ODUflex cierra el modo especial GMP.

(10) Después de completar con éxito el protocolo BWR en un plano de datos, el primer nodo A notifica su plano de control.

(11) El primer nodo A envía un mensaje de RomperCamino a un nodo descendente salto por salto, para eliminar, en el plano de control, el LSP antes del ajuste de ancho de banda, es decir, elimina, en el plano de control, el estado de control correspondiente al LSP antes del ajuste.

5 Cabe destacar que, no se puede anidar el proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex. Es decir, para un mismo servicio ODUflex, después de iniciar el primer ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, y antes de completar el ajuste, el primer nodo no puede iniciar una siguiente operación de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex. En consecuencia, en el proceso de ajuste sin interrupciones ODUflex, en el plano de control de cada uno de los nodos, se pueden guardar a lo sumo dos estados de control para el camino ODUflex, uno utilizado para guardar la información de control del LSP antes del ajuste y el otro para guardar la información de control del LSP después del ajuste.

10 En el plano de datos, si hay un fallo en la ejecución LCR, que provoca que el nodo A no puede iniciar el protocolo BWR antes de que expire el tiempo (es decir, en un período de tiempo después de iniciar el ajuste de ancho de banda ODUflex, el nodo A no recibe el mensaje de respuesta BWR), o si el nodo A falla después de ejecutar el protocolo BWR, el nodo A envía el mensaje de RomperCamino al nodo descendente nodo por nodo, indica la eliminación del estado de control correspondiente al LSP después del ajuste y realiza una operación de restauración en el plano de datos. Un nodo que recibe el mensaje de RomperCamino primero evalúa si el LCR entre el nodo actual y un nodo ascendente se ejecuta con éxito previamente; Si tiene éxito, tiene que ejecutar el protocolo LCR de nuevo y eliminar un intervalo afluente añadido previamente de una conexión de enlace; si no tiene éxito, no necesita realizar una operación de restauración en un plano de control. Además, cada uno de los nodos elimina además el estado de control correspondiente al LSP después del ajuste y creado previamente en el plano de control.

Ejemplo 2: Lo que se muestra en la FIG. 3 se toma como un ejemplo y es un procedimiento de reducción de ancho de banda.

25 Se supone que existe un camino ODUflex con un ancho de banda de 5 Gbps entre los nodos A, B y C, su ID de túnel e ID de LSP se han asignado, cada uno de los nodos guarda un estado de control de una ODUflex antes del ajuste de ancho de banda, donde el estado de control de la ODUflex antes del ajuste de ancho de banda incluye el ID de túnel, el ID de LSP y un parámetro de tráfico (utilizado para describir un valor de ancho de banda de la ODUflex) de la ODUflex y un valor de etiqueta de la ODUflex en cada uno de los enlaces (utilizado para describir un intervalo afluente ocupado por la ODUflex en cada uno de los enlaces). Si un primer nodo A de la ODUflex recibe un comando que requiere una reducción de un ancho de banda de la ODUflex a 3,75 Gbps, un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones es relativamente similar al proceso de aumento de ancho de banda en el Ejemplo 1, donde las principales diferencias son como siguen:

30 (1) En un plano de control, un valor de ancho de banda en un nuevo parámetro de tráfico en un mensaje de Camino es menor que un original y cada uno de los nodos compara los anchos de banda nuevos y antiguos para saber que el ancho de banda necesita ser reducido. En un mensaje de Resv, un intervalo afluente a eliminar se obtiene mediante la comparación de una etiqueta nueva con una etiqueta antigua, o una etiqueta nueva transporta directamente un intervalo afluente a eliminar.

(2) En un plano de datos, un proceso de reducción de ancho de banda es lo contrario de un proceso de aumento de ancho de banda y requiere que se reduzca una velocidad de la ODUflex y luego se elimine un intervalo afluente de una conexión de enlace. Un procedimiento específico es:

40 Cada uno de los nodos en el camino ODUflex recibe el mensaje de Resv y después de determinar el intervalo afluente que necesita ser eliminado, en el plano de datos, la primera ejecución de LCR para realizar la inicialización de redimensionamiento de conexión de enlace, que es específicamente: Cada uno de los nodos en el camino ODUflex bloquea un segundo byte de tara utilizado por el protocolo BWR; entonces, se realiza un protocolo de enlace del protocolo LCR entre cada uno de los pares de nodos adyacentes y después de completar el protocolo de enlace, dos nodos adyacentes cambian una manera de encapsulación GMP a un modo especial y luego se detiene el bloqueo de BWR, es decir, transfieren transparentemente un byte de tara BWR mientras suspenden temporalmente el protocolo LCR.

50 Después de que se inicializa con éxito el LCR de todos los enlaces a través de los cuales pasa la ODUflex, se ejecuta el BWR entre el primer nodo A y un último nodo C para reducir la velocidad de la ODUflex, que específicamente es: Después de que se inicializa con éxito el LCR de todos los enlaces a través de los cuales pasa la ODUflex, un byte de tara BWR del primer nodo A puede ser transferido de forma transparente al último nodo C y el último nodo C también responde con un byte de tara BWR después de la recepción; después de recibir un mensaje de respuesta BWR, el primer nodo A ajusta la velocidad ODUflex en una multitrama ODU siguiente y

después del ajuste con éxito, indica el éxito del ajuste a través de una tara de BWR a cada uno de los nodos en el camino ODUflex.

5 Finalmente, el protocolo LCR se ejecuta en cada uno de los nodos a través de los cuales pasa la ODUflex y se elimina un intervalo afluente designado previamente de una conexión de enlace correspondiente. Específicamente, después de recibir una indicación de éxito de BWR, cada uno de los nodos del camino ODUflex cierra un modo especial GMP y, al mismo tiempo, cada uno de los pares de nodos adyacentes elimina el intervalo afluente designado de la conexión de enlace de la ODUflex en la multitrama ODU siguiente después del protocolo de enlace del protocolo de LCR.

10 Si se produce una anomalía cuando el plano de datos realiza el LCR o el BWR y causa que el ajuste de ancho de banda no tenga éxito, necesita ser realizada una operación de restauración y se restaura un estado antes del ajuste de ancho de banda, que es específicamente como sigue:

(1) Después de recibir un mensaje de respuesta Resv, el primer nodo A espera a un resultado del ajuste de ancho de banda de un plano de datos. Si el ajuste de ancho de banda del plano de datos del nodo A no tiene éxito, se informa de un error de ajuste a un plano de control del nodo A.

15 (2) El nodo A envía un mensaje de RomperCamino a lo largo de una dirección LSP nodo por nodo a un nodo descendente para solicitar que se elimine un LSP después del ajuste de ancho de banda en el plano de control, es decir, que un estado de control del LSP después del ajuste de ancho de banda se elimina en el plano de control.

20 (3) Cada uno de los nodos que recibe el mensajes evalúa si una operación de reducción de intervalo afluente anterior tiene éxito; si tiene éxito, tiene que ejecutar el protocolo LCR de nuevo y añade de nuevo un intervalo afluente eliminado a una conexión de enlace; si no tiene éxito, no necesita esta operación de restauración. Al mismo tiempo, cada uno de los nodos elimina un estado de control que es del LSP después del ajuste de ancho de banda y se crea previamente en el plano de control.

Realización 2

25 Una diferencia entre esta realización y la Realización 1 es que, que un nodo ascendente de cada uno de los enlaces en un camino ODUflex asigna un intervalo afluente, se toma como un ejemplo para la ilustración de esta realización. Como se muestra en la FIG. 4, se incluyen los siguientes pasos:

30 Paso 40: Un nodo ascendente de un camino ODUflex envía un mensaje de solicitud a un nodo descendente, donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente; y, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y la información de ajuste de intervalo afluente incluye un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente que necesita ser ajustado y es seleccionado por el nodo ascendente.

35 El mensaje de solicitud es enviado primero por un primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex a un nodo adyacente al primer nodo.

40 Después de determinar la información de ajuste de intervalo afluente, el nodo ascendente guarda, para un estado de control correspondiente a un LSP después del ajuste, la información de un intervalo afluente utilizado por una ODUflex después del ajuste de ancho de banda; y, al mismo tiempo, activa el Protocolo LCR que se ejecuta de un plano de datos del nodo ascendente para realizar el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex.

45 El primer nodo del camino ODUflex asigna un nuevo ID de LSP (identificador de intercambio de rutas por etiqueta) al camino ODUflex después del ajuste, mientras que el ID de túnel se mantiene sin cambios y el nuevo ID de LSP se transporta en el mensaje de solicitud. Es decir, en un plano de control, un LSP después del ajuste de ancho de banda y un LSP antes del ajuste de ancho de banda son considerados como dos LSP (los ID de LSP son diferentes), pero pertenecen a una misma sesión Sesión (los ID de túnel son los mismos).

En una realización, el mensaje de solicitud puede ser un mensaje de Camino en el protocolo RSVP-TE. Un bit indicador de SE (Shared Explicit Style, estilo explícito compartido) existente puede ajustarse a 1 en un objeto de

Objeto Atributo Sesión en el mensaje de Camino, a fin de indicar implícitamente que el mensaje se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones del ancho de banda de la ODUflex; y un bit indicador también puede ser añadido recientemente en el mensaje de Camino, a fin de indicar explícitamente que el mensaje se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones del ancho de banda de la ODUflex.

5 Un método para cada uno de los nodos del camino ODUflex para determinar la información de ajuste de intervalo
 afluente es el mismo que el método que es para determinar la información de ajuste de intervalo afluente cuando un
 nodo descendente asigna un intervalo afluente y se describe en la Realización 1, e incluye: buscar de acuerdo con el
 ID de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la
 10 información de ancho de banda después del ajuste con la información de ancho de banda antes del ajuste,
 determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados entre el nodo y un nodo descendente
 adyacente, y seleccionar, de acuerdo con el número de intervalos afluente, un intervalo afluente que necesita ser
 ajustado. Después de recibir un comando de ajuste de ancho de banda, el primer nodo del camino ODUflex compara
 15 directamente la información de ancho de banda después del ajuste del camino ODUflex con la información de ancho
 de banda antes del ajuste del camino ODUflex, para determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser
 ajustados entre el primer nodo y un nodo descendente adyacente, y seleccionar, de acuerdo con el número de
 intervalos afluente, un intervalo afluente que necesita ser ajustado.

Paso 41: El nodo descendente envía un primer comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos de
 acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente, y en un caso que el nodo actual no es un último nodo del
 camino ODUflex, busca de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda
 20 antes del ajuste del camino ODUflex, compara la información de ancho de banda después del ajuste con la
 información de ancho de banda antes del ajuste, determina el número de intervalos afluente que necesitan ser
 ajustados para un enlace entre el nodo descendente y un siguiente nodo adyacente a este nodo descendente,
 determina la información de ajuste de intervalo afluente de acuerdo con el número de intervalos afluente que
 25 necesitan ser ajustados y continúa enviando, al siguiente nodo, un mensaje de solicitud que transporta el
 identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y una
 etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo descendente.

Al utilizar el método en el paso 41, cada uno de los nodos en el camino ODUflex, como un nodo ascendente de un
 enlace, determina la información de ajuste de intervalo afluente entre el nodo y un nodo descendente adyacente y,
 a continuación, envía un mensaje de solicitud al nodo descendente, hasta el último nodo del camino ODUflex.

30 Después de recibir el mensaje de solicitud, cada uno de los nodos en el camino ODUflex crea un estado de control
 en el plano de control para el camino después del ajuste y guarda la información de control, donde la información de
 control guardada incluye el ID de túnel y la información de ancho de banda después del ajuste, y además incluye el
 ID de LSP.

35 Cada uno de los nodos en el camino ODUflex guarda, a un estado de control correspondiente al camino ODUflex
 después del ajuste (correspondiente al nuevo ID de LSP), la información de un intervalo afluente ocupado por el
 camino ODUflex después del ajuste.

40 Un método para el nodo ascendente para indicar la información de ajuste de intervalo afluente al nodo descendente
 a través de la etiqueta es el mismo que el método que es para un nodo descendente para indicar la información de
 ajuste de intervalo afluente a un nodo ascendente a través de una etiqueta y es en la Realización 1, y no se describe
 reiteradamente en el presente documento.

Paso 42: El nodo descendente envía un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos.

45 En el paso 41 y el paso 42, el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits
 ODUflex de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de
 intervalo afluente respectivamente, donde el plano de datos se ajusta a un intervalo afluente de una conexión de
 enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo
 afluente, y ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo descendente y el siguiente nodo
 adyacente de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

Que el plano de datos realice el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con
 el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente incluye:

50 Si el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente son
 comandos de aumento de intervalo afluente, el plano de datos realiza el ajuste de velocidad de bits ODUflex

después de que se ha completado del ajuste de intervalo afluente de todas las conexiones de enlace en el camino ODUflex; y

5 Si el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente son comandos de reducción de intervalo afluente, el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente de una conexión de enlace en el camino ODUflex después de completar el ajuste de velocidad de bits ODUflex.

10 El plano de datos notifica al plano de control después de completar el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex. Si el plano de control recibe una notificación de que el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits se han completado con éxito, el primer nodo del camino ODUflex envía un mensaje de indicación de eliminación a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo, para eliminar, en el plano de control, un estado de control de un LSP antes del ajuste de ancho de banda.

Si el plano de control recibe una indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o una indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos, la realización de la presente invención proporciona un mecanismo de restauración, que incluye:

15 El primer nodo del camino ODUflex envía un mensaje de indicación de restauración a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo; y

después de recibir el mensaje de indicación de restauración, cada uno de los nodos en el camino ODUflex evalúa si el ajuste de intervalo afluente del plano de datos tiene éxito previamente, y si tiene éxito, ejecuta una operación de restauración de ajuste de intervalo afluente y restaura un estado antes del ajuste de intervalo afluente, es decir, elimina un intervalo afluente añadido, o añade un intervalo afluente eliminado a una conexión de enlace.

20 Mientras tanto, después de que el plano de control recibe la indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o la indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos, cada uno de los nodos en el camino ODUflex además elimina, en el plano de control, un estado de control correspondiente a un LSP después del ajuste de ancho de banda.

25 La solución de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex descrita en esta realización implementa el ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex automático sin la necesidad de participación manual y, por lo tanto, se evitan los problemas causados por el ajuste de ancho de banda manual, tales como una carga de trabajo pesada y un error de configuración. Por otra parte, debido a que un comando de ajuste no tiene que ser enviado de forma manual nodo por nodo durante un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, se incrementa una velocidad de ajuste de ancho de banda y se satisface rápidamente un requisito de ajuste de ancho de banda de un cliente.

30

Mientras tanto, la realización de la presente invención proporciona el mecanismo de restauración, donde en un caso de fallo de ajuste se puede restaurar un estado antes del ajuste, lo que aumenta eficazmente la fiabilidad de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex.

35 Para una mayor comprensión de la Realización 2 de la presente invención, lo siguiente describe la solución de la Realización 2 en detalle utilizando ejemplos específicos.

Ejemplo 3: Lo que se muestra en la FIG. 5 se toma como un ejemplo y es un procedimiento de aumento de ancho de banda.

40 Se supone que existe un camino ODUflex con un ancho de banda de 3,75 Gbps entre los nodos A, B y C, su ID de túnel e ID de LSP se han asignado, cada uno de los nodos guarda un estado de control de una ODUflex antes del ajuste de ancho de banda, donde el estado de control de la ODUflex antes del ajuste de ancho de banda incluye el ID de túnel, el ID de LSP y un parámetro de tráfico (utilizado para describir un valor de ancho de banda de la ODUflex) de la ODUflex, y un valor de etiqueta de la ODUflex en cada uno de los enlaces (utilizado para describir un intervalo afluente ocupado por la ODUflex en cada uno de los enlaces). Si un primer nodo a de la ODUflex recibe un comando que requiere un aumento de un ancho de banda de la ODUflex a 5 Gbps, un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones es como sigue:

45

(1) El nodo A asigna un nuevo ID de LSP al camino ODUflex, mientras que el ID de túnel se mantiene sin cambios.

(2) De acuerdo con el comando de ajuste de ancho de banda ODUflex recibido, el nodo A compara los valores de ancho de banda ODUflex antes y después del ajuste de ancho de banda, calcula que el ancho de banda se aumenta 1,25 Gbps. Por lo tanto, un intervalo afluente necesita ser añadido. En consecuencia, el nodo A selecciona un nuevo intervalo afluente inactivo en un enlace A-B, por ejemplo un intervalo afluente numerado 1, y envía un mensaje de Camino a un nodo B, donde el mensaje transporta el ID de túnel, el nuevo ID de LSP y un nuevo parámetro de tráfico (utilizado para describir un ancho de banda de la ODUflex después del ajuste, es decir, 5 Gbps), e indica que el mensaje es un mensaje de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex. Al mismo tiempo, el mensaje contiene además una etiqueta nueva y la etiqueta indica un intervalo afluente utilizado por la ODUflex en el enlace A-B después del ajuste de ancho de banda, por ejemplo etiquetas numeradas 1, 2, 3, y 4. Además, el mensaje de Camino también puede contener tanto la etiqueta nueva como una etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace A-B.

El nodo A crea un estado de control en un plano de control para un LSP después del ajuste, guarda la información de control del LSP, donde la información de control del LSP incluye el ID de túnel, el nuevo ID de LSP, el nuevo parámetro de tráfico, la etiqueta nueva y así sucesivamente.

Al mismo tiempo, el nodo A activa el protocolo LCR (Link Connection Resizing, redimensionamiento de conexión de enlace) que se ejecuta de su plano de datos y añade un intervalo afluente reservado recientemente a una conexión de enlace entre A y B.

(3) El nodo B recibe el mensaje de Camino y conoce, de acuerdo con una "indicación de ajuste sin interrupciones ODUflex" en el mensaje recibido, que el ajuste de ancho de banda ODUflex necesita ser realizado; y, al mismo tiempo, crea un estado de control en un plano de control para el LSP después del ajuste y guarda la información de control del LSP.

El nodo B conoce, de acuerdo con un valor de la etiqueta, una etiqueta de un intervalo afluente que está numerada 1, 2, 3, o 4 y utilizada en el enlace A-B. A continuación, el nodo B encuentra, de acuerdo con el ID de túnel y en el plano de control, la información de control correspondiente a un LSP antes del ajuste, obtiene, a partir de la información de control correspondiente al LSP antes del ajuste, una etiqueta antigua del LSP antes del ajuste en el enlace A-B y compara la etiqueta antigua con la etiqueta nueva, a fin de conocer el intervalo afluente añadido recientemente en el enlace A-B. Alternativamente, si el mensaje de Camino recibido por el nodo B contiene además la etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace A-B, el nodo B compara directamente la etiqueta nueva con la etiqueta antigua, a fin de conocer el intervalo afluente añadido recientemente en el enlace A-B.

(4) En el plano de control, el nodo B guarda, a la información de control correspondiente al LSP después del ajuste, la información del intervalo afluente utilizado por la ODUflex después del ajuste de ancho de banda; y, al mismo tiempo, activa el protocolo LCR que se ejecuta de un plano de datos del nodo B y añade el intervalo afluente reservado recientemente a la conexión de enlace entre A y B.

Un proceso específico que los nodos A y B ejecutan el LCR en sus planos de datos es como sigue: los nodos A y B transportan, en los planos de datos OTN, el protocolo LCR a través de un primer byte de trama en una trama ODU, realizan un protocolo de enlace entre sí y en una multitrama ODU siguiente después de la finalización del protocolo de enlace, añaden un intervalo afluente añadido recientemente a la conexión de enlace ODUflex; y después del éxito, cambian una manera de encapsulación GMP a un modo especial (modo especial).

(5) Como un nodo ascendente de un enlace B-C, el nodo B encuentra, de acuerdo con el ID de túnel en el mensaje de Camino recibido y en el plano de control, un estado de control correspondiente al LSP antes del ajuste y obtiene, a partir del estado de control correspondiente al LSP antes del ajuste, el parámetro de tráfico del LSP antes del ajuste y una etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace B-C; el nodo B compara el parámetro de tráfico del LSP antes del ajuste con el parámetro de tráfico nuevo en el mensaje de Camino y calcula un aumento del ancho de banda de 1,25 Gbps. Por lo tanto, un intervalo afluente necesita ser añadido. En consecuencia, el nodo B selecciona un nuevo intervalo afluente inactivo en el enlace B-C, por ejemplo un intervalo afluente numerado 4, y envía un mensaje de Camino a un nodo C, donde el mensaje transporta el ID de túnel, el nuevo ID de LSP y el nuevo parámetro de tráfico, e indica que este mensaje también es un mensaje de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex. Al mismo tiempo, el mensaje contiene además una etiqueta nueva y la etiqueta indica un intervalo afluente utilizado por la ODUflex en el enlace B-C después del ajuste de ancho de banda, por ejemplo las etiquetas numeradas 1, 2, 3, y 4. Además, el mensaje de Camino también puede contener tanto la etiqueta nueva como una etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace B-C.

Al mismo tiempo, el nodo B activa el protocolo LCR (Link Connection Resizing, redimensionamiento de conexión de enlace) que se ejecuta de su plano de datos y añade un intervalo afluente reservado recientemente a una conexión de enlace entre B y C.

(6) Un nodo C recibe el mensaje de Camino y conoce, de acuerdo con una "indicación de ajuste sin interrupciones ODUflex" en el mensaje recibido, que el ajuste de ancho de banda ODUflex necesita ser realizado; y, al mismo tiempo, crea un estado de control en un plano de control para el LSP después del ajuste y guarda la información de control del LSP.

5 El nodo C conoce, de acuerdo con un valor de la etiqueta, una etiqueta de un intervalo afluente que está numerada 1, 2, 3, o 4 y utilizada en el enlace B-C. A continuación, el nodo C encuentra, de acuerdo con el ID de túnel y en el plano de control, la información de control correspondiente a un LSP antes del ajuste, obtiene, a partir de la información de control correspondiente al LSP antes del ajuste, una etiqueta antigua del LSP antes del ajuste en el enlace C y compara la etiqueta antigua con la etiqueta nueva, a fin de conocer el intervalo afluente añadido recientemente en el enlace B-C. Alternativamente, si el mensaje de Camino recibido por el nodo C contiene además la etiqueta antigua de la ODUflex antes del ajuste en el enlace B-C, el nodo C compara directamente la etiqueta nueva con la etiqueta antigua, a fin de conocer el intervalo afluente añadido recientemente en el enlace B-C.

15 (7) En el plano de control, el nodo C guarda, a la información de control correspondiente al LSP después del ajuste, la información del intervalo afluente utilizado por la ODUflex después del ajuste de ancho de banda; y, al mismo tiempo, activa el protocolo LCR que se ejecuta de un plano de datos del nodo C y añade el intervalo afluente reservado recientemente a la conexión de enlace entre B y C.

Un proceso específico que los nodos B y C ejecutan el LCR en sus planos de datos es el mismo que el proceso específico que los nodos A y B ejecutan el LCR en sus planos de datos.

20 (8) Comenzando desde el último nodo C, se envía un mensaje de Resv salto por salto al primer nodo A, donde el mensaje indica que un ancho de banda se aumenta con éxito para la ODUflex en el plano de control.

25 En esta realización, el nodo C puede enviar un mensaje de Resv al nodo B después de determinar con éxito el intervalo afluente a añadir en el enlace B-C y no se requiere que el mensaje de Resv se envíe al nodo B después de que su plano de datos es activado para ejecutar el LCR o después de que el plano de datos completa el LCR. De la misma manera, después de recibir el mensaje de Resv enviado por el nodo C, el nodo B puede enviar un mensaje de Resv al nodo A después de determinar con éxito el intervalo afluente a añadir en el enlace B-C.

(9) Después de que el protocolo LCR se ha completado en los planos de datos en todos los enlaces a través de los cuales pasa la ODUflex, el primer nodo A se activa automáticamente para realizar el protocolo BWR (BandWidth Resizing, redimensionamiento de ancho de banda), para completar un aumento de la velocidad de la ODUflex.

30 El protocolo BWR se transporta en un plano de datos OTN a través de un segundo byte de tara en la trama ODU. Un proceso que el primer nodo A se activa automáticamente para realizar el protocolo BWR es como sigue:

35 (a) Después de recibir el comando de ajuste de ancho de banda, antes de iniciar el protocolo LCR, cada uno de los nodos bloquea el segundo byte de tara utilizado por el protocolo BWR, es decir, ignora la información en el byte de tara para el transporte de BWR, de modo que la información en el byte de tara BWR no se puede transferir a un siguiente nodo.

(b) Entre nodos adyacentes (por ejemplo, entre A y B o entre B y C), después de que el protocolo LCR es ejecutado con éxito, se detiene el bloqueo del byte de tara BWR, es decir, el byte de tara BWR se transfiere de forma transparente.

40 (c) Después de que todos los nodos completan el LCR, un byte de tara BWR del primer nodo A puede ser transferido de forma transparente al último nodo C y el último nodo C también responde con un byte de tara BWR después de la recepción. Después de recibir un mensaje de respuesta BWR, el primer nodo A ajusta la velocidad de ODUflex en una multitrama ODU siguiente y después de que el ajuste tiene éxito, indica el éxito de ajuste a través de una tara de BWR. Después de recibir una indicación de éxito de BWR, cada uno de los nodos del camino ODUflex cierra el modo especial GMP.

45 (10) Después de completar con éxito el protocolo BWR en el plano de datos, el primer nodo A notifica su plano de control.

(11) El primer nodo A envía un mensaje de RomperCamino a un nodo descendente salto por salto, para eliminar, en el plano de control, el LSP antes del ajuste de ancho de banda, es decir, elimina, en el plano de control, el estado de control correspondiente al LSP antes del ajuste.

5 Cabe destacar que, no se puede anidar el proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex. Es decir, para un mismo servicio ODUflex, después de iniciar el primer ajuste sin interrupciones ODUflex y antes de completar el ajuste, el primer nodo no puede iniciar una siguiente operación de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex. De manera correspondiente, en el proceso de ajuste sin interrupciones ODUflex, en el plano de control de cada uno de los nodos, se pueden guardar a lo sumo dos estados de control para el camino ODUflex, uno para guardar la información de control del LSP antes del ajuste y el otro para guardar la información de control del LSP después del ajuste.

15 En el plano de datos, si hay un fallo en la ejecución de LCR, lo que provoca que el nodo A no puede iniciar el protocolo BWR antes de que expire el tiempo (es decir, en un período de tiempo después de iniciar el ajuste de ancho de banda ODUflex, el nodo A no recibe el mensaje de respuesta BWR), o si el nodo A falla después de ejecutar el protocolo BWR, el nodo A envía el mensaje de RomperCamino al nodo descendente nodo por nodo, indica la eliminación del estado de control correspondiente al LSP después del ajuste y realiza una operación de restauración en el plano de datos. Un nodo que recibe el mensaje de RomperCamino primero evalúa si el LCR entre el nodo actual y un nodo ascendente se ejecuta con éxito previamente; Si tiene éxito, necesita ejecutar el protocolo LCR de nuevo y elimina un intervalo afluente añadido previamente de una conexión de enlace; si no tiene éxito, no es necesario realizar una operación de restauración en un plano de control. Además, cada uno de los nodos en el camino ODUflex elimina además el estado de control correspondiente al LSP después del ajuste y es creado en el plano de control previamente.

Ejemplo 4: Lo que se muestra en la FIG. 6 se toma como un ejemplo y es un procedimiento de reducción de ancho de banda.

25 Se supone que existe un camino ODUflex con un ancho de banda de 5 Gbps entre los nodos A, B y C, su ID de túnel e ID de LSP se han asignado, cada uno de los nodos guarda un estado de control de una ODUflex antes del ajuste de ancho de banda, donde el estado de control de la ODUflex antes del ajuste de ancho de banda incluye el ID de túnel, el ID de LSP y un parámetro de tráfico (utilizado para describir un valor de ancho de banda de la ODUflex) de la ODUflex, y un valor de etiqueta de la ODUflex en cada uno de los enlaces (utilizado para describir un intervalo afluente ocupado por la ODUflex en cada uno de los enlaces). Si un primer nodo A de la ODUflex recibe un comando que requiere una reducción de un ancho de banda de la ODUflex a 3,75 Gbps, un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones es relativamente similar al proceso de aumento de ancho de banda en el Ejemplo 3, donde principales diferencias son como siguen:

35 (1) En un plano de control, un valor de ancho de banda en un nuevo parámetro de tráfico en un mensaje de Camino es menor que un original y cada uno de los nodos compara los anchos de banda nuevos y antiguos para conocer que el ancho de banda necesita ser reducido. Mientras tanto, en un mensaje de Camino, un intervalo afluente a eliminar se obtiene comparando una etiqueta nueva con una etiqueta antigua, o una etiqueta nueva transporta directamente un intervalo afluente a eliminar.

40 (2) En un plano de datos, un proceso de reducción de ancho de banda es lo contrario de un proceso de aumento de ancho de banda y requiere que una velocidad de la ODUflex se reduzca y luego se elimine un intervalo afluente de una conexión de enlace. Un procedimiento específico es:

45 Después de que un primer nodo en el camino ODUflex recibe un comando de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, o después de que cada uno de los nodos de flujo descendente recibe un mensaje de Camino, se determina el intervalo afluente que necesita ser eliminado y, en el plano de datos, se ejecuta primero el LCR para realizar la inicialización de redimensionamiento de conexión de enlace, que específicamente es: Cada uno de los nodos en el camino ODUflex bloquea un segundo byte de tara utilizado por el protocolo BWR; entonces, se realiza un protocolo de enlace del protocolo LCR entre cada uno de los pares de nodos adyacentes, y después de completar el protocolo de enlace, dos nodos adyacentes cambian una manera de encapsulación GMP a un modo especial y luego se detiene el bloqueo de BWR, es decir, transfieren transparentemente un byte de tara BWR, mientras suspenden temporalmente el protocolo LCR.

50 Después de que se inicializa con éxito el LCR de todos los enlaces a través de los cuales pasa la ODUflex, se ejecuta el BWR entre el primer nodo A y un último nodo C, para reducir la velocidad de la ODUflex, que específicamente es: Un byte de tara BWR del primer nodo A puede ser transferido transparentemente al último nodo C y el último nodo C también responde con un byte de tara BWR después de la recepción; después de recibir un mensaje de respuesta BWR, el primer nodo A ajusta la velocidad de ODUflex en una multitrama ODU siguiente y

después de que el ajuste tiene éxito, indica el éxito de ajuste a través de una tara de BWR a cada uno de los nodos en el camino ODUflex.

5 Finalmente, el protocolo LCR se ejecuta en cada uno de los nodos a través de los cuales pasa la ODUflex y se elimina un intervalo afluente designado previamente de una conexión de enlace correspondiente. Específicamente, después de recibir una indicación de éxito de BWR, cada uno de los nodos del camino ODUflex cierra un modo especial GMP y, al mismo tiempo, cada uno de los pares de nodos adyacentes elimina el intervalo afluente designado de la conexión de enlace de la ODUflex en la multitrama ODU siguiente después del protocolo de enlace del protocolo LCR.

10 Si se produce anomalía cuando el plano de datos realiza el LCR o el BWR y causa que el ajuste de ancho de banda no tenga éxito, se necesita realizar una operación de restauración y se restaura un estado antes del ajuste de ancho de banda, que específicamente es como sigue:

(a) Después de recibir un mensaje de respuesta Resv, el primer nodo A espera a un resultado del ajuste de ancho de banda de un plano de datos. Si el ajuste de ancho de banda del plano de datos del nodo A no tiene éxito, se informa de un error de ajuste a un plano de control del nodo A.

15 (b) El nodo A envía un mensaje de RomperCamino a lo largo de una dirección de LSP nodo por nodo a un nodo descendente para solicitar que un LSP después del ajuste de ancho de banda se elimine en el plano de control, es decir, se elimina un estado de control del LSP después del ajuste de ancho de banda en el plano de control.

20 (c) Cada uno de los nodos que recibe el mensajes evalúa si una operación de reducción de intervalo afluente previa tiene éxito; si tiene éxito, tiene que ejecutar el protocolo LCR de nuevo y añade de nuevo un intervalo afluente eliminado a una conexión de enlace; si no tiene éxito, no necesita esta operación de restauración. Al mismo tiempo, cada uno de los nodos elimina un estado de control que es del LSP después del ajuste de ancho de banda y es creado en el plano de control previamente.

Realización 3

25 La Realización 3 de la presente invención proporciona un dispositivo de nodo en un camino ODUflex. El dispositivo de nodo es un nodo descendente de cada uno de los enlaces en el camino ODUflex. Como se muestra en la FIG. 7, el dispositivo de nodo incluye:

30 una unidad de recepción 70, configurada para recibir un mensaje de solicitud desde un nodo ascendente en el camino ODUflex, donde el mensaje de solicitud transporta un ID de túnel del camino ODUflex y la información de ancho de banda después del ajuste, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y el mensaje de solicitud recibido por la unidad de recepción 70 contiene un nuevo ID de LSP asignado por un primer nodo del camino ODUflex para el camino ODUflex después del ajuste;

35 una unidad de asignación de intervalo afluente 71, configurada para buscar de acuerdo con el ID de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el dispositivo de nodo y un nodo ascendente adyacente, y seleccionar un intervalo afluente que necesita ser ajustado; y

40 una unidad de indicación 72, configurada para indicar, a través de una etiqueta, un intervalo afluente después del ajuste del nodo ascendente adyacente o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado y enviar un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos, de modo que el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente.

Como se muestra en la FIG. 8, el dispositivo de nodo incluye además:

45 una unidad de guardado 73, configurada para crear un estado de control para el camino después del ajuste, guardar la información de control, donde la información de control guardada incluye el ID de túnel, la información de ancho de banda después del ajuste y el nuevo ID de LSP, y guardar, para el estado de control correspondiente, la información de un intervalo afluente ocupado por el camino ODUflex después del ajuste.

La unidad de recepción 70 está configurada además para recibir un mensaje de indicación de restauración que se envía por el primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo. El dispositivo de nodo incluye además:

5 una unidad de evaluación 74, configurada para: después de que la unidad de recepción recibe el mensaje de indicación de restauración, evaluar si el ajuste de intervalo afluente del plano de datos tiene éxito; y

una unidad de restauración 75, configurada para: en un caso que la unidad de evaluación 74 evalúe que el ajuste de intervalo afluente tiene éxito, ejecutar una operación de restauración de ajuste de intervalo afluente y restaurar un estado antes del ajuste de intervalo afluente.

10 El dispositivo de nodo descrito en esta realización corresponde a un nodo descendente de cada uno de los enlaces en un camino ODUflex en la Realización 1. Para resaltar un punto inventivo del dispositivo de nodo en esta realización, se ignoran algunas funciones del dispositivo de nodo en esta realización, por ejemplo, funciones tales como la activación, después de determinar la información de ajuste de intervalo afluente, una operación de ajuste de intervalo afluente y un ajuste de velocidad de bits realizadas por el plano de datos.

15 El dispositivo de nodo descrito en la realización de la presente invención puede implementar el ajuste automático de ancho de banda sin interrupciones ODUflex y, por lo tanto, se evitan los problemas causados por el ajuste de ancho de banda manual, tales como una carga de trabajo pesada y un error de configuración. Por otra parte, debido a que un comando de ajuste no tiene que ser enviado manualmente nodo por nodo durante un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, se aumenta una velocidad de ajuste de ancho de banda y se satisface rápidamente un requisito de ajuste de ancho de banda de un cliente.

20 Mientras tanto, el dispositivo de nodo en esta realización proporciona un mecanismo de restauración, donde se puede restaurar un estado antes del ajuste en un caso de fallo de ajuste, lo que aumenta de manera efectiva la fiabilidad del ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex.

Realización 4

25 Esta realización proporciona un dispositivo de nodo en un camino ODUflex. El dispositivo de nodo es un nodo ascendente de cada uno de los enlaces en el camino ODUflex. Como se muestra en la FIG. 9, el dispositivo de nodo incluye:

30 una unidad de asignación de intervalo afluente 90, configurada para: en un caso que el nodo actual no es el último nodo del camino ODUflex, compara la información de ancho de banda después del ajuste del camino ODUflex con la información de ancho de banda antes del ajuste, determina el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo actual y un siguiente nodo adyacente, y determina la información de ajuste de intervalo afluente de acuerdo con el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados, donde la información de ajuste de intervalo afluente incluye: un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado;

35 una unidad de envío 91, configurada para enviar un mensaje de solicitud a un nodo descendente, donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo actual y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex; y

40 una unidad de indicación 92, configurada para enviar un primer comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo actual y el siguiente nodo adyacente de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente.

Como se muestra en la FIG. 10, cuando el dispositivo de nodo es un primer nodo del camino ODUflex, el dispositivo de nodo incluye además:

45 una unidad de asignación de identificador de camino 93, configurada para asignar un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, al camino ODUflex después del ajuste y transportar el nuevo ID de LSP en el mensaje de solicitud enviado al nodo descendente;

y puede incluir además:

una unidad activación de restauración 94, configurada para enviar un mensaje de indicación de restauración al nodo descendente después de recibir una indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o una indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos.

5 Como se muestra en la FIG. 11, el dispositivo de nodo incluye además:

una unidad de guardado 95, configurada para crear un estado de control para el camino después del ajuste, guardar la información de control, donde la información de control guardada incluye el ID de túnel, la información de ancho de banda después del ajuste y el nuevo ID de LSP, y guardar, para el estado de control correspondiente, la información de un intervalo afluente ocupado por el camino ODUflex después del ajuste;

10 y puede incluir además:

una primera unidad de recepción 96, configurada para recibir un mensaje de indicación de restauración que se envía por el primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo;

15 una unidad de evaluación 97, configurada para: después de que la unidad de recepción recibe el mensaje de indicación de restauración, evaluar si el ajuste de intervalo afluente del plano de datos tiene éxito; y

una unidad de restauración 98, configurada para: en un caso que la unidad de evaluación evalúa que el ajuste de intervalo afluente tiene éxito, ejecutar una operación de restauración de ajuste de intervalo afluente y restaurar a un estado antes del ajuste de intervalo afluente.

Como se muestra en la FIG. 12, el dispositivo de nodo incluye además:

20 una segunda unidad de recepción 99, configurada para: en un caso que el nodo actual no es un primer nodo, recibir un mensaje de solicitud enviado por un nodo ascendente del nodo actual, donde el mensaje de solicitud transporta el identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones del ancho de banda del camino ODUflex;
25 y

la unidad de indicación 92, configurada además para enviar un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente en el mensaje de solicitud recibido por la segunda unidad de recepción, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el nodo actual de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.
30

El dispositivo de nodo descrito en esta realización corresponde a un nodo ascendente de cada uno de los enlaces en un camino ODUflex en la Realización 2. Para resaltar un punto inventivo del dispositivo de nodo en esta realización, en esta realización se ignoran algunas funciones del dispositivo de nodo.

35 El dispositivo de nodo descrito en la realización de la presente invención puede implementar el ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex automático y, por lo tanto, se evitan los problemas causados por el ajuste de ancho de banda manual, tales como una carga de trabajo pesada y un error de configuración. Por otra parte, debido a que no es necesario enviar manualmente un comando de ajuste nodo por nodo durante un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, se aumenta una velocidad de ajuste de ancho de banda y se satisface rápidamente un requisito de ajuste de ancho de banda de un cliente.

40 Mientras tanto, el dispositivo de nodo en esta realización proporciona un mecanismo de restauración, donde se puede restaurar a un estado antes del ajuste en un caso de fallo de ajuste, lo que aumenta de manera efectiva la fiabilidad de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex

Realización 5

Esta realización proporciona un sistema de ajuste de ancho de banda sin interrupciones, que incluye un primer nodo de un camino ODUflex y un último nodo del camino ODUflex, y puede incluir además un nodo intermedio.

5 El primer nodo está configurado para enviar un mensaje de solicitud a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo al último nodo, donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex y la información de ancho de banda después del ajuste y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex.

10 El último nodo está configurado para recibir el mensaje de solicitud, buscar de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el último nodo y un nodo ascendente adyacente, seleccionar un intervalo afluente que necesita ser ajustado, indicar, a través de una primera etiqueta, un intervalo afluente después del ajuste del nodo ascendente o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado y enviar un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos, de modo que el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente, donde el nodo ascendente adyacente es el primer nodo o un nodo intermedio entre el primer nodo y el último nodo.

15 El nodo ascendente está configurado para recibir la primera etiqueta, obtener el intervalo afluente que necesita ser ajustado y enviar un primer comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos, de modo que, de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente, el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el último nodo y realiza el ajuste de velocidad de bits ODUflex.

20 Si el comando de ajuste de intervalo afluente es un comando de aumento de intervalo afluente, el primer nodo y el último nodo están además configurados para realizar el ajuste de velocidad de bits ODUflex después de que se ha completado el ajuste de intervalo afluente de todas las conexiones de enlace en el camino ODUflex.

25 Si el comando de ajuste de intervalo afluente es un comando de reducción de intervalo afluente, un nodo en el camino ODUflex está además configurado para realizar de ajuste de intervalo afluente de una conexión de enlace después de que el primer nodo y el último nodo completan el ajuste de velocidad de bits ODUflex.

30 Si el nodo ascendente adyacente es el nodo intermedio entre el primer nodo y el último nodo, el nodo ascendente está además configurado para recibir el mensaje de solicitud, buscar de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo ascendente y un nodo anterior adyacente al nodo ascendente, seleccionar un intervalo afluente que necesita ser ajustado, indicar, a través de una segunda etiqueta, un intervalo afluente después del ajuste del nodo anterior adyacente al nodo ascendente o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado y enviar un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el nodo anterior y realiza el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

35 El nodo anterior adyacente al nodo ascendente es el primer nodo o el nodo intermedio entre el primer nodo y el último nodo.

Realización 6

Esta realización proporciona un sistema de ajuste de ancho de banda sin interrupciones, que incluye un primer nodo de un camino ODUflex y un nodo descendente del camino ODUflex, donde el nodo descendente es un último nodo del camino ODUflex o un nodo intermedio entre el primer nodo y el último nodo.

45 El primer nodo está configurado para enviar un mensaje de solicitud a un nodo descendente adyacente a lo largo del camino ODUflex, donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el primer nodo y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y la información de ajuste de intervalo afluente incluye un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente que necesita ser ajustado y es seleccionado por el

5 primer nodo; el primer nodo está además configurado para asignar un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, al camino ODUflex después del ajuste de ancho de banda y transportar el nuevo ID de LSP en el mensaje de solicitud enviado al nodo descendente. El primer nodo está además configurado para enviar un mensaje de indicación de restauración al nodo descendente después recibir una indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o una indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos.

10 El nodo descendente está configurado para enviar un primer comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente y, en un caso que el nodo actual no es el último nodo del camino ODUflex, buscar de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda después del ajuste con la información de ancho de banda antes del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo descendente y un siguiente nodo adyacente a este nodo descendente, determinar la información de ajuste de intervalo afluente de acuerdo con el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados, y continuar enviando, al siguiente nodo, un mensaje de solicitud que transporta el identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo descendente.

15 El nodo descendente envía un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos. El plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente, donde el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el primer nodo y el nodo descendente de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente, y ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo descendente y el siguiente nodo adyacente de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

20 En conclusión, la solución de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex descrita en la realización implementa el ajuste automático de ancho de banda sin interrupciones ODUflex sin la necesidad de participación manual y, por lo tanto, se evitan los problemas causados por el ajuste de ancho de banda manual, tales como una carga de trabajo pesada y un error de configuración. Por otra parte, debido a que un comando de ajuste no tiene que ser enviado manualmente nodo por nodo durante un proceso de ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex, se aumenta una velocidad de ajuste de ancho de banda y se satisface rápidamente un requisito de ajuste de ancho de banda de un cliente.

25 Mientras tanto, el dispositivo de nodo en esta realización proporciona un mecanismo de restauración, donde en un caso de fallo de ajuste se puede restaurar un estado antes del ajuste, lo que aumenta de manera efectiva fiabilidad del ajuste de ancho de banda sin interrupciones ODUflex.

30 Las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden entender que, la totalidad o parte de los pasos en los métodos en las realizaciones anteriores pueden ser completados por un programa de instrucciones a hardware pertinente. El programa puede ser almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador, tal como una memoria de sólo lectura (ROM, para abreviar), una memoria de acceso aleatorio (RAM, para abreviar), un disco magnético y un disco óptico.

35 Las descripciones anteriores son meramente realizaciones de ejemplo específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación o sustitución hecha por los expertos en la técnica dentro del alcance técnico dado a conocer en la presente invención, deberán caer dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones para una Red de Transporte Óptico, que comprende:

5 Recibir (10), por un nodo descendente de un camino ODUflex de unidad de datos de canal óptico de ancho de banda variable, un mensaje de solicitud desde un nodo ascendente del camino ODUflex, en donde el mensaje de solicitud transporta un identificador del túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y un identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y el mensaje de solicitud se envía por un primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo a un último nodo;

10 Guardar, por el nodo descendente, la información de control de un LSP después del ajuste, en donde la información de control comprende el ID de túnel, la información de ancho de banda después del ajuste y el nuevo ID de LSP;

15 Buscar (11), por el nodo descendente, de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo descendente y un nodo ascendente adyacente, y seleccionar un intervalo afluente que necesita ser ajustado; e

20 Indicar (12), por el nodo descendente y a través de una etiqueta, un intervalo afluente después del ajuste del nodo ascendente adyacente o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado y enviar un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos, de modo que la plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la indicación, por el nodo descendente y a través de la etiqueta, del intervalo afluente después del ajuste del nodo ascendente adyacente o del intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado comprende:

25 enviar, al nodo ascendente, un mensaje de respuesta que transporta una etiqueta antigua y una etiqueta nueva, en donde la etiqueta nueva contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex después del ajuste en un enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente, y la etiqueta antigua contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex antes del ajuste en el enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente; o

30 enviar, al nodo ascendente, un mensaje de respuesta que transporta una etiqueta nueva, en donde la etiqueta nueva contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex después del ajuste en un enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente; o

35 enviar un mensaje de respuesta en sentido ascendente que transporta una etiqueta nueva, en donde la etiqueta nueva contiene el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado e indica si este ajuste de intervalo afluente es un aumento del número de intervalos afluente o una reducción del número de intervalos afluente.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde

40 si el mensaje de respuesta que transporta la etiqueta la antigua y la etiqueta nueva, se envía al nodo ascendente, en donde la etiqueta nueva contiene el intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex después del ajuste en el enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente, y la etiqueta antigua contiene un intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex antes del ajuste en el enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente, el método comprende además: comparar, por el nodo ascendente, la etiqueta nueva con la etiqueta antigua para conocer el intervalo afluente que necesita ser ajustado; o

45 si el nodo descendente envía al nodo ascendente el mensaje de respuesta que transporta la etiqueta nueva, en donde la etiqueta nueva contiene el intervalo afluente que está ocupado por el camino ODUflex después del ajuste en el enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente, el método comprende además: buscar por el nodo ascendente de acuerdo con el identificador de túnel en el mensaje de solicitud para obtener una etiqueta antigua del camino ODUflex, en donde la etiqueta antigua contiene un intervalo afluente que está ocupado por el

camino ODUflex antes del ajuste en el enlace entre el nodo ascendente y el nodo descendente; y comparar la etiqueta nueva con la etiqueta antigua para conocer el intervalo afluente que necesita ser ajustado.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el envío del comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos, de modo que el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente comprende:

si el comando de ajuste de intervalo afluente es un comando de aumento de intervalo afluente, realizar, por el plano de datos, el ajuste de velocidad de bits ODUflex después de que se ha completado el ajuste de intervalo afluente de todas las conexiones de enlace en el camino ODUflex; y

si el comando de ajuste de intervalo afluente es un comando de reducción de intervalo afluente, realizar, por el plano de datos, el ajuste de intervalo afluente de una conexión de enlace en el camino ODUflex después de completar el ajuste de velocidad de bits ODUflex.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde si se recibe una indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o una indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos, el método comprende además:

enviar, por el primer nodo del camino ODUflex, un mensaje de indicación de restauración a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo; y

después de recibir el mensaje de indicación de restauración, evaluar, por cada uno de los nodos en el camino ODUflex, si el ajuste de intervalo afluente del plano de datos tiene éxito previamente y, si tiene éxito, ejecutar una operación de restauración de ajuste de intervalo afluente y restaurar un estado antes del ajuste de intervalo afluente.

6. Un método de ajuste de ancho de banda sin interrupciones para una Red de Transporte Óptico, que comprende:

Recibir (40), por un nodo descendente de un camino ODUflex de unidad de ancho de banda variable de datos de canal óptico, un mensaje de solicitud desde un nodo ascendente, en donde el mensaje de solicitud transporta un ID de túnel identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y la información de ajuste de intervalo afluente comprende un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente que necesita ser ajustado y es seleccionado por el nodo ascendente;

Guardar, por el nodo descendente, la información de control de un LSP después del ajuste, en donde la información de control del LSP comprende el ID de túnel, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y la etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente;

Enviar (41), por el nodo descendente, un primer comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente y, en un caso que el nodo actual no es un último nodo del camino ODUflex, buscar de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda después del ajuste con la información de ancho de banda antes del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo descendente y un siguiente nodo adyacente a este nodo descendente, determinar la información de ajuste de intervalo afluente de acuerdo con el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados, y continuar enviando, al siguiente nodo, un mensaje de solicitud que transporta el ID de túnel del camino ODUflex, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo descendente;

Enviar (42), por el nodo descendente, un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos; y

realizar, por el plano de datos, el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente, en donde el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el

nodo descendente de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente y ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo descendente y el siguiente nodo adyacente de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

5 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la ejecución, por el plano de datos, del ajuste de intervalo afluente y del ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente comprende:

10 si el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente son comandos de aumento de intervalo afluente, realizar, por el plano de datos, el ajuste de velocidad de bits ODUflex después de que se ha completado el ajuste de intervalo afluente de todas las conexiones de enlace en el camino ODUflex; y

si el primer comando de ajuste de intervalo afluente y el segundo comando de ajuste de intervalo afluente son comandos de reducción de intervalo afluente, ejecutar, por el plano de datos, el ajuste de intervalo afluente de una conexión de enlace en el camino ODUflex después de completar el ajuste de velocidad de bits ODUflex.

8. Un dispositivo de nodo en un camino de acceso ODUflex, que comprende:

15 una unidad de recepción (70), configurada para recibir un mensaje de solicitud desde un nodo ascendente del camino ODUflex, en donde el mensaje de solicitud transporta un identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex;

20 una unidad de guardado (73), configurada para guardar la información de control de un LSP después del ajuste, en donde la información de control comprende el ID de túnel, la información de ancho de banda después del ajuste y el nuevo ID de LSP;

25 una unidad de asignación de intervalo afluente (71), configurada para buscar de acuerdo con el identificador de túnel para obtener la información de ancho de banda antes del ajuste del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda antes del ajuste con la información de ancho de banda después del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el dispositivo de nodo y un nodo ascendente adyacente, y seleccionar un intervalo afluente que necesita ser ajustado; y

30 una unidad de indicación (72), configurada para indicar, a través de una etiqueta, un intervalo afluente después del ajuste del nodo ascendente adyacente o el intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado y enviar un comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos, de modo que el plano de datos realiza el ajuste de intervalo afluente y el ajuste de velocidad de bits ODUflex de acuerdo con el comando de ajuste de intervalo afluente.

35 9. El dispositivo de nodo de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el mensaje de solicitud recibido por la unidad de recepción contiene un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, asignado por un primer nodo del camino ODUflex al camino ODUflex después del ajuste.

10. El dispositivo de nodo de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la unidad de recepción está además configurada para recibir un mensaje de indicación de restauración que se envía por el primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo y el dispositivo de nodo comprende además:

40 una unidad de evaluación (74), configurada para: después de que la unidad de recepción recibe el mensaje de indicación de restauración, evaluar si el ajuste de intervalo afluente del plano de datos tiene éxito; y

una unidad de restauración (75), configurada para: en un caso que la unidad de evaluación evalúe que el ajuste de intervalo afluente tiene éxito, ejecutar una operación de restauración de ajuste de intervalo afluente y restaurar un estado antes del ajuste de intervalo afluente.

45 11. Un dispositivo de nodo en un camino ODUflex, que comprende:

una segunda unidad de recepción (99), configurada para recibir un mensaje de solicitud enviado por un nodo ascendente, en donde el mensaje de solicitud transporta un ID de túnel identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex y la información de ajuste de intervalo afluente comprende un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente que necesita ser ajustado y es seleccionado por el nodo ascendente;

una unidad de guardado (95), configurada para guardar la información de control, en donde la información de control comprende el ID de túnel, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y la etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente;

una unidad de asignación de intervalo afluente (90), configurada para: en un caso que un nodo actual no es el último nodo del camino ODUflex, comparar la información de ancho de banda después del ajuste del camino ODUflex con la información de ancho de banda antes del ajuste, determinar el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados para un enlace entre el nodo actual y un siguiente nodo adyacente, y determinar la información de ajuste de intervalo afluente de acuerdo con el número de intervalos afluente que necesitan ser ajustados, en donde la información de ajuste de intervalo afluente comprende: un intervalo afluente después del ajuste o un intervalo afluente seleccionado que necesita ser ajustado;

una unidad de envío (91), configurada para enviar un mensaje de solicitud a un nodo descendente, en donde el mensaje de solicitud transporta el ID de túnel del camino ODUflex, el nuevo ID de LSP, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo actual, el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar un ajuste sin interrupciones de un ancho de banda del camino ODUflex; y

una unidad de indicación (92), configurada para enviar un primer comando de ajuste de intervalo afluente a un plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo actual, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo actual y el siguiente nodo adyacente de acuerdo con el primer comando de ajuste de intervalo afluente, configurada además para enviar un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente en el mensaje de solicitud recibido por la segunda unidad de recepción, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el nodo actual de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

12. El dispositivo de nodo de acuerdo con la reivindicación 11, en donde cuando el dispositivo de nodo es un primer nodo del camino ODUflex, el dispositivo de nodo comprende además:

una unidad de asignación de identificador de camino (93), configurada para asignar un nuevo identificador de intercambio de rutas por etiqueta, ID de LSP, al camino ODUflex después del ajuste y transportar el nuevo ID de LSP en el mensaje de solicitud enviado al nodo descendente.

13. El dispositivo de nodo de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además:

una unidad de activación de restauración (94), configurada para enviar un mensaje de indicación de restauración al nodo descendente después recibir una indicación de fallo de ajuste de intervalo afluente o una indicación de fallo de ajuste de velocidad de bits ODUflex enviada por el plano de datos.

14. El dispositivo de nodo de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además:

una primera unidad de recepción (96), configurada para recibir un mensaje de indicación de restauración que se envía por un primer nodo del camino ODUflex a lo largo del camino ODUflex en sentido descendente nodo por nodo;

una unidad de evaluación (97), configurada para: después de que la unidad de recepción recibe el mensaje de indicación de restauración, evaluar si el ajuste de intervalo afluente del plano de datos tiene éxito; y

una unidad de restauración (98), configurada para: en un caso que la unidad de evaluación evalúe que el ajuste de intervalo afluente tiene éxito, ejecutar una operación de restauración de ajuste de intervalo afluente y restaurar un estado antes del ajuste de intervalo afluente.

15. El dispositivo de nodo de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además:

5 una segunda unidad de recepción (99), configurada para: en un caso que el nodo actual no es un primer nodo, recibir un mensaje de solicitud enviado por un nodo ascendente del nodo actual, en donde el mensaje de solicitud transporta el identificador de túnel, ID de túnel, del camino ODUflex, la información de ancho de banda después del ajuste y una etiqueta que contiene la información de ajuste de intervalo afluente determinada por el nodo ascendente y el mensaje de solicitud se utiliza para solicitar el ajuste sin interrupciones del ancho de banda del camino ODUflex; y

10 la unidad de indicación (92), configurada además para enviar un segundo comando de ajuste de intervalo afluente al plano de datos de acuerdo con la información de ajuste de intervalo afluente en el mensaje de solicitud recibido por la segunda unidad de recepción, de modo que el plano de datos ajusta un intervalo afluente de una conexión de enlace entre el nodo ascendente y el nodo actual de acuerdo con el segundo comando de ajuste de intervalo afluente.

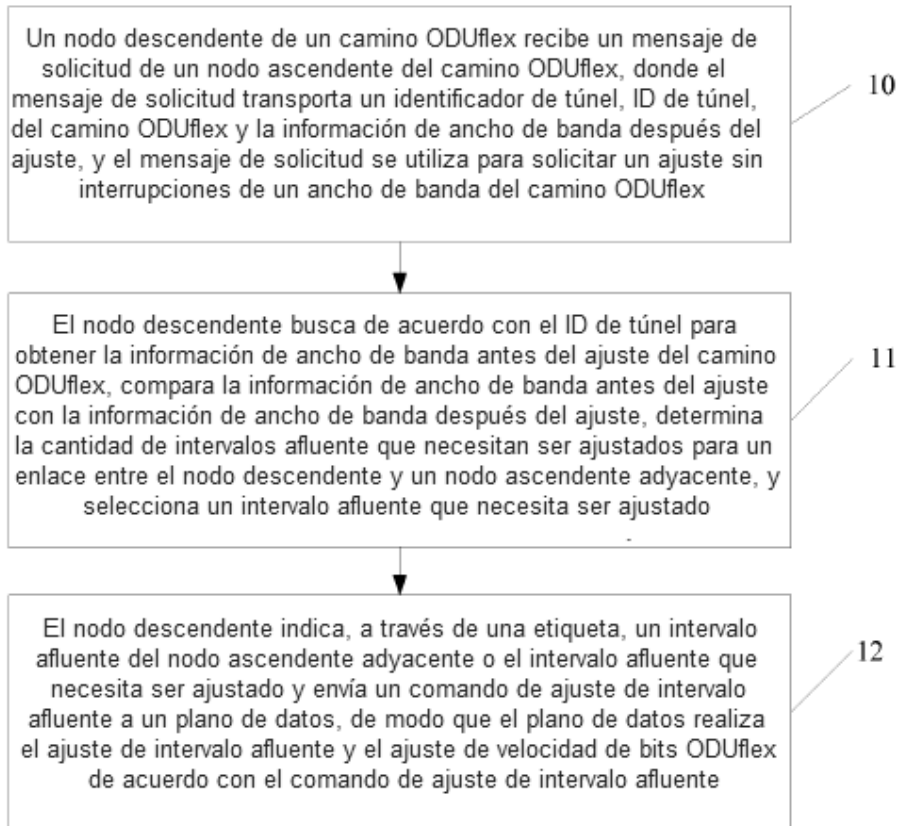


FIG. 1

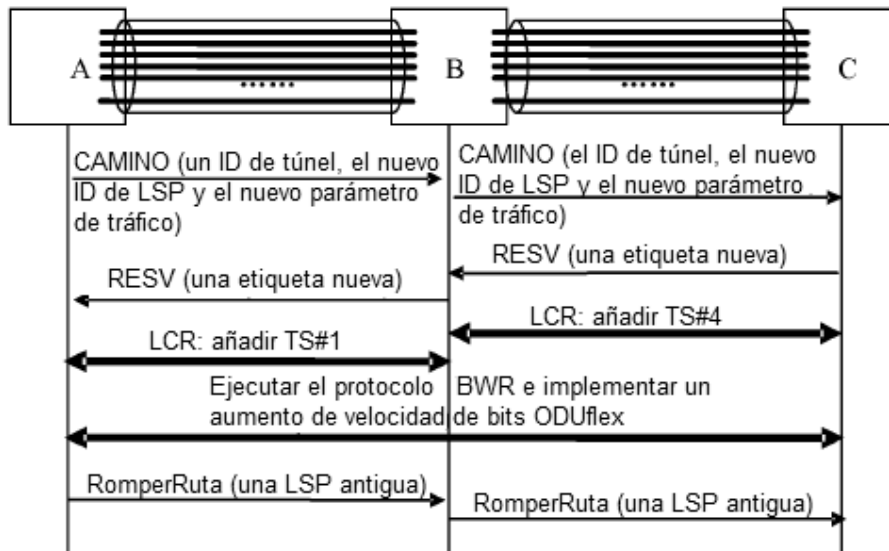


FIG. 2

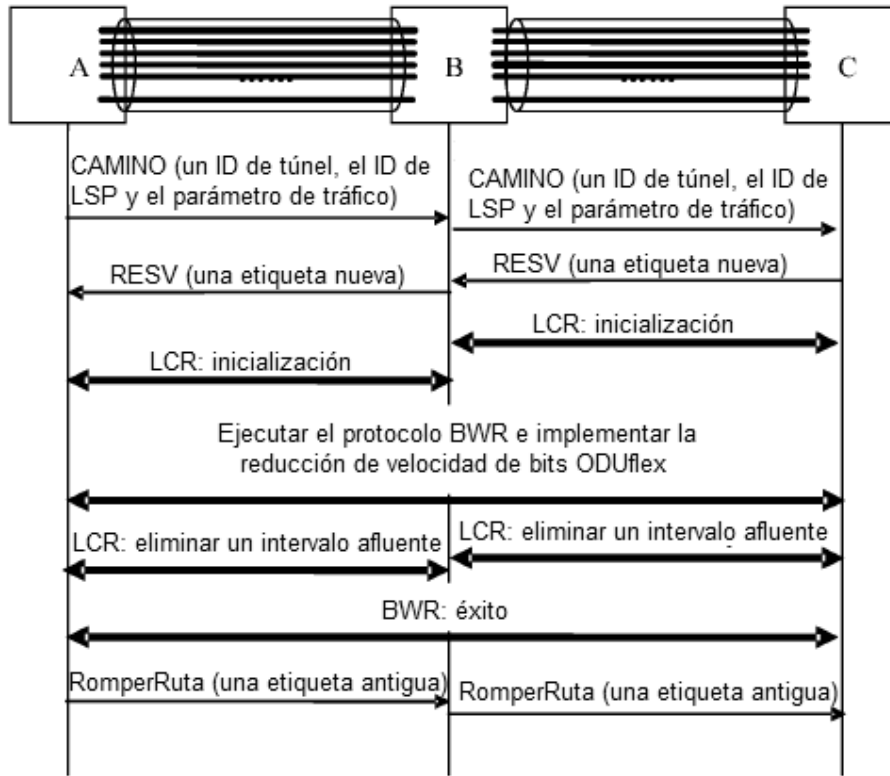


FIG. 3

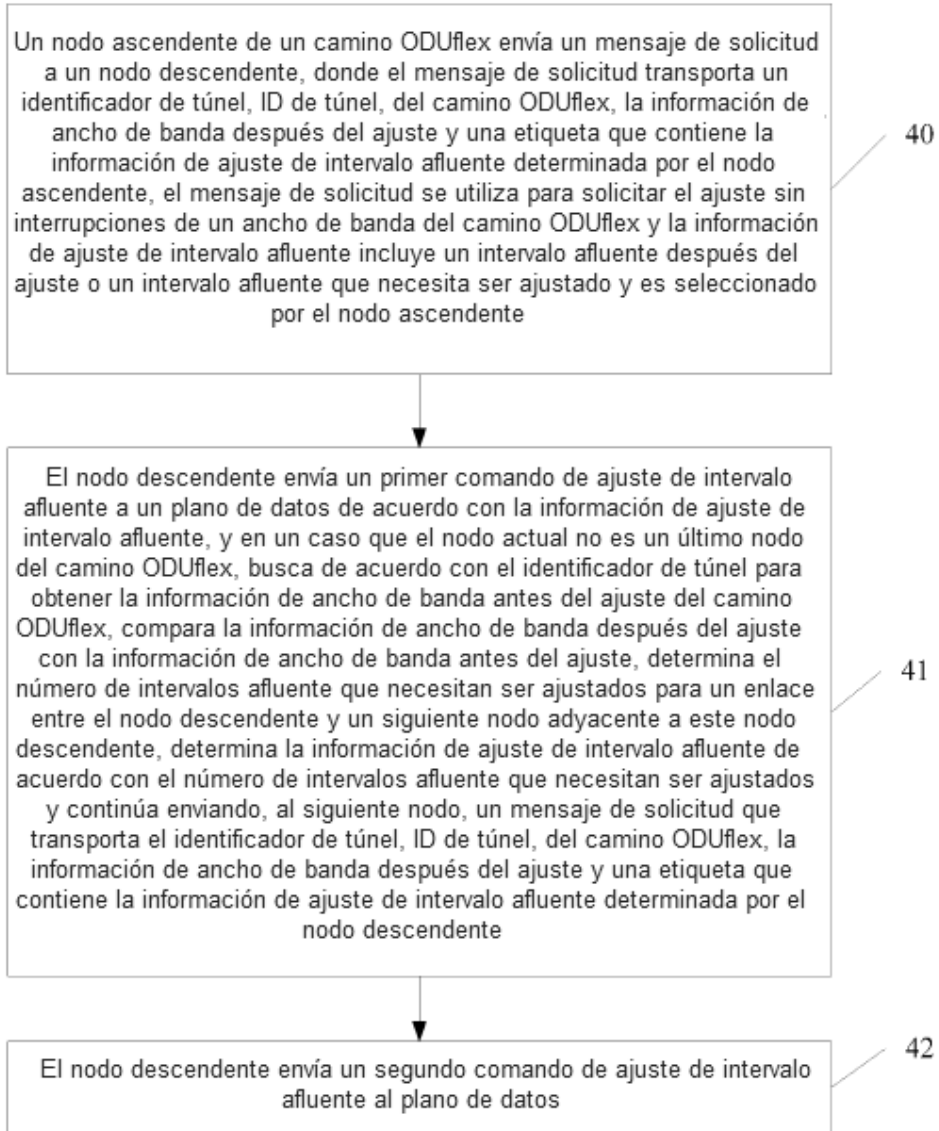


FIG. 4

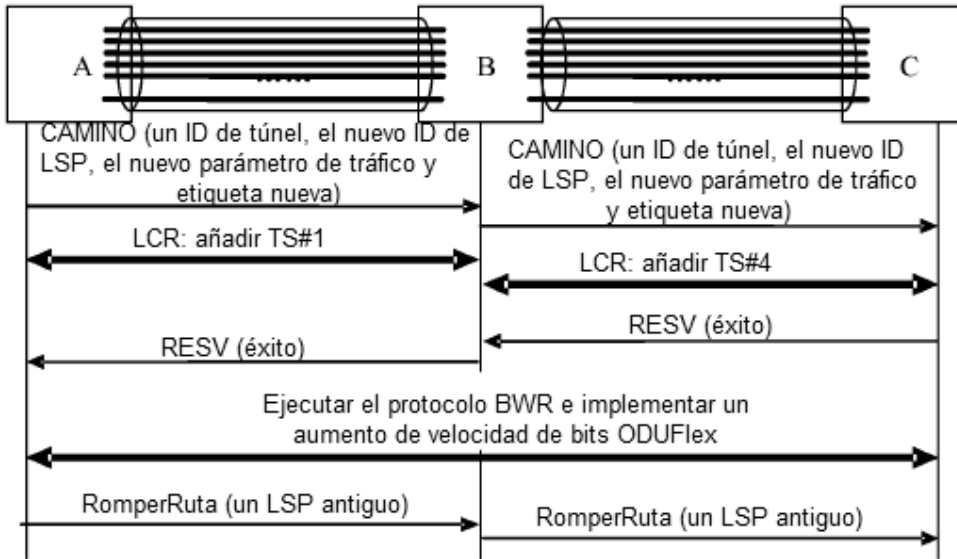


FIG. 5

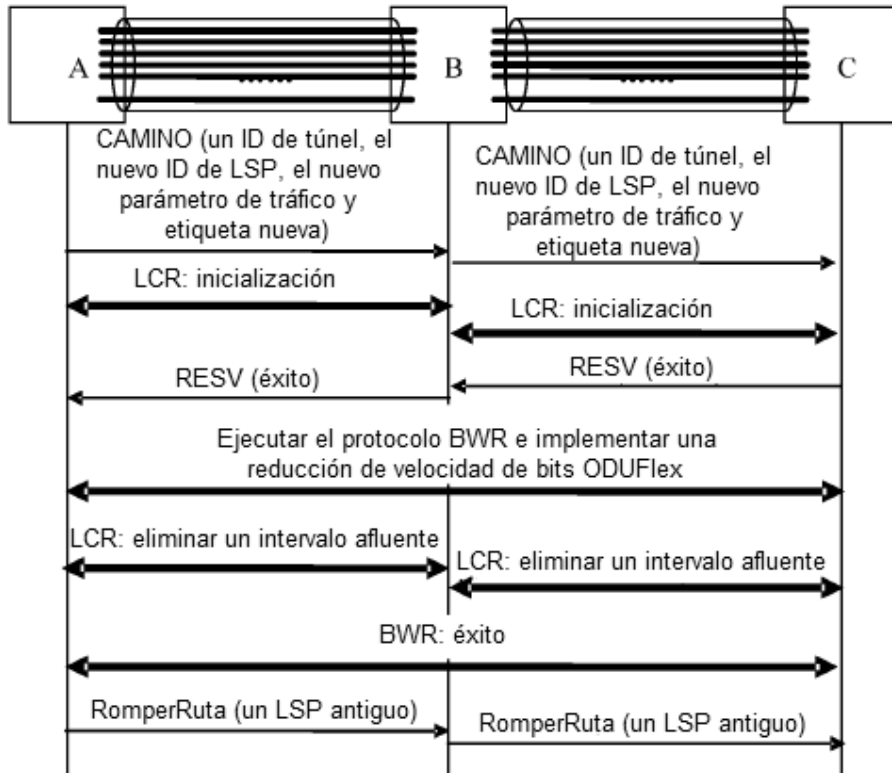


FIG. 6

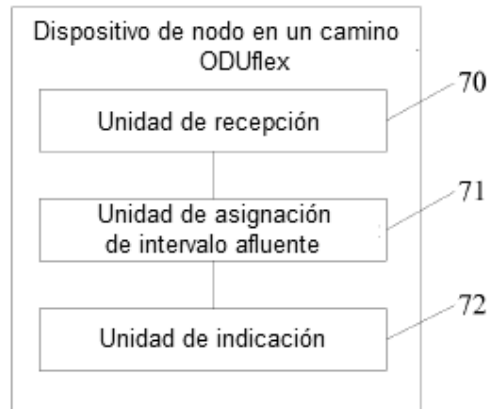


FIG. 7

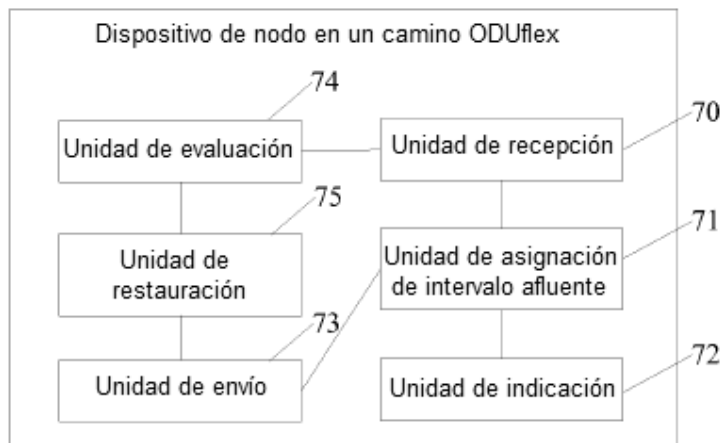


FIG. 8

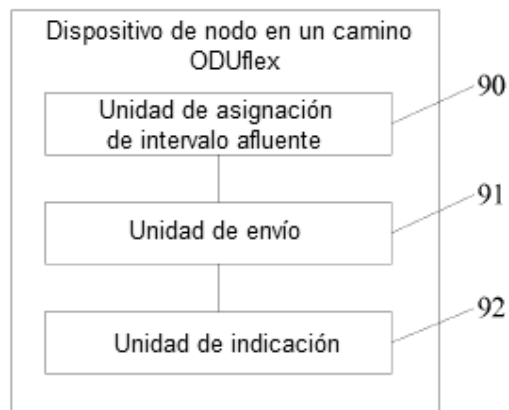


FIG. 9

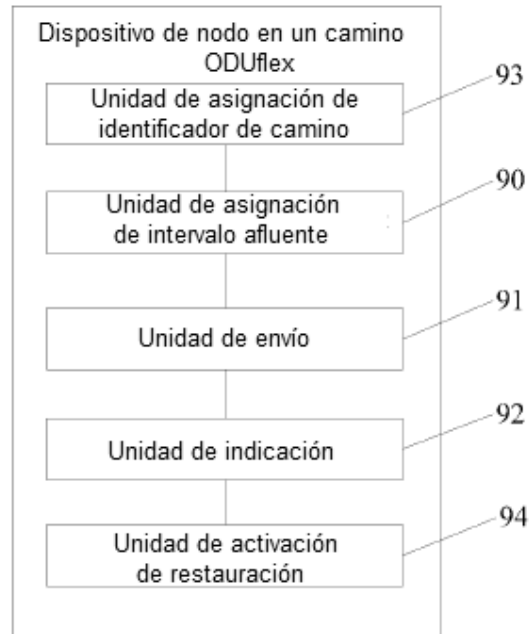


FIG. 10

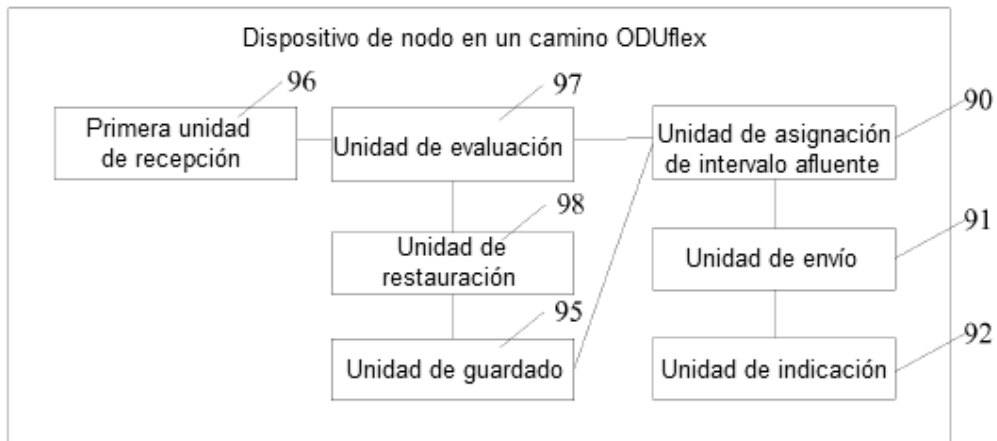


FIG. 11

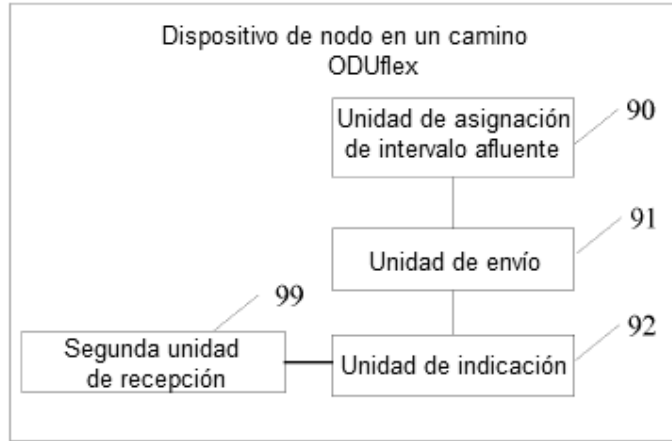


FIG. 12