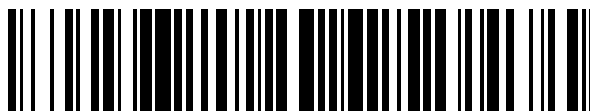


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 914**

51 Int. Cl.:

H04J 14/02 (2006.01)

H04B 10/079 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2012 PCT/CN2012/071459**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2012 WO12095046**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2012 E 12734042 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2579481**

54 Título: **Método, sistema y dispositivo de nodo para monitorear el funcionamiento del canal de longitud de onda**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HAN, JIANRUI

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 642 914 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, sistema y dispositivo de nodo para monitorear el funcionamiento del canal de longitud de onda.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a las tecnologías de comunicaciones de red y, en particular, a un método y un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, y un dispositivo de nodo.

Antecedentes de la invención

10 Una tecnología WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda) es una tecnología estándar en el campo de la transmisión óptica actual, y puede transmitir ondas ópticas de múltiples longitudes de onda diferentes en una sola fibra de manera síncrona. El trayecto de longitud de onda lleva a cabo la transmisión en la red en un estado todo óptico y los nodos intermedios no pueden obtener, como una red SDH (Jerarquía Digital Síncrona), información de trayecto mediante la extracción de sobrecargas de trayecto. Por lo tanto, el trayecto de longitud de onda no puede gestionarse y mantenerse mediante el uso de las sobrecargas de trayecto.

15 En el presente caso, una tecnología de seguimiento de longitud de onda emerge en la industria, es decir, en cada trayecto de longitud de onda, una señal de baja frecuencia se modula usando cierto esquema de modulación; después de multiplexar múltiples trayectos de longitud de onda, las señales se transmiten a través del trayecto óptico principal. El valor de la frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación forman el identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda. Un nodo en el trayecto de longitud de onda divide una parte de la luz del principal trayecto óptico, obtiene, a través de la demodulación, múltiples señales de baja frecuencia añadidas a múltiples trayectos de longitud de onda, determina, según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en el trayecto de longitud de onda, y monitorea la señal de baja frecuencia para obtener el seguimiento de transmisión y el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda correspondiente. De esta manera, se implementan la gestión y el mantenimiento del trayecto de longitud de onda.

20 Actualmente, en el presente método, el funcionamiento del trayecto de longitud de onda se puede monitorear solo cuando un identificador de longitud de onda se asigna a cada trayecto de longitud de onda de forma manual usando un sistema de gestión de red y una relación de mapeo entre el identificador de longitud de onda y el trayecto de longitud de onda se configura en cada nodo de forma resuelta usando el sistema de gestión de red. Por lo tanto, la implementación es compleja y la fiabilidad es baja.

30 El documento US 2011/0081148 A1 describe un aparato que comprende un elemento de red (ER) configurado para comunicar al menos una de las limitaciones de señal y capacidades de procesamiento para múltiples bloques de recursos (RB, por sus siglas en inglés) asociados a un nodo de red en un Tipo-Longitud-Valor (TLV) de nodo de red óptica conmutada por longitud de onda (WSON, por sus siglas en inglés) y limitaciones de señal y capacidades de procesamiento asociadas a un enlace en un TLV de enlace WSON, en donde el TLV de nodo WSON comprende un identificador (ID) de nodo, uno o más TLV GMPLS, un TLV de matriz de conectividad, y un TLV de conjunto de recursos, y en donde el TLV de enlace WSON comprende un ID de enlace, uno o más TLV GMPLS, y un TLV de restricción de longitud de onda de puerto.

40 El documento US 2004/0249976 A1 describe que la información de clave de onda relacionada con el enlace óptico y otra información específica del fabricante se distribuyen en una red WDM usando una extensión del protocolo de encaminamiento OSPF estándar. La extensión hace uso de un Anuncio de Estado de Enlace de atributos (LSA, por sus siglas en inglés) del fabricante que es un nuevo tipo de LSA opaco. Los LSA de atributos del fabricante incluyen un campo de Identificador (ID) de Estado de Enlace Vendatt en el encabezamiento LSA, y una estructura Tipo/Longitud/Valor (TLV) Vendatt.

45 El borrador de internet "*GMPLS Signaling Extensions for Optical Impairment Aware Lightpath Setup - draft-martinelli-ccamp-optical-imp-signaling-01.txt*" de Martinelli G. y otros, 22 de febrero de 2008, recuperable desde <http://tools.ietf.org/html/draft-martinelli-ccamp-optical-imp-signaling-01> describe una extensión de protocolo de señalización GMPLS (RSVP/RSVP-TE) para reunir y proveer al nodo de egreso los parámetros de degradación óptica que se necesitan para validar una viabilidad de solicitud de establecimiento de trayectoria de haz luminoso.

Compendio de la invención

50 Las realizaciones de la presente invención proveen un método y sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, y un dispositivo de nodo para resolver los problemas de implementación compleja y baja fiabilidad provocados por las configuraciones manuales.

Las realizaciones de la presente invención adoptan las siguientes soluciones técnicas:

En un aspecto, la presente invención provee un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que incluye:

5 recibir, por un segundo nodo, un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y segunda información de identificador de longitud de onda;

obtener, por el segundo nodo, un identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y

10 determinar, por el segundo nodo según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia; donde:

15 la segunda información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda e incluida en el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda enviado a un nodo vecino descendente por un primer nodo después de registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda;

20 el identificador de longitud de onda se obtiene por el primer nodo según la primera información de identificador de longitud de onda en un mensaje de respuesta de control enviado desde un nodo de control centralizado; el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se usa por el primer nodo para determinar la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda;

25 la primera información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda e incluida en el mensaje de respuesta de control enviado al primer nodo por el nodo de control centralizado después de asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda; y

la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de control recibido por el nodo de control centralizado desde el primer nodo.

En otro aspecto, la presente invención provee un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que incluye:

30 enviar, por un primer nodo, un mensaje de solicitud de control a un nodo de control centralizado, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda;

35 recibir, por el primer nodo, un mensaje de respuesta de control del nodo de control centralizado, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos una primera información de identificador de longitud de onda construida según un identificador de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se asigna por el nodo de control centralizado según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control recibido y se usa para identificar un trayecto de longitud de onda;

40 obtener, por el primer nodo, el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda, y registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda;

determinar, por el primer nodo según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; y

45 monitorear, por el primer nodo, la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

En aún otro aspecto, la presente invención provee un dispositivo de nodo, que incluye una segunda unidad de recepción, una segunda unidad de procesamiento, y una segunda unidad de monitoreo, donde:

50 la segunda unidad de recepción se configura para recibir un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y una segunda información de identificador de longitud de onda;

la segunda información de identificador de longitud de onda es información construida según un identificador de longitud de onda e incluida en el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda enviado a un nodo vecino descendente por un primer dispositivo de nodo después de registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; el identificador de longitud de onda se obtiene por el primer dispositivo de nodo según la primera información de identificador de longitud de onda en un mensaje de respuesta de control enviado desde un nodo de control centralizado; el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se usa por el primer dispositivo de nodo para determinar la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; la primera información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda e incluida en el mensaje de respuesta de control enviado al primer dispositivo de nodo por el nodo de control centralizado después de asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda; y la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de control recibido por el nodo de control centralizado del primer dispositivo de nodo;

la segunda unidad de procesamiento se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y

la segunda unidad de monitoreo se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

En aún otro aspecto, la presente invención provee un dispositivo de nodo, que incluye una primera unidad de control, una primera unidad de procesamiento, una segunda unidad de modulación, y una primera unidad de monitoreo, donde:

la primera unidad de control se configura para: enviar un mensaje de solicitud de control a un dispositivo de nodo de control centralizado, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; y recibir un mensaje de respuesta de control enviado desde el dispositivo de nodo de control centralizado, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos una primera información de identificador de longitud de onda construida según un identificador de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se asigna por el dispositivo de nodo de control centralizado según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control recibido y se usa para identificar un trayecto de longitud de onda;

la primera unidad de procesamiento se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda, y registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda;

la primera unidad de modulación se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; y

la primera unidad de monitoreo se configura para monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

En aún otro aspecto, la presente invención provee un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que incluye al menos un primer dispositivo de nodo, un segundo dispositivo de nodo, y un dispositivo de nodo de control centralizado, donde:

el primer dispositivo de nodo se configura para: enviar un mensaje de solicitud de control al dispositivo de nodo de control centralizado, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; recibir un mensaje de respuesta de control del dispositivo de nodo de control centralizado, obtener un identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda en el mensaje de respuesta de control, y registrar una relación de mapeo entre un trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; determinar, según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y un esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; después de registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de

onda y una segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda;

5 el dispositivo de nodo de control centralizado se configura para: recibir el mensaje de solicitud de control, y asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación; enviar el mensaje de respuesta de control al primer dispositivo de nodo, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda; y

10 el segundo dispositivo de nodo se configura para: recibir un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda de un dispositivo de nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda; obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y
15 determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

En aún otro aspecto, la presente invención provee un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que incluye al menos un primer dispositivo de nodo y un dispositivo de nodo de control centralizado, donde:

20 el primer dispositivo de nodo se configura para: enviar un mensaje de solicitud de control al dispositivo de nodo de control centralizado, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; recibir un mensaje de respuesta de control del dispositivo de nodo de control centralizado, obtener un identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda en el mensaje de respuesta de control, y registrar una relación de mapeo entre un trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; determinar, según el identificador de longitud de onda, una
25 señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y un esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia; y

30 el dispositivo de nodo de control centralizado se configura para: recibir el mensaje de solicitud de control, y asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación; enviar el mensaje de respuesta de control al primer dispositivo de nodo,
35 donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

Mediante el uso del método y sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, y un dispositivo de nodo según las realizaciones de la presente invención, el nodo de control centralizado asigna un
40 identificador de longitud de onda a un trayecto de longitud de onda de forma automática; y la información de identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda. De esta manera, los nodos en el trayecto de longitud de onda obtienen el identificador de longitud de onda automáticamente y monitorean el funcionamiento del trayecto de longitud de onda, y así presentan la implementación simple y la alta fiabilidad.

Breve descripción de los dibujos

45 Con el fin de ilustrar las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención de forma más clara, a continuación se describen brevemente los dibujos anexos requeridos para describir las realizaciones de la presente invención. De manera aparente, los dibujos anexos en la siguiente descripción muestran simplemente algunas realizaciones de la presente invención, y las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden derivar otros dibujos a partir de dichos dibujos anexos sin esfuerzos creativos.

50 La Figura 1a es un diagrama de flujo de un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda según una realización de la presente invención;

la Figura 1b es un diagrama de flujo de un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda según otra realización de la presente invención;

55 la Figura 2 es un diagrama topológico esquemático de una red de división de longitud de onda según una realización de la presente invención;

la Figura 3a ilustra un formato de encapsulación de una carga útil de un objeto de identificador de longitud de onda según una realización de la presente invención;

la Figura 3b ilustra un formato de encapsulación específico de una carga útil de un objeto de identificador de longitud de onda según una realización de la presente invención;

5 la Figura 4a es un diagrama de bloques estructural de un dispositivo de nodo según una realización de la presente invención;

la Figura 4b es un diagrama de bloques estructural de otro dispositivo de nodo según una realización de la presente invención;

10 la Figura 5a es un diagrama de bloques estructural de otro dispositivo de nodo según una realización de la presente invención;

la Figura 5b es un diagrama de bloques estructural de otro dispositivo de nodo según una realización de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama esquemático de un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda según una realización de la presente invención; y

15 la Figura 7 es un diagrama esquemático de otro sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

20 Las realizaciones de la presente invención proveen un método y sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, y un dispositivo de nodo. Para una mejor comprensión de las soluciones técnicas de la presente invención, a continuación se describen las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos anexos.

25 Se debe aclarar que las realizaciones descritas son solo una parte de las realizaciones de la presente invención, antes que todas las realizaciones. Todas las otras realizaciones que las personas con experiencia ordinaria en la técnica obtengan según las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

La Figura 1 es un diagrama de flujo de un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda según una realización de la presente invención. El método incluye las siguientes etapas:

30 Etapa E101a: un segundo nodo recibe un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y segunda información de identificador de longitud de onda.

35 La segunda información de identificador de longitud de onda es información construida según un identificador de longitud de onda e incluida en un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda enviado a un nodo vecino descendente por un primer nodo después de registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; el identificador de longitud de onda se obtiene por el primer dispositivo de nodo según la primera información de identificador de longitud de onda en un mensaje de respuesta de control enviado desde un nodo de control centralizado; el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se usa por el primer nodo para determinar la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; la primera información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda e incluida en el mensaje de respuesta de control enviado al primer dispositivo de nodo por el nodo de control centralizado después de asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda; y la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de control recibido por el nodo de control centralizado del primer nodo.

Etapa E102a: el segundo nodo obtiene el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda.

50 Etapa E103a: el segundo nodo determina, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtiene el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

Además, puede incluirse la etapa E104a, es decir, después de recibir el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda del nodo vecino ascendente, el segundo nodo envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un nodo vecino descendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda.

La segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

La Figura 1b es un diagrama de flujo de un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda según otra realización de la presente invención. El método incluye las siguientes etapas:

Etapa E101b: un primer nodo envía un mensaje de solicitud de control a un nodo de control centralizado, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda.

Etapa E102b: el primer nodo recibe un mensaje de respuesta de control del nodo de control centralizado, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos primera información de identificador de longitud de onda construida según un identificador de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se asigna por el nodo de control centralizado según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control recibido y se usa para identificar un trayecto de longitud de onda.

Etapa E103b: el primer nodo obtiene el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda.

Etapa E104b: el primer nodo determina, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación, y modula la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda.

Etapa E105b: el primer nodo monitorea la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

Además, puede incluirse la etapa E106b, es decir, después de registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, el primer nodo envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un nodo vecino descendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

La segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

A continuación se describen en detalle un método y un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, y un dispositivo de nodo según las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos anexos.

Se debe aclarar que las realizaciones descritas son solo una parte de las realizaciones de la presente invención, antes que todas las realizaciones. Todas las otras realizaciones que las personas con experiencia ordinaria en la técnica obtengan según las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

Realización 1: una realización de la presente invención provee un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda. En la red que se muestra en la Figura 2, las líneas continuas negras entre los nodos A, B, C, D y E indican enlaces ópticos, y un nodo P se refiere a un nodo de control centralizado. Un trayecto de longitud de onda Tray1 establecido existe entre el nodo A y el nodo B. La longitud de onda de trabajo del Tray1 es λ_1 y la ruta es A-D-C-B. El funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1 necesita monitorearse. El nodo A es el nodo fuente de un mensaje de señalización, y el nodo B es el nodo destino del mensaje de señalización. El sentido

descendente se refiere a una dirección del nodo fuente A al nodo destino B, y el sentido ascendente se refiere a una dirección del nodo destino B al nodo fuente A. El método específicamente incluye las siguientes etapas:

Etapa E201: el nodo A envía un mensaje de solicitud de control al nodo de control centralizado P, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda.

- 5 En la presente realización, para asegurar que el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1 pueda monitorearse, el nodo A envía un mensaje de solicitud de control al nodo de control centralizado P, y solicita asignar un identificador de longitud de onda al trayecto de longitud de onda Tray1, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda.

- 10 Etapa E202: el nodo de control centralizado P recibe el mensaje de solicitud de control del nodo A y asigna, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, un identificador de longitud de onda Clave de Onda que identifica el trayecto de longitud de onda Tray1.

El nodo de control centralizado puede asignar el identificador de longitud de onda usando los siguientes dos modos. El modo de asignación específico puede preconfigurarse.

- 15 Modo 1: asignar un identificador de longitud de onda a cada trayecto de longitud de onda. En el presente modo de asignación, el identificador de longitud de onda corresponde al trayecto de longitud de onda de manera individual.

- 20 Modo 2: asignar un identificador de longitud de onda a cada longitud de onda, es decir, la frecuencia central de una longitud de onda corresponde a un identificador de longitud de onda. En el presente modo de asignación, puede asignarse un mismo identificador de longitud de onda a múltiples trayectos de longitud de onda, y el identificador de longitud de onda más la información del nodo fuente y nodo destino del trayecto de longitud de onda corresponde al trayecto de longitud de onda de manera individual.

- 25 En la capa física, en cada trayecto de longitud de onda, una señal de baja frecuencia se modula usando cierto esquema de modulación, y la señal de baja frecuencia se transmite a lo largo del trayecto de longitud de onda. Por lo tanto, el funcionamiento de la señal de baja frecuencia refleja el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda correspondiente. Por consiguiente, el identificador de longitud de onda de cada trayecto de longitud de onda puede representarse por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación.

- 30 En la presente realización, el nodo de control centralizado P recibe un mensaje de solicitud de control del nodo A, donde el mensaje de solicitud de control incluye información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, y asigna, según un modo de asignación preconfigurado 1, un identificador de longitud de onda Clave de Onda que identifica el trayecto de longitud de onda Tray1. El nodo de control centralizado P registra que el identificador de longitud de onda Clave de Onda ya se ha asignado para asegurar que en la red el identificador de longitud de onda Clave de Onda corresponda al trayecto de longitud de onda Tray1 de manera individual.

- 35 Etapa E203: el nodo de control centralizado P envía un mensaje de respuesta de control al nodo A, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos una primera información de identificador de longitud de onda WK1 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

- 40 En la presente realización, el nodo de control centralizado P construye, mediante el uso del identificador de longitud de onda Clave de Onda, la primera información identificador de longitud de onda WK1 según el formato del mensaje de respuesta de control, y envía el mensaje de respuesta de control al nodo A, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda WK1 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

- 45 Etapa E204: el nodo A recibe el mensaje de respuesta de control del nodo de control centralizado P, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la primera información de identificador de longitud de onda WK1 en el mensaje de respuesta de control, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

- 50 Etapa E205: el nodo A envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente D, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y segunda información de identificador de longitud de onda WK2 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

- En la presente realización, el nodo A envía, según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo D, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el ID de Trayecto (Identificador de Trayecto) del trayecto de longitud de onda Tray1 y la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

- 5 Etapa E206: el nodo D recibe el mensaje de solicitud de trayecto, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda; y envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente C, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y la segunda información de identificador de longitud de onda WK2.
- 10 En la presente realización, el nodo D recibe el mensaje de solicitud de trayecto, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, obtiene la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda según el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda; y envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente C, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y la segunda información de identificador de longitud de onda WK2.
- 15 La etapa de "enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente C" puede ejecutarse antes o después de la etapa de "obtener el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la información de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de trayecto y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda", y ambas etapas se ejecutan después de la etapa de "recibir el mensaje de solicitud de trayecto".
- 20 Etapa E207: el nodo C recibe el mensaje de solicitud de trayecto, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda; y envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente B, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y la segunda información de identificador de longitud de onda WK2.
- 25 En la presente realización, la etapa de "enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente B" puede ejecutarse antes o después de la etapa de "obtener el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la información de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de trayecto y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda", y ambas etapas se ejecutan después de la etapa de "recibir el mensaje de solicitud de trayecto".
- 30 Etapa E208: el nodo B recibe el mensaje de solicitud de trayecto, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda.
- 35 Etapa E209: uno o más nodos en el trayecto de longitud de onda Tray1 determinan, según el identificador de longitud de onda Clave de Onda del trayecto de longitud de onda Tray1, una señal de baja frecuencia f1 modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda Tray1, y monitorean la señal de baja frecuencia f1 para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1.
- 40 En la presente realización, cuando el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1 se monitorea, uno o más nodos en el trayecto de longitud de onda Tray1 demodulan la señal de longitud de onda en múltiples grupos de (señal de baja frecuencia + código binario). Cada identificador de longitud de onda se representa por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación, es decir, cada identificador de longitud de onda corresponde a un grupo de (señal de baja frecuencia + código binario).
- 45 Uno o más nodos en el trayecto de longitud de onda Tray1 determinan, según el identificador de longitud de onda Clave de Onda del trayecto de longitud de onda Tray1, una señal de baja frecuencia f1 modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda Tray1, y monitorean la señal de baja frecuencia f1 para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1. Los nodos en el trayecto de longitud de onda Tray1 incluyen los nodos A, D, C, y B.
- 50 La etapa E210 se incluye después de la etapa E204 y antes de la etapa E209, es decir, el nodo A determina, según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1 y un esquema de modulación, y modula la longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1.
- 55 En la presente realización, el nodo A obtiene el valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y el código binario según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, determina la señal de baja frecuencia f1 modulada en la longitud de onda de trabajo λ_1 y un esquema de modulación, y lleva a cabo la modulación para el trayecto de

longitud de onda Tray1. Por ejemplo, el código binario es 10000001, y f1 se modula en la longitud de onda de trabajo λ_1 en la forma de 8 niveles de 10000001.

5 En la realización 1, cuando ya se ha establecido un trayecto de longitud de onda, un nodo de control centralizado asigna un identificador de longitud de onda al trayecto de longitud de onda de forma automática; y la información de identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda. De esta manera, los nodos en el trayecto de longitud de onda obtienen el identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda automáticamente y monitorean el funcionamiento del trayecto de longitud de onda, y así presentan la implementación simple y la alta fiabilidad.

10 Realización 2: una realización de la presente invención provee un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda. En la red que se muestra en la Figura 2, las líneas continuas negras entre los nodos A, B, C, D y E indican enlaces ópticos, y un nodo P se refiere a un nodo de control centralizado. Un sistema de gestión de red o un cliente notifican al nodo A sobre el establecimiento de un trayecto de longitud de onda Tray1 entre el nodo A y el nodo B para monitorear el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1. En el presente caso, el nodo A es el nodo fuente de un mensaje de señalización, y el nodo B es el nodo destino del mensaje de señalización. El sentido descendente se refiere a una dirección del nodo fuente A al nodo destino B, y el sentido ascendente se refiere a una dirección del nodo destino B al nodo fuente A. El método incluye las siguientes etapas:

15 Etapa E301: el nodo A envía un mensaje de solicitud de control al nodo de control centralizado P, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda.

20 En la presente realización, para asegurar que el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1 se pueda monitorear, el nodo A envía un mensaje de solicitud de control al nodo de control centralizado P, y solicita asignar un identificador de longitud de onda al trayecto de longitud de onda Tray1, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda e información del nodo fuente A y del nodo destino B del trayecto de longitud de onda Tray1.

25 Etapa E302: el nodo de control centralizado P recibe el mensaje de solicitud de control del nodo A y asigna, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, un identificador de longitud de onda Clave de Onda que identifica el trayecto de longitud de onda Tray1.

El nodo de control centralizado puede asignar el identificador de longitud de onda usando los dos modos en la primera realización. El modo de asignación específico puede preconfigurarse.

30 En la presente realización, el nodo de control centralizado P recibe un mensaje de solicitud de control del nodo A, donde el mensaje de solicitud de control incluye información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, y asigna, según el modo de asignación preconfigurado 1, un identificador de longitud de onda Clave de Onda que identifica el trayecto de longitud de onda Tray1. El nodo de control centralizado P registra que el identificador de longitud de onda Clave de Onda ya se ha asignado para asegurar que en la red el identificador de longitud de onda Clave de Onda pueda corresponder al trayecto de longitud de onda Tray1 de manera individual.

35 Además, el nodo de control centralizado puede asignar una longitud de onda de trabajo λ_1 al trayecto de longitud de onda Tray1, y calcular que la ruta del trayecto de longitud de onda Tray1 es A-D-C-B según la información del nodo fuente y nodo destino del trayecto de longitud de onda Tray1; o el nodo fuente A, un PCE (Elemento de Cálculo de Trayecto), o el sistema de gestión de red pueden calcular que la ruta del trayecto de longitud de onda Tray1 es A-D-C-B y asignar la longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1.

40 Etapa E303: el nodo de control centralizado P envía un mensaje de respuesta de control al nodo A, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos una primera información de identificador de longitud de onda WK1 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

45 En la presente realización, el nodo de control centralizado P construye, mediante el uso del identificador de longitud de onda Clave de Onda, la primera información de identificador de longitud de onda WK1 según el formato del mensaje de respuesta de control, y envía el mensaje de respuesta de control al nodo A, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda WK1 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

El mensaje de respuesta de control puede además incluir la longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1 y la ruta A-D-C-B del trayecto de longitud de onda Tray1.

50 Etapa E304: el nodo A recibe el mensaje de respuesta de control del nodo de control centralizado P, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la primera información de identificador de longitud de onda WK1 en el mensaje de respuesta de control, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

Etapa E305: el nodo A envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente D, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y segunda información de identificador de longitud de onda WK2 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

5 En la presente realización, el nodo A envía, según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo D, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el ID de Trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y la segunda información de identificador de longitud de onda WK2
10 construida según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, y puede además incluir información de ruta explícita D-C-B.

Etapa E306: el nodo D recibe el mensaje de solicitud de trayecto, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda; y envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente C, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y la segunda información de identificador de longitud de onda WK2.
15

En la presente realización, la etapa de "enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente C" puede ejecutarse antes o después de la etapa de "obtener el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la información de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de trayecto y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda", y ambas etapas se ejecutan después de la etapa de "recibir el mensaje de solicitud de trayecto".
20

Etapa E307: el nodo C recibe el mensaje de solicitud de trayecto, obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda; y envía un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente B, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 y la segunda información de identificador de longitud de onda WK2.
25

En la presente realización, la etapa de "enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda Tray1 al nodo vecino descendente B" puede ejecutarse antes o después de la etapa de "obtener el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la información de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de trayecto y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda", y ambas etapas se ejecutan después de la etapa de "recibir el mensaje de solicitud de trayecto".
30

Etapa E308: el nodo B recibe el mensaje de solicitud de trayecto, y confirma que el trayecto de longitud de onda Tray1 se ha establecido; y obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda.
35

Etapa E309: uno o más nodos en el trayecto de longitud de onda Tray1 determinan, según el identificador de longitud de onda Clave de Onda del trayecto de longitud de onda Tray1, una señal de baja frecuencia f1 modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda Tray1, y monitorean la señal de baja frecuencia f1 para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1.
40

La etapa E310 se incluye después de la etapa E304 y antes de la etapa E309, es decir, el nodo A determina, según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, una señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1 y un esquema de modulación, y modula la longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1.
45

En la presente realización, el nodo A obtiene el valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y el código binario según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, determina la señal de baja frecuencia f1 modulada en la longitud de onda de trabajo λ_1 y el esquema de modulación, y lleva a cabo la modulación correspondiente para el trayecto de longitud de onda Tray1.
50

Realización 3: una realización de la presente invención provee un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda. En la red que se muestra en la Figura 2, las líneas continuas negras entre los nodos A, B, C, D y E indican enlaces ópticos, y un nodo P se refiere a un nodo de control centralizado. Un sistema de gestión de red o un cliente notifican al nodo A sobre el establecimiento de un trayecto de longitud de onda Tray1 entre el nodo A y el nodo B para monitorear el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1. En el presente caso, el nodo A es el nodo fuente de un mensaje de señalización, y el nodo B es el nodo destino del mensaje de
55

señalización. El sentido descendente se refiere a una dirección del nodo fuente A al nodo destino B, y el sentido ascendente se refiere a una dirección del nodo destino B al nodo fuente A. El método incluye las siguientes etapas:

En la presente realización, la etapa E401 a la etapa E407 son similares a la etapa E301 a la etapa E307 en la segunda realización, y no se describen en la presente memoria descriptiva.

5 Etapa E408: el nodo B recibe el mensaje de solicitud de trayecto, y envía un mensaje de respuesta de trayecto al nodo vecino ascendente C; y obtiene el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la segunda información de identificador de longitud de onda WK2 en el mensaje de solicitud de trayecto, y registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda.

10 En la presente realización, la etapa de "enviar un mensaje de respuesta de trayecto al nodo vecino ascendente C" puede ejecutarse antes o después de la etapa de "obtener el identificador de longitud de onda Clave de Onda según la información de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de trayecto y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda", y ambas etapas se ejecutan después de la etapa de "recibir un mensaje de solicitud de trayecto".

15 Etapa E409: el nodo C recibe un mensaje de solicitud de trayecto y envía un mensaje de respuesta de trayecto al nodo vecino ascendente D.

Etapa E410: el nodo D recibe un mensaje de solicitud de trayecto y envía un mensaje de respuesta de trayecto al nodo vecino ascendente A.

Etapa E411: el nodo A recibe un mensaje de respuesta de trayecto y confirma que el trayecto de longitud de onda Tray1 se ha establecido.

20 Etapa E412: uno o más nodos en el trayecto de longitud de onda Tray1 determinan, según el identificador de longitud de onda Clave de Onda del trayecto de longitud de onda Tray1, una señal de baja frecuencia f1 modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda Tray1, y monitorean la señal de baja frecuencia f1 para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda Tray1.

25 La etapa E413 se incluye después de la etapa E404 y antes de la etapa E412, es decir, el nodo A determina, según el identificador de longitud de onda Clave de Onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1 y un esquema de modulación, y modula la longitud de onda de trabajo λ_1 del trayecto de longitud de onda Tray1.

30 En la realización 2 y realización 3, cuando un trayecto de longitud de onda no se ha establecido, un nodo de control centralizado asigna un identificador de longitud de onda al trayecto de longitud de onda de forma automática; y la información de identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda en el proceso de establecimiento de trayecto de longitud de onda. De esta manera, los nodos en el trayecto de longitud de onda obtienen el identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda automáticamente y monitorean el funcionamiento del trayecto de longitud de onda, y así presentan la implementación simple y la alta fiabilidad.

35 En la realización de más arriba, si el trayecto de longitud de onda Tray1 no se establece o se elimina después de establecer el trayecto de longitud de onda Tray1, cada nodo en el trayecto de longitud de onda Tray1 elimina la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda Tray1 y el identificador de longitud de onda Clave de Onda. El nodo A envía un mensaje de solicitud de control al nodo de control centralizado P, donde el mensaje de solicitud de control transporta la información de solicitud de eliminación de identificador de longitud de onda; el nodo de control centralizado P recibe el mensaje de solicitud de control del nodo A, libera el identificador de longitud de onda Clave de Onda asignado, y registra que el identificador de longitud de onda Clave de Onda no se ha asignado. El identificador de longitud de onda Clave de Onda liberado se puede asignar a otros trayectos de longitud de onda.

40 En la realización de más arriba, la primera información de identificador de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda se construyen según el identificador de longitud de onda, y se transportan en el mensaje de respuesta de control y el mensaje de solicitud de trayecto, respectivamente. La primera información de identificador de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda pueden ser iguales o diferentes, según los formatos del mensaje de respuesta de control y mensaje de solicitud de trayecto.

45 En la realización de más arriba, la ruta del trayecto de longitud de onda puede incluir solamente el nodo fuente y el nodo destino y no incluir nodos intermedios, o puede incluir el nodo fuente, el nodo destino y uno o más nodos intermedios. La realización de más arriba describe un escenario donde la ruta del trayecto de longitud de onda incluye dos nodos intermedios, es decir, la ruta incluye el nodo fuente A, el nodo destino B, el nodo intermedio D, y el nodo intermedio C. En los escenarios donde existen uno o más nodos intermedios entre el nodo fuente y el nodo destino, el procesamiento de cada nodo intermedio es similar al procesamiento de los nodos intermedios provistos en la presente realización, y no se describe en la presente memoria descriptiva.

En la realización de más arriba, el nodo de control centralizado puede ser un PCE.

Realización 4: una realización de la presente invención provee un dispositivo de nodo. Como se muestra en la Figura 4, el dispositivo de nodo incluye:

5 una segunda unidad de recepción 401, configurada para recibir un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y segunda información de identificador de longitud de onda, donde:

10 la segunda información de identificador de longitud de onda es información construida según un identificador de longitud de onda e incluida en el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda enviado a un nodo vecino descendente por un primer dispositivo de nodo después de registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; el identificador de longitud de onda se obtiene por el primer dispositivo de nodo según la primera información de identificador de longitud de onda en un mensaje de respuesta de control enviado desde un nodo de control centralizado; el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se usa por el primer dispositivo de nodo para determinar la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; la primera información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda e incluida en el mensaje de respuesta de control enviado al primer dispositivo de nodo por el nodo de control centralizado después de asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda; y la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de control recibido por el nodo de control centralizado del primer dispositivo de nodo;

25 una segunda unidad de procesamiento 402, configurada para obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y

una segunda unidad de monitoreo 403, configurada para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

30 Además, el dispositivo de nodo puede incluir:

una segunda unidad de envío 404, configurada para: enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente después de que la segunda unidad de recepción 401 recibe el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda del dispositivo de nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda, donde la segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el dispositivo de nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

Realización 5: una realización de la presente invención provee un dispositivo de nodo. Como se muestra en la Figura 5, el dispositivo de nodo incluye:

45 una primera unidad de control 501, configurada para: enviar un mensaje de solicitud de control a un dispositivo de nodo de control centralizado, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; y recibir un mensaje de respuesta de control enviado desde el dispositivo de nodo de control centralizado, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según un identificador de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se asigna por el dispositivo de nodo de control centralizado según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control recibido y se usa para identificar un trayecto de longitud de onda;

50 una primera unidad de procesamiento 502, configurada para obtener el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda;

una primera unidad de modulación 503, configurada para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; y

5 una primera unidad de monitoreo 504, configurada para monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

Además, el dispositivo de nodo puede incluir:

10 una primera unidad de envío 505, configurada para: después de que la primera unidad de procesamiento 502 registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda, donde la segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el dispositivo de nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

20 La interacción de información entre las unidades y los procedimientos de ejecución en los dispositivos de nodo provistos en la realización 4 y realización 5 de más arriba se basan en la misma idea que el método en las realizaciones de la presente invención. Por lo tanto, se puede hacer referencia al método provisto en las realizaciones de la presente invención, y no se provee ninguna descripción repetida en la presente memoria descriptiva.

25 Mediante el uso del dispositivo de nodo provisto en las realizaciones de la presente invención, se puede obtener un identificador de longitud de onda de forma automática. De esta manera, una señal de baja frecuencia correspondiente al trayecto de longitud de onda se determina según el identificador de longitud de onda, y la señal de baja frecuencia se monitorea para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda, y así presentar la implementación simple y la alta fiabilidad.

30 Realización 6: una realización de la presente invención provee un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda. Como se muestra en la Figura 6, el sistema incluye al menos un primer dispositivo de nodo 610, un segundo dispositivo de nodo 620, y un dispositivo de nodo de control centralizado 630.

El primer dispositivo de nodo 610 incluye una primera unidad de control 611, una primera unidad de procesamiento 612, una primera unidad de modulación 613, y una primera unidad de envío 614.

35 La primera unidad de control 611 se configura para: enviar un mensaje de solicitud de control al dispositivo de nodo de control centralizado 630, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; recibir un mensaje de respuesta de control del dispositivo de nodo de control centralizado 630, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda correspondiente a un identificador de longitud de onda.

40 La primera unidad de procesamiento 612 se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda en el mensaje de respuesta de control, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda.

La primera unidad de modulación 613 se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y un esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda.

45 La primera unidad de envío 614 se configura para: después de que la primera unidad de procesamiento 612 registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un nodo vecino descendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

50 El dispositivo de nodo de control centralizado 630 incluye una cuarta unidad de recepción 631, una cuarta unidad de asignación 632, y una cuarta unidad de envío 633.

La cuarta unidad de recepción 631 se configura para recibir un mensaje de solicitud de control, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda.

La cuarta unidad de asignación 632 se configura para asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, un identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación.

- 5 La cuarta unidad de envío 633 se configura para enviar un mensaje de respuesta de control al primer dispositivo de nodo 610, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos una primera información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

El segundo dispositivo de nodo 620 incluye una segunda unidad de recepción 621, una segunda unidad de procesamiento 622, y una segunda unidad de monitoreo 623.

- 10 La segunda unidad de recepción 621 se configura para recibir un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y segunda información de identificador de longitud de onda.

- 15 La segunda unidad de procesamiento 622 se configura para obtener un identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda.

La segunda unidad de monitoreo 623 se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

- 20 Además, el sistema puede incluir un tercer dispositivo de nodo 630 y una segunda unidad de envío 624 del segundo dispositivo de nodo 620.

El tercer dispositivo de nodo 630 incluye una tercera unidad de recepción 631, una tercera unidad de procesamiento 632, y una tercera unidad de monitoreo 633.

- 25 La tercera unidad de recepción 631 se configura para recibir un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda.

La tercera unidad de procesamiento 632 se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda.

- 30 La tercera unidad de monitoreo 633 se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

- 35 El segundo dispositivo de nodo 620 incluye además una segunda unidad de envío 624 configurada para: después de que la segunda unidad de recepción 621 recibe el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda del dispositivo de nodo vecino ascendente, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda.

- 40 Realización 7: una realización de la presente invención provee un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda. Como se muestra en la Figura 7, el sistema incluye al menos un primer dispositivo de nodo 710 y un dispositivo de nodo de control centralizado 720.

El primer dispositivo de nodo 710 incluye una primera unidad de control 711, una primera unidad de procesamiento 712, una primera unidad de modulación 713, y una primera unidad de monitoreo 714.

- 45 La primera unidad de control 711 se configura para: enviar un mensaje de solicitud de control al dispositivo de nodo de control centralizado 720, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; recibir un mensaje de respuesta de control del dispositivo de nodo de control centralizado 720, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda correspondiente a un identificador de longitud de onda.

- 50 La primera unidad de procesamiento 712 se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda en el mensaje de respuesta de control, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda.

La primera unidad de modulación 713 se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y un esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda.

5 La primera unidad de monitoreo 714 se configura para monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

El dispositivo de nodo de control centralizado 720 incluye una cuarta unidad de recepción 721, una cuarta unidad de asignación 722, y una cuarta unidad de envío 723.

La cuarta unidad de recepción 721 se configura para recibir un mensaje de solicitud de control, donde el mensaje de solicitud de control incluye al menos la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda.

10 La cuarta unidad de asignación 722 se configura para asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, un identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda, donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación.

15 La cuarta unidad de envío 723 se configura para enviar un mensaje de respuesta de control al primer dispositivo de nodo 710, donde el mensaje de respuesta de control incluye al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

Además, el sistema puede incluir un segundo dispositivo de nodo 730 y una primera unidad de envío 715 del primer dispositivo de nodo 710.

20 El segundo dispositivo de nodo 730 incluye una segunda unidad de recepción 731, una segunda unidad de procesamiento 732, y una segunda unidad de monitoreo 733.

La segunda unidad de recepción 731 se configura para recibir un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda.

25 La segunda unidad de procesamiento 732 se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda.

30 La segunda unidad de monitoreo 733 se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

35 Además, el primer dispositivo de nodo 710 incluye una primera unidad de envío 715 configurada para: después de registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un nodo vecino descendente, donde el mensaje de solicitud de trayecto incluye al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

40 En el sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda según la sexta realización y séptima realización de más arriba de la presente invención, los procesos de implementación específicos de cada unidad y la interacción de información entre cada unidad se basan en la misma idea que el método en las realizaciones de la presente invención. Se puede hacer referencia al método provisto en las realizaciones de la presente invención, y los detalles se omiten en la presente memoria descriptiva.

El PCECP (Protocolo de Comunicación de Elemento de Cálculo de Trayecto) se puede extender para transportar la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, la información de solicitud de eliminación de identificador de longitud de onda, y la información de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control y el mensaje de respuesta de control en las realizaciones de más arriba.

45 El Mensaje PCReq (Mensaje de Solicitud de Cálculo de Trayecto) del protocolo PCECP se puede usar como el mensaje de solicitud de control, y el Mensaje PCRep (Mensaje de Respuesta de Cálculo de Trayecto) del protocolo PCECP se puede usar como el mensaje de respuesta de control.

50 La información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda se puede transportar extendiendo el mensaje PCReq existente del protocolo PCECP. Un objeto de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda (objeto de bandera Clave de Onda) se añade al mensaje PCReq para transportar la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda.

La información de solicitud de eliminación de identificador de longitud de onda se puede transportar extendiendo el mensaje de Notificación existente del protocolo PCECP. Un objeto de solicitud de eliminación de identificador de longitud de onda (objeto de des-bandera Clave de Onda) se añade al mensaje de Notificación para transportar la información de solicitud de eliminación de identificador de longitud de onda.

- 5 La información de identificador de longitud de onda se puede transportar extendiendo el mensaje PCRep existente del protocolo PCECP. Un objeto de identificador de longitud de onda (objeto Clave de Onda) se añade al mensaje PCRep para transportar la información de identificador de longitud de onda. El formato de encapsulación de la carga útil del objeto de identificador de longitud de onda se muestra en la Figura 3a. La información de identificador de longitud de onda se representa mediante 32 bits e incluye dos campos: información de frecuencia e información de código binario. Como se muestra en la Figura 3b, cada campo se define de la siguiente manera:

10 La información de frecuencia indica el valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo.

La información de código binario indica un valor de código binario correspondiente al esquema de modulación.

- 15 El RSVP-TE (Protocolo de Reserva de Recursos con TE) del GMPLS (Multiprotocolo Generalizado de Conmutación de Etiquetas) se puede extender para transportar la información de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de trayecto y el mensaje de respuesta de trayecto en las realizaciones de más arriba.

El mensaje de Trayecto se puede usar como el mensaje de solicitud de trayecto, y el mensaje Resv se puede usar como el mensaje de respuesta de trayecto.

- 20 La información de identificador de longitud de onda se puede transportar extendiendo un subobjeto de ruta explícito de etiquetas existente (subobjeto ERO de Etiquetas) del mensaje de Trayecto. Un campo de 32 bits se añade al subobjeto ERO de Etiquetas para transportar la información de identificador de longitud de onda, como se muestra en la Figura 3a. La información de identificador de longitud de onda se representa mediante 32 bits e incluye dos campos: información de frecuencia e información de código binario. Como se muestra en la Figura 3b, cada campo se define de la siguiente manera:

- 25 La información de frecuencia indica el valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo.

La información de código binario indica un valor de código binario correspondiente al esquema de modulación.

- 30 Mediante el uso de las soluciones técnicas provistas en las realizaciones de la presente invención, un nodo de control centralizado asigna un identificador de longitud de onda a un trayecto de longitud de onda de forma automática; y la información de identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda. De esta manera, los nodos en el trayecto de longitud de onda obtienen el identificador de longitud de onda del trayecto de longitud de onda automáticamente y monitorean el funcionamiento del trayecto de longitud de onda, y así presentan la implementación simple y la alta fiabilidad.

- 35 Las personas con experiencia ordinaria en la técnica deben comprender que todas o una parte de las etapas de los métodos en las realizaciones se pueden implementar por un programa de ordenador que ordena el hardware relevante. El programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando el programa se ejecuta, se llevan a cabo los procesos de los métodos en las realizaciones. El medio de almacenamiento puede ser un disco magnético, un disco óptico, una memoria de solo lectura (ROM, por sus siglas en inglés), una memoria de acceso aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés), y similares.

- 40 Las anteriores descripciones son meramente realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación o reemplazo llevado a cabo por personas con experiencia en la técnica sin apartarse del alcance técnico de la presente invención caerá dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención
- 45 estará sujeto a las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que comprende:

5 recibir (E101a), por un segundo nodo, un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y segunda información de identificador de longitud de onda;

obtener (E102a), por el segundo nodo, un identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y

10 determinar (E103a), por el segundo nodo según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia; en donde:

15 la segunda información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda y comprendida en un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda enviado a un nodo vecino descendente por un primer nodo después de registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda;

el identificador de longitud de onda se obtiene por el primer nodo según la primera información de identificador de longitud de onda en un mensaje de respuesta de control enviado desde un nodo de control centralizado;

20 el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se usa por el primer nodo para determinar la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda;

25 la primera información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda y comprendida en el mensaje de respuesta de control enviado al primer nodo por el nodo de control centralizado después de asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda; y

la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de control recibido por el nodo de control centralizado desde el primer nodo.

30 2. El método según la reivindicación 1, que además comprende: después de recibir el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda del nodo vecino ascendente, enviar, por el segundo nodo, un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un nodo vecino descendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda; en donde:

35 la segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

3. Un método para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que comprende:

40 enviar (E101b), por un primer nodo, un mensaje de solicitud de control a un nodo de control centralizado, en donde el mensaje de solicitud de control comprende al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda;

45 recibir (E102b), por el primer nodo, un mensaje de respuesta de control del nodo de control centralizado, en donde el mensaje de respuesta de control comprende al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según un identificador de longitud de onda, en donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se asigna por el nodo de control centralizado según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control recibido y se usa para identificar un trayecto de longitud de onda;

50 obtener (E103b), por el primer nodo, el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda, y registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda;

determinar (E104b), por el primer nodo según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; y

5 monitorear (E105b), por el primer nodo, la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

4. El método según la reivindicación 3, que además comprende: después de registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar, por el primer nodo, un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un nodo vecino descendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda; y

10 la segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

15 5. Un dispositivo de nodo, que comprende una segunda unidad de recepción (401), una segunda unidad de procesamiento (402), y una segunda unidad de monitoreo (403), en donde:

20 la segunda unidad de recepción (401) se configura para recibir un mensaje de solicitud de trayecto de un trayecto de longitud de onda de un nodo vecino ascendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y segunda información de identificador de longitud de onda, en donde:

25 la segunda información de identificador de longitud de onda es información construida según un identificador de longitud de onda y comprendida en el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda enviado a un nodo vecino descendente por un primer dispositivo de nodo después de registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; el identificador de longitud de onda se obtiene por el primer dispositivo de nodo según la primera información de identificador de longitud de onda en un mensaje de respuesta de control enviado desde un nodo de control centralizado; el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se usa por el primer dispositivo de nodo para determinar la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; la primera información de identificador de longitud de onda es información construida según el identificador de longitud de onda y comprendida en el mensaje de respuesta de control enviado al primer dispositivo de nodo por el nodo de control centralizado después de asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda; y la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda se transporta en un mensaje de solicitud de control recibido por el nodo de control centralizado desde el primer dispositivo de nodo;

30 la segunda unidad de procesamiento (402) se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y

35 la segunda unidad de monitoreo (403) se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

6. El dispositivo de nodo según la reivindicación 5, que además comprende:

45 una segunda unidad de envío (404), configurada para enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente después de que la segunda unidad de recepción (401) recibe el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda del dispositivo de nodo vecino ascendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda, en donde la segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el dispositivo de nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

7. Un dispositivo de nodo, que comprende una primera unidad de control (501), una primera unidad de procesamiento (502), una primera unidad de modulación (503), y una primera unidad de monitoreo (504), en donde:

5 la primera unidad de control (501) se configura para: enviar un mensaje de solicitud de control a un dispositivo de nodo de control centralizado, en donde el mensaje de solicitud de control comprende al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; y recibir un mensaje de respuesta de control enviado desde el dispositivo de nodo de control centralizado, en donde el mensaje de respuesta de control comprende al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según un identificador de longitud de onda, en donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de una señal de baja frecuencia y un código binario que representa un esquema de modulación y se asigna por el dispositivo de nodo de control centralizado según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control recibido y se usa para identificar un trayecto de longitud de onda;

la primera unidad de procesamiento (502) se configura para obtener el identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda, y registrar una relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda;

15 la primera unidad de modulación (503) se configura para determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y el esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; y

la primera unidad de monitoreo (504) se configura para monitorear la señal de baja frecuencia para obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda.

20 8. El dispositivo de nodo según la reivindicación 7, que además comprende:

una primera unidad de envío (505), configurada para: después de que la primera unidad de procesamiento (502) registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un nodo vecino descendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda, en donde la segunda información de identificador de longitud de onda se usa por el dispositivo de nodo vecino descendente para obtener el identificador de longitud de onda, registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

9. Un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que comprende al menos un primer dispositivo de nodo (610), un segundo dispositivo de nodo (620) según la reivindicación 5, y un dispositivo de nodo de control centralizado (630), en donde:

35 el primer dispositivo de nodo (610) se configura para: enviar un mensaje de solicitud de control al dispositivo de nodo de control centralizado (630), en donde el mensaje de solicitud de control comprende al menos información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda; recibir un mensaje de respuesta de control del dispositivo de nodo de control centralizado (630), obtener un identificador de longitud de onda según la primera información de identificador de longitud de onda en el mensaje de respuesta de control, y registrar una relación de mapeo entre un trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; determinar, según el identificador de longitud de onda, una señal de baja frecuencia modulada en una longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda y un esquema de modulación, y modular la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda; después de registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda;

40 el dispositivo de nodo de control centralizado (630) se configura para: recibir el mensaje de solicitud de control, y asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda, en donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación; enviar el mensaje de respuesta de control al primer dispositivo de nodo (610), en donde el mensaje de respuesta de control comprende al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

10. El sistema según la reivindicación 9, que además comprende un tercer dispositivo de nodo, en donde:

55 el segundo dispositivo de nodo además comprende:

5 una segunda unidad de envío se configura para: después de que la segunda unidad de recepción recibe el mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda del dispositivo de nodo vecino ascendente, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda; y

10 el tercer dispositivo de nodo se configura para: recibir un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda de un dispositivo de nodo vecino ascendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda; obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

15 11. Un sistema para monitorear el funcionamiento de un trayecto de longitud de onda, que comprende al menos un primer dispositivo de nodo (710) según las reivindicación 7 y un dispositivo de nodo de control centralizado (720), en donde:

20 el dispositivo de nodo de control centralizado (720) se configura para: recibir el mensaje de solicitud de control, y asignar, según la información de solicitud de asignación de identificador de longitud de onda en el mensaje de solicitud de control, el identificador de longitud de onda que identifica el trayecto de longitud de onda, en donde el identificador de longitud de onda se indica por un valor de frecuencia de la señal de baja frecuencia y un código binario que representa el esquema de modulación; enviar el mensaje de respuesta de control al primer dispositivo de nodo (710), en donde el mensaje de respuesta de control comprende al menos la primera información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda.

25 12. El sistema según la reivindicación 11, que además comprende un segundo dispositivo de nodo, en donde: el primer dispositivo de nodo además comprende:

30 una primera unidad de envío se configura para: después de que la primera unidad de procesamiento registra la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda, enviar un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda a un dispositivo de nodo vecino descendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos un identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda construida según el identificador de longitud de onda; y

35 el segundo dispositivo de nodo se configura para: recibir un mensaje de solicitud de trayecto del trayecto de longitud de onda de un dispositivo de nodo vecino ascendente, en donde el mensaje de solicitud de trayecto comprende al menos el identificador de trayecto del trayecto de longitud de onda y la segunda información de identificador de longitud de onda; obtener el identificador de longitud de onda según la segunda información de identificador de longitud de onda, y registrar la relación de mapeo entre el trayecto de longitud de onda y el identificador de longitud de onda; y determinar, según el identificador de longitud de onda, la señal de baja frecuencia modulada en la longitud de onda de trabajo del trayecto de longitud de onda, y obtener el funcionamiento del trayecto de longitud de onda mediante el monitoreo de la señal de baja frecuencia.

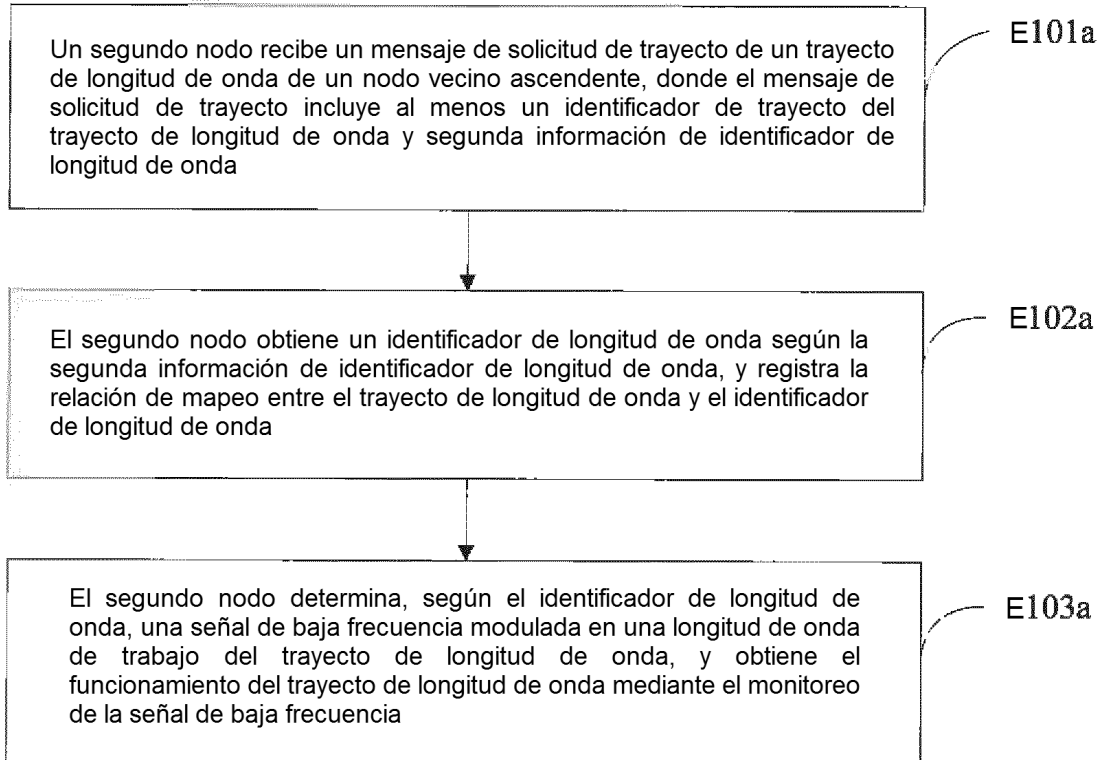


FIG. 1a

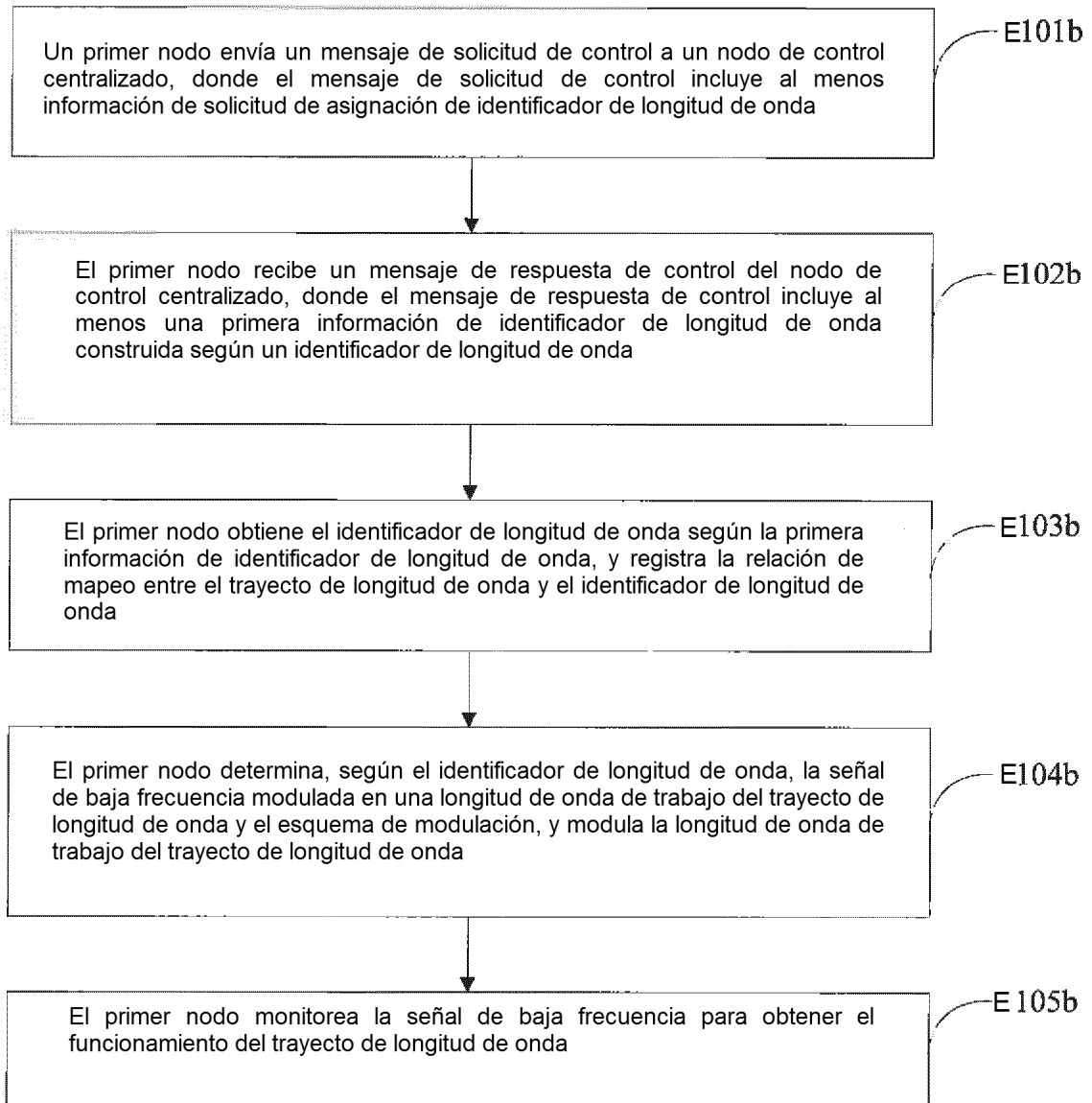


FIG. 1b

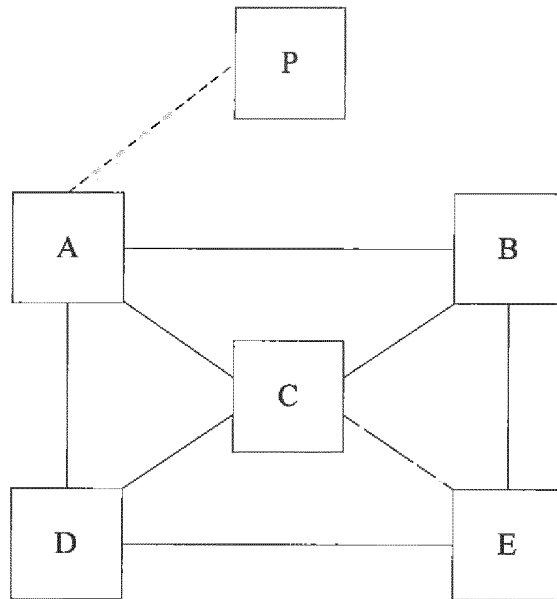


FIG. 2

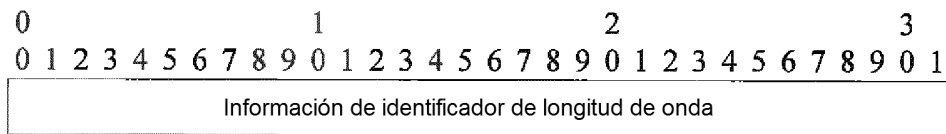


FIG. 3a

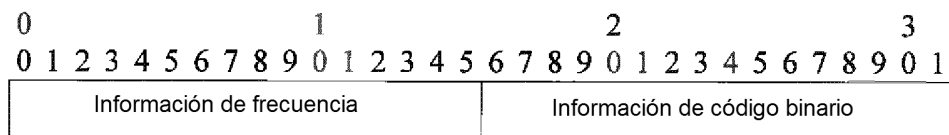


FIG. 3b

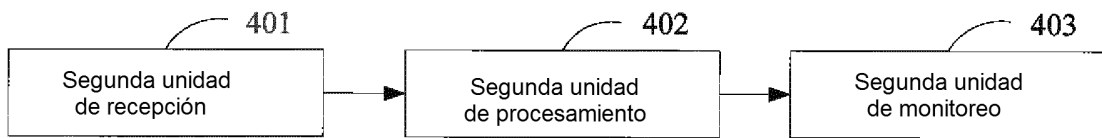


FIG. 4a

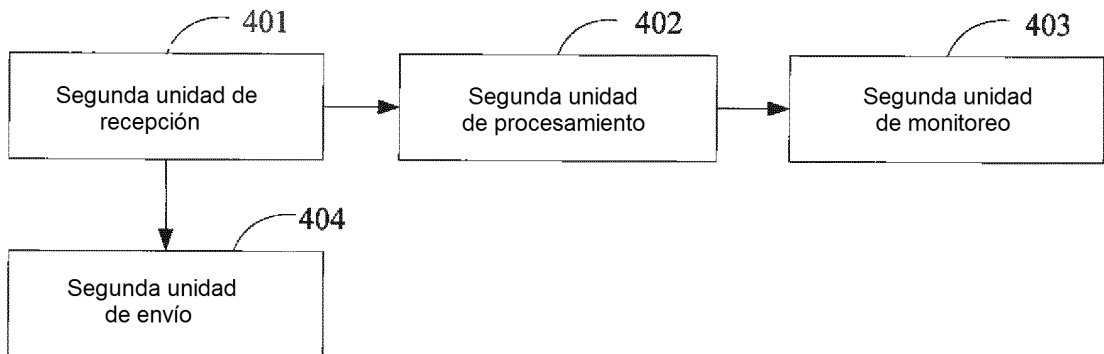


FIG. 4b

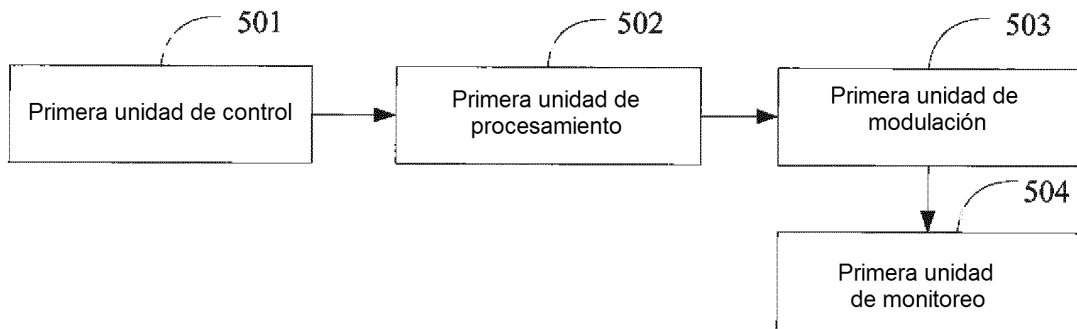


FIG. 5a

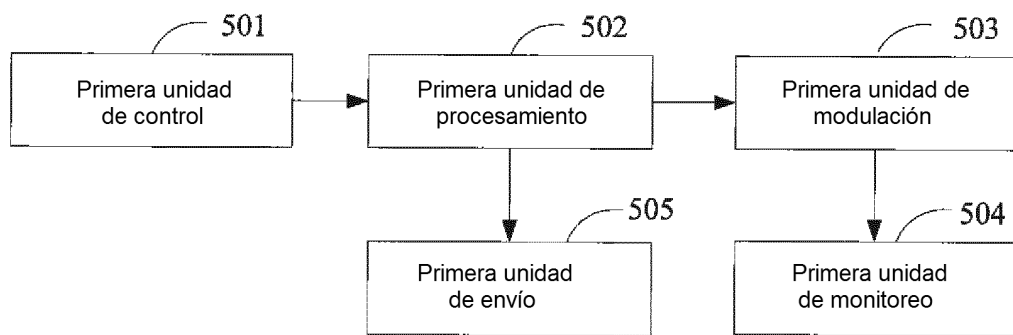


FIG. 5b

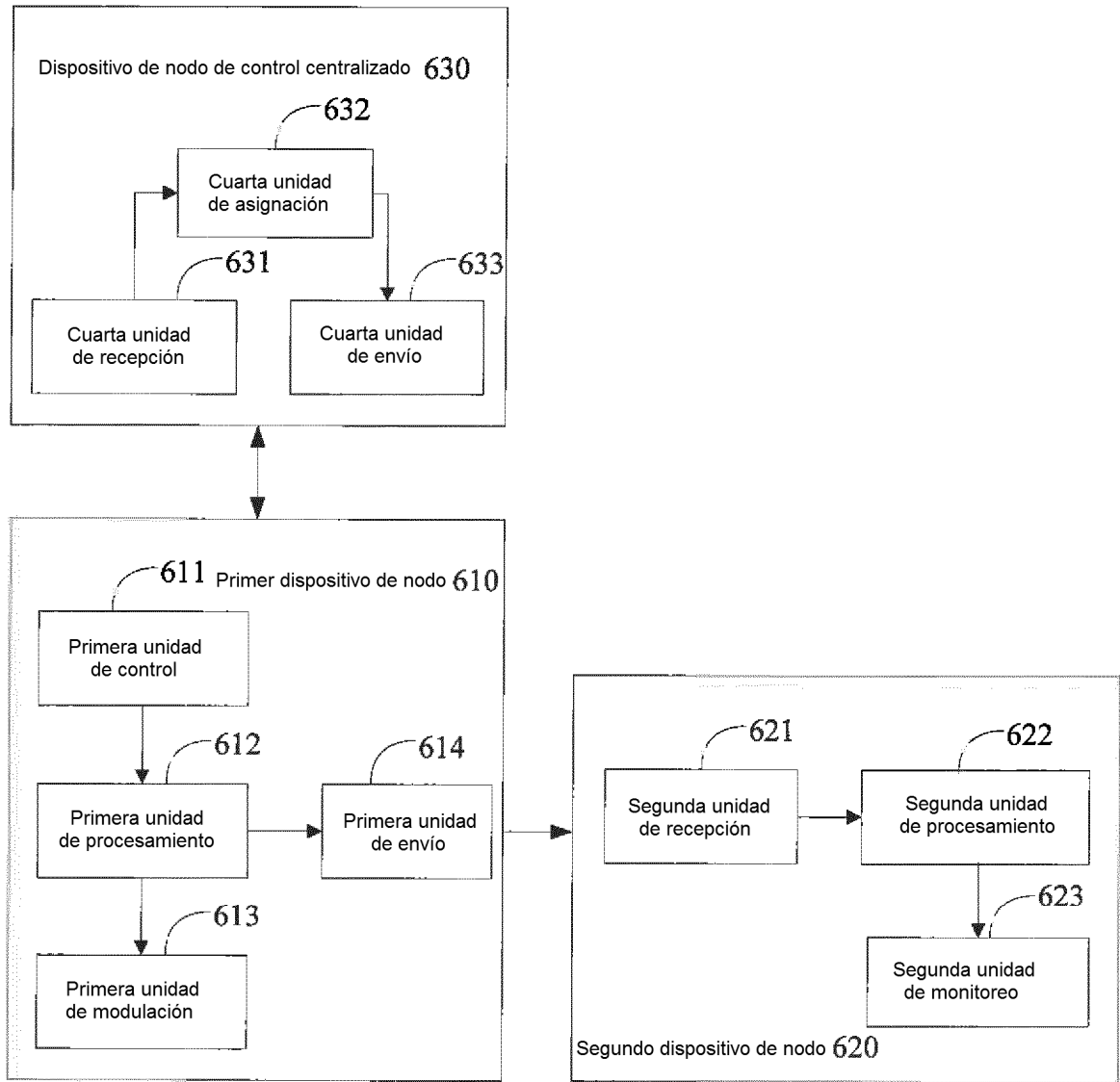


FIG. 6

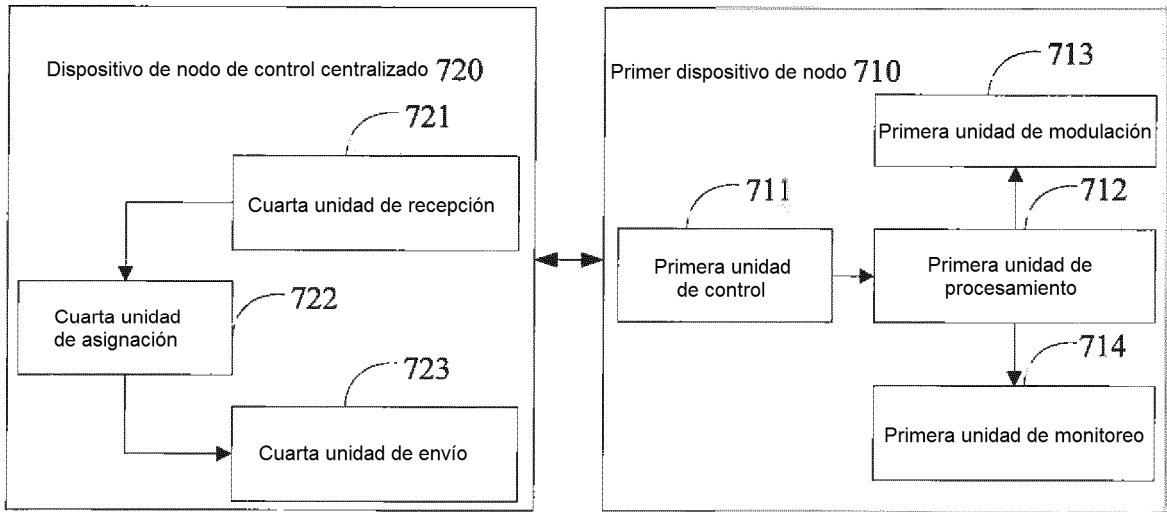


FIG. 7