

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 819**

51 Int. Cl.:

**H04B 10/27** (2013.01)

**H04L 12/931** (2013.01)

**H04L 12/54** (2013.01)

**H04Q 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2014 PCT/CN2014/075694**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15157993**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2014 E 14889630 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2981004**

54 Título: **Sistema de interconexión y aparato, y método de transmisión de datos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.03.2018**

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

72 Inventor/es:

**ZHANG, XUECANG;  
HAO, QINFEN y  
LIU, YAODA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 660 819 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**

Sistema de interconexión y aparato, y método de transmisión de datos

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de tecnologías informáticas y en particular, a un sistema de interconexión, un aparato y un método de transmisión de datos.

## 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La interconexión óptica (Optical Interconnection) es un modo de transmisión de señal óptica que utiliza una guía de ondas óptica (tal como una fibra óptica) como un soporte de transmisión, y tiene las ventajas de bajo consumo de energía, bajo retardo y un gran ancho de banda.

15 Cuando se transmiten datos sobre la base de una interconexión óptica tradicional, un controlador de interfaz convierte datos en una forma de señal óptica que se envía por un punto extremo de interconexión en una red de interconexión óptica, en datos en una forma de señal óptica, y envía los datos en una forma de señal óptica hacia un nodo de conmutación conectado al controlador de interfaz. La señal óptica se enruta, salto operativo por salto  
20 operativo, mediante nodos de conmutación en la red de interconexión óptica, hacia un controlador de interfaz conectado a otro punto extremo de interconexión, y la señal óptica se convierte en una señal eléctrica y se envía al otro punto extremo de interconexión.

25 Sin embargo, los datos, en una forma de señal óptica, no pueden analizarse directamente, y la información incluida en los datos se puede obtener utilizando un análisis sintáctico solamente después de que los datos, en una forma de señal óptica, se conviertan en datos en una forma de señal eléctrica. De este modo, cada nodo de conmutación, en una ruta de transmisión, necesita realizar, en primer lugar, conversión óptica a eléctrica sobre los datos recibidos en una forma de señal óptica, obtener información de enrutamiento procedente de los datos convertidos en una forma de señal eléctrica, poner en práctica el enrutamiento de conformidad con la información de enrutamiento con el fin  
30 de determinar un salto operativo siguiente y luego, realizar una conversión eléctrica a óptica sobre los datos en una forma de señal eléctrica y enviar los datos convertidos, en una forma de señal óptica, al siguiente salto operativo. En consecuencia, existen problemas de un retardo adicional y un consumo de energía causado por una conversión eléctrica a óptica.

35 El documento US20130294771A da a conocer un sistema y método para una conmutación óptica de redes en un sistema informático de múltiples nodos, con conmutadores magneto-ópticos programables que permiten el enrutamiento de la señal óptica en rutas ópticas. El sistema incluye una red de enlaces ópticos que interconectan nodos con elementos de conmutación que están controlados por señales de control eléctricas. La transmisión de datos se realiza a través de enlaces ópticos y una ruta óptica se determina por las señales de control eléctricas que  
40 se introducen antes de una señal óptica. Si están disponibles los enlaces, se reserva una ruta óptica, y la señal eléctrica establece los conmutadores ópticos necesarios para la ruta óptica particular. De este modo se elimina la necesidad de la conversión óptica-eléctrica-óptica en cada nodo con el fin de enrutar paquetes de datos a través de la red. Si no está disponible ningún enlace o ruta óptica, el sistema intenta encontrar una ruta alternativa. Si no está disponible ninguna ruta alternativa, el sistema se reserva memoria intermedia. Después de la transmisión, se liberan  
45 todas las reservas.

El documento de QI XINGYUN ET AL, titulado: "Una red de interconexión óptica sin memoria intermedia tolerante a fallos", COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE, 2009, ICIS 2009. EIGHTH IEEE/ACIS INTERNATIONAL  
50 CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, ESTADOS UNIDOS, 1 junio 2009 (01-06-2009), páginas 249-254, XP031519457, ISBN: 978-0-7695-3641-5), se refiere a una interconexión óptica-eléctrica híbrida para un sistema informático de alto rendimiento denominado Red de Interconexión Óptica Sin Memoria Intermedia (BOIN) que se presenta junto con un protocolo de control de enlace y algoritmos de enrutamiento con enclavamiento/sin enclavamiento.

55 El documento de QI XINGYUN ET AL, titulado: "BOIN: Una nueva Red de Interconexión Óptica Sin Memoria Intermedia para ordenador de alto rendimiento", COMPUTER SYSTEMS AND APPLICATIONS, 2009. AICCSA 2009. IEEE/ACS INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, ESTADOS UNIDOS, 10 mayo 2009 (10-05-2009), páginas 117-123, XP031471275, ISBN: 978-1-4244-3807-5, se refiere a una red de interconexión óptica sin memoria intermedia tolerante a fallos FT-BOIN que se presenta en la red FT-BOIN, en  
60 donde los nodos intermedios no necesitan realizar una conversión O-E/E-O (óptica-eléctrica/eléctrica-óptica) ni en los paquetes de memoria intermedia. Esta característica mejora, en gran medida, el rendimiento de la red óptica.

## SUMARIO DE LA INVENCION

65 La presente invención da a conocer un sistema de interconexión, un aparato y un método de transmisión de datos, con el fin de mejorar la eficiencia de transmisión de datos.

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes. Formas de realización preferidas se definen en las reivindicaciones subordinadas.

5 De conformidad con las formas de realización de la presente invención, datos que han de transmitirse se convierten en un paquete de datos en una forma de señal óptica para su transmisión, en donde un paquete de control que  
10 corresponde al paquete de datos se transmite en una forma de señal eléctrica e incluye información de enrutamiento del paquete de datos. Cuando el paquete de control pasa a través de un nodo de conmutación, el nodo de conmutación determina, de forma directa, en conformidad con la información de enrutamiento en el paquete de control, un nodo próximo que sirve como un salto operativo siguiente, y abre, en el nodo de conmutación, una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos para la transmisión del paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se reducen los problemas de un retardo adicional y consumo de energía causados por la conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de transmisión de  
15 datos.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Con el fin de describir las soluciones técnicas en las formas de realización de la presente invención o en la técnica anterior con mayor claridad, a continuación se introducen, de forma breve, los dibujos adjuntos requeridos para describir las formas de realización o la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos, en la descripción siguiente, ilustra simplemente algunas formas de realización de la presente invención y un experto en esta técnica puede derivar todavía otros dibujos, a partir de estos dibujos adjuntos, sin necesidad de esfuerzos creativos.

25 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de interconexión 100 de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención;

30 La Figura 2a es un diagrama esquemático de un modo de conexión entre un punto extremo de interconexión, un controlador de interfaz y un nodo de conmutación en un sistema de interconexión de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención;

La Figura 2b es un diagrama esquemático de un modo de conexión entre nodos de conmutación en un sistema de interconexión de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención;

35 La Figura 3 es otro diagrama estructural esquemático de un sistema de interconexión 100 de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención;

40 La Figura 4 es un diagrama esquemático de una ruta óptica abierta en un nodo de conmutación de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un nodo de conmutación 200 de conformidad con la forma de realización 2 de la presente invención;

45 Las Figuras 6-1 y 6-2 son diagramas estructurales esquemáticos de un conmutador óptico de un nodo de conmutación 200 de conformidad con la forma de realización 2 de la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama estructural esquemático de un nodo de conmutación 300 de conformidad con la forma de realización 3 de la presente invención;

50 La Figura 8 es un diagrama estructural esquemático de un controlador de interfaz 400 de conformidad con la forma de realización 4 de la presente invención;

55 La Figura 9 es un diagrama estructural esquemático de un controlador de interfaz 500 de conformidad con la forma de realización 5 de la presente invención;

La Figura 10 es un diagrama estructural esquemático de un nodo de conmutación de acceso 600 de conformidad con la forma de realización 6 de la presente invención;

60 La Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de un punto extremo de interconexión de acceso 700 de conformidad con la forma de realización 7 de la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama de flujo de interacción de un método de transmisión de datos de conformidad con la forma de realización 8 de la presente invención; y

65 La Figura 13 es un diagrama de flujo de interacción de un método de transmisión de datos de conformidad con la forma de realización 9 de la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

5 Para hacer más claros los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de la presente invención, a continuación se describen, además, las formas de realización de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

10 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de interconexión 100 de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención. El sistema de interconexión 100 incluye: un punto extremo de interconexión 110, un controlador de interfaz 120 y un nodo de conmutación 130.

15 Un punto extremo de interconexión (tal como 110 (A) ilustrado en la Figura 1) se conecta a un nodo de conmutación correspondiente (tal como un nodo de conmutación 130 (A) ilustrado en la Figura 1), utilizando un controlador de interfaz correspondiente (tal como 120 (A) que se ilustra en la Figura 1). Un modo de conexión específico puede ser según se ilustra en la Figura 2a, en donde un puerto eléctrico del punto extremo de interconexión y un puerto eléctrico del controlador de interfaz están conectados utilizando un cable de interconexión eléctrica 141, el otro puerto eléctrico del controlador de interfaz y un puerto eléctrico del nodo de conmutación se conectan utilizando el cable de interconexión eléctrica 141, y un puerto óptico del controlador de interfaz y un puerto óptico del nodo de conmutación están conectados utilizando una guía de ondas óptica 142. En una puesta en práctica específica, el punto extremo de interconexión, el controlador de interfaz y el nodo de conmutación, ilustrados en la Figura 2, se pueden poner en práctica de forma separada en entidades físicas diferentes, o el punto extremo de interconexión y el controlador de interfaz pueden estar integrados, o el controlador de interfaz y el nodo de conmutación pueden estar integrados.

25 Según se ilustra en la Figura 2b, puertos eléctricos de nodos de conmutación próximos, en el sistema de interconexión 100, están conectados utilizando el cable de interconexión eléctrica 141 y puertos ópticos de los nodos de conmutación próximos están conectados utilizando la guía de ondas óptica 142.

30 El cable de interconexión eléctrica 141, en el sistema de interconexión 100, se utiliza para transmitir una señal eléctrica y puede ser un cable de cobre, un nanocable, o similar. La guía de ondas óptica 142 se utiliza para transmitir una señal óptica y puede ser una fibra de guía de luz (tal como una fibra óptica y un cable óptico), una guía de ondas ópticas de película delgada, una guía de ondas de banda, o similar.

35 En general, nodos de conmutación en el sistema de interconexión 100 están conectados mediante el uso del cable de interconexión eléctrica 141 en una estructura de topología de red, tal como una estructura de topología de topología MESH (forma geométrica de malla) y una estructura de topología *Torus* (forma geométrica de toro), y los nodos de conmutación y el cable de interconexión eléctrica, que conecta los nodos de conmutación forman una red eléctrica en su totalidad; y los nodos de conmutación están conectados utilizando la guía de ondas óptica en una estructura de topología de red, tal como una estructura de topología *MESH* y una estructura de topología de *Torus*, y los nodos de conmutación y la guía de ondas óptica, que conecta los nodos de conmutación, forma una red óptica en su totalidad. La estructura de topología de red de la red eléctrica y la topología de red de la red óptica, puede ser la misma o diferente.

45 El sistema de interconexión 100 puede ser, concretamente, un sistema de interconexión entre placas, y en correspondencia, el punto extremo de interconexión 110 es concretamente un servidor, o similar.

50 El sistema de interconexión 100 puede ser, además, concretamente un sistema de interconexión entre circuitos integrados, según se ilustra en la Figura 3, y en correspondencia, el punto extremo de interconexión 100 es concretamente un procesador 111 o una memoria 112.

El procesador 111 puede ser, concretamente, una unidad central de procesamiento (CPU, Central Processing Unit), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC, Application Specific Integrated Circuit), o similar.

55 La memoria 112 puede ser, concretamente, una memoria RAM de alta velocidad, una memoria no volátil (non-volatile memory) o similar.

Una puesta en práctica de función específica del punto extremo de interconexión, el controlador de interfaz y el nodo de conmutación, en el sistema de interconexión 100, se describe a continuación haciendo referencia a la Figura 3.

60 Un primer punto extremo de interconexión (tal como 111-1), entre puntos extremos de interconexión 110, se conecta a un primer nodo de conmutación (tal como un nodo de comunicación 1) entre nodos de comunicación 130, utilizando un primer controlador de interfaz (tal como 120-1) entre controladores de interfaz 120.

65 Un segundo punto extremo de interconexión (tal como 112-5), entre los puntos extremos de interconexión 110 se conecta a un segundo nodo de conmutación (tal como un nodo de conmutación 5) entre los nodos de conmutación 130, utilizando un segundo controlador de interfaz (tal como 120-5) entre los controladores de interfaz 120. El

segundo nodo de conmutación y el primer nodo de conmutación pueden ser el mismo o diferente.

El primer punto extremo de interconexión está configurado para enviar datos en una forma de señal eléctrica al primer controlador de interfaz.

5 A modo de ejemplo, el primer punto extremo de interconexión es un procesador que necesita transmitir datos a otro procesador en el sistema de interconexión 100, o escribir datos en una memoria en el sistema de interconexión 100 (a modo de ejemplo, el procesador 111-1 necesita realizar la escritura de datos en la memoria 112-5). A modo de otro ejemplo, el primer punto extremo de interconexión es una memoria, y si un procesador, en el sistema de interconexión 100, efectúa la lectura de los datos procedentes de la memoria, el primer punto extremo de interconexión envía los datos al primer controlador de interfaz.

15 El primer controlador de interfaz está configurado para convertir los datos recibidos en una forma de señal eléctrica en un paquete de datos en una forma de señal óptica, y generar un paquete de control para el paquete de datos en una forma de señal óptica, en donde el paquete de control está en una forma de señal eléctrica, e incluye información de enrutamiento del paquete de datos; y está configurado, además, para: enviar el paquete de control al primer nodo de conmutación y enviar el paquete de datos al primer nodo de conmutación, después de un tiempo de compensación.

20 El tiempo de compensación puede estar concretamente determinado de conformidad con un valor empírico, datos de prueba o similar, proporcionado de modo que el tiempo de compensación determinado pueda garantizar que el paquete de datos, en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control, alcanza a un mismo nodo de conmutación un poco después del paquete de control.

25 La información de enrutamiento incluye una dirección de destino del paquete de datos, y puede incluir, además, una prioridad u otra información del paquete de datos.

30 Una puesta en práctica específica de la conversión de datos en una forma de señal eléctrica, en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, puede ser: la encapsulación de los datos en una forma de señal eléctrica en un paquete de datos, en una forma de señal eléctrica, y la conversión del paquete de datos en una forma de señal eléctrica en el paquete de datos en una forma de señal óptica, por intermedio de una conversión eléctrica a óptica.

35 Cuando se utiliza una tecnología de conmutación de ráfaga óptica (OBS, Optical Burst Switching) para poner en práctica una transmisión de datos en la forma de realización 1 de la presente invención, el paquete de datos es concretamente un paquete de ráfaga.

El paquete de datos convertido puede ser uno o más paquetes de datos, y el primer controlador de interfaz puede generar un paquete de control correspondiente para cada paquete de datos.

40 Cada vez que el primer controlador de interfaz recibe datos en una forma de señal eléctrica, que se envían por el primer punto extremo de interconexión, el primer controlador de interfaz puede convertir los datos en una forma de señal eléctrica en un paquete de datos en una forma de señal óptica, generar un paquete de control correspondiente al paquete de datos, y enviar el paquete de control al primer nodo de conmutación, sin tener en cuenta ningún atributo de los datos (tal como tipo de datos y tamaño).

45 El primer controlador de interfaz puede determinar, además, cuando se reciben los datos en una forma de señal eléctrica procedente del primer punto extremo de interconexión, si los datos cumplen una condición preestablecida; cuando se determina que los datos cumplen la condición preestablecida, la puesta en práctica de la operación de conversión de los datos en un paquete de datos en una forma de señal óptica y la generación de un paquete de control correspondiente; y puede transmitir, directamente, los datos que no cumplen la condición preestablecida al primer nodo de conmutación utilizando un cable de interconexión eléctrica conectado al primer nodo de conmutación.

50 Un método de determinación específico puede ser: la determinación de si un tipo de los datos es un tipo preestablecido; y si el tipo de los datos es el tipo preestablecido, la puesta en práctica de la operación de conversión de los datos en un paquete de datos en una forma de señal óptica, y la generación de un paquete de control correspondiente. A modo de ejemplo, cables de interconexión eléctricos entre un punto extremo de interconexión y un controlador de interfaz incluyen, generalmente, cables de pines (terminales) múltiples, tales como un cable de datos, un cable de dirección, un cable de control, un cable de alimentación de energía y un cable de reloj; se transmiten datos de tipos diferentes utilizando diferentes cables de terminales, a modo de ejemplo, se transmite una señal de control utilizando el cable de control. El primer controlador de interfaz puede determinar el tipo de datos de conformidad con un cable de terminales que transmite los datos, y determinar, además, si los datos son datos del tipo preestablecido; y si es así, el primer controlador de interfaz pone en práctica la operación de conversión de datos en un paquete de datos en una forma de señal óptica y la generación de un paquete de control correspondiente.

65 El método de determinación específico puede ser, además: la determinación de si los datos son más numerosos que

un valor umbral prestablecido; y si es así, la puesta en práctica de la operación de conversión de los datos en un paquete de datos en una forma de señal óptica y la generación de un paquete de control correspondiente.

En una puesta en práctica específica, se puede considerar un tipo y un tamaño de los datos para realizar una determinación más completa. A modo de ejemplo, se determina si el tipo de los datos es el tipo prestablecido y si los datos son más numerosos que un valor umbral prestablecido; y si el tipo de datos es el tipo prestablecido y los datos son más numerosos que el valor umbral prestablecido, se pone en práctica la operación de conversión de datos en un paquete de datos en una forma de señal óptica y la generación de un paquete de control correspondiente.

Cualquier nodo de conmutación (tal como el nodo de conmutación 1 o el nodo de conmutación 2, referidos como el nodo de conmutación actual, en adelante para facilidad de descripción) entre los nodos de conmutación 130, está configurado para determinar, cuando se recibe el paquete de control enviado por un primer nodo próximo, un segundo nodo próximo de conformidad con la información de enrutamiento (tal como una dirección de destino y una prioridad del paquete de datos) del paquete de datos incluido en el paquete de control, en donde el primer nodo próximo es, concretamente, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación actual, o un controlador de interfaz, conectado al nodo de conmutación actual, y el segundo nodo próximo es, concretamente, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación actual o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación actual; y configurado, además, para: cuando el segundo nodo próximo es el nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación actual, el envío del paquete de control al segundo nodo próximo; la apertura, en el nodo de conmutación, de una ruta óptica desde un primer puerto óptico, conectado al primer nodo próximo, a un segundo puerto óptico, conectado al segundo nodo próximo, para el paquete de datos correspondiente al paquete de control; y cuando se recibe el paquete de datos utilizando el primer puerto óptico, la transmisión del paquete de datos al segundo puerto óptico mediante el uso de la ruta óptica, y el envío del paquete de datos al segundo nodo próximo utilizando el segundo puerto óptico.

Según se ilustra en la Figura 4, 4-1 es el primer puerto óptico, 4-2 es el segundo puerto óptico, y 4-3 es la ruta óptica que se abre desde el primer puerto óptico al segundo puerto óptico.

Cuando se determina que el segundo nodo próximo, el nodo de conmutación actual puede determinar, concretamente, de conformidad con un algoritmo de enrutamiento, un nodo de conmutación próximo que sirve como un salto operativo siguiente candidato. El nodo de conmutación actual determina si un puerto óptico del nodo de conmutación actual y conectado al nodo de conmutación próximo está en un estado inactivo; y cuando el nodo de conmutación actual determina que el puerto óptico está en un estado inactivo, el nodo de conmutación actual determina que el nodo de conmutación es el segundo nodo próximo, y establece el estado del puerto óptico a un estado ocupado. En correspondencia, el nodo de conmutación actual está configurado, además, para establecer el estado del puerto óptico a un estado inactivo de nuevo después del envío del paquete de datos en una forma de señal óptica.

Conviene señalar que, cuando el segundo nodo próximo es el controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación actual, en lugar del nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación actual, el nodo de conmutación actual puede enviar el paquete de control al controlador de interfaz, o rechazar el paquete de control directamente. Si el nodo de conmutación actual envía el paquete de control al controlador de interfaz, el controlador de interfaz puede rechazar, directamente, el paquete de control cuando se determina que el paquete recibido es un paquete de control.

En una puesta en práctica específica, paquetes en una forma de señal eléctrica, transmitidos entre nodos (incluyendo el controlador de interfaz y el nodo de conmutación), pueden ser, todos ellos, paquetes de control y pueden incluirse, además, en un paquete de control y un paquete de otro tipo. En una forma de realización preferida, cuando se recibe un paquete en una forma de señal eléctrica procedente del primer nodo próximo, el nodo de conmutación actual puede determinar, además, si el paquete es un paquete de control de conformidad con una información en el paquete, y utilizado para indicar un tipo de paquete, y poner en práctica la operación de apertura de una ruta óptica para un paquete de datos correspondiente al paquete de control cuando se determina que el paquete es un paquete de control.

Cuando el sistema de interconexión 100 es un sistema de interconexión entre circuitos integrados, si se conecta un nodo de conmutación, en el sistema de interconexión, a una memoria utilizando un controlador de interfaz, el nodo de conmutación puede utilizar la memoria conectada como una memoria intermedia para el nodo de conmutación. En correspondencia, cuando se determina un salto operativo siguiente, si están ocupados todos los puertos ópticos del nodo de conmutación, y conectados a la totalidad de los nodos de conmutación próximos que sirven como saltos operativos siguientes candidatos, un paquete de datos que ha de transmitirse puede memorizarse en la memoria utilizando el controlador de interfaz (es decir, el controlador de interfaz se utiliza como un salto operativo siguiente).

Más concretamente, una manera de puesta en práctica de la determinación, por el nodo de conmutación actual, de un segundo nodo próximo, de conformidad con la información de enrutamiento en el paquete de control, es: la determinación, de conformidad con la dirección de destino del paquete de datos, incluido en el paquete de control,

de si un destino del paquete de datos que corresponde al paquete de control es un punto extremo de interconexión conectado al nodo de conmutación utilizando un controlador de interfaz; si es así, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo; de no ser así, la determinación, de conformidad con el algoritmo de enrutamiento, de un nodo de conmutación próximo que sirve como un salto operativo siguiente candidato; si un puerto óptico del nodo de conmutación y que está conectado al nodo de conmutación próximo, que sirve como el salto operativo siguiente candidato no está ocupado (es decir, en un estado inactivo), la determinación de que el nodo de conmutación próximo es el segundo nodo próximo; y si los puertos ópticos del nodo de conmutación y conectados a todos los nodos de conmutación próximos, que sirven como los saltos operativos siguientes candidatos están todos ellos ocupados (es decir, todos están en un estado inactivo), cuando se determina que existe una memoria inactiva conectada al nodo de conmutación utilizando un controlador de interfaz, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo.

Cuando el nodo de conmutación actual es el primer nodo de conmutación, el primer nodo próximo es el primer controlador de interfaz; cuando el nodo de conmutación actual es el segundo nodo de conmutación, el segundo nodo próximo es el segundo controlador de interfaz. El hecho de que una ruta de transmisión para el paquete de datos y el paquete de control es el nodo de conmutación 1, el nodo de conmutación 2 y el nodo de conmutación 5 se utiliza a modo de ejemplo. Un primer nodo próximo del nodo de conmutación 1 es el controlador de interfaz 120-1 (es decir, el primer controlador de interfaz), y un segundo nodo próximo es el nodo de conmutación 2; un primer nodo próximo del nodo de conmutación 2 es el nodo de conmutación 1, y un segundo nodo próximo es el nodo de conmutación 5; y un primer nodo próximo del nodo de conmutación 5 (es decir, el segundo nodo de conmutación) es el nodo de conmutación 2, y un segundo nodo próximo es el controlador de interfaz 120-5 (es decir, el segundo controlador de interfaz).

El segundo controlador de interfaz está configurado para convertir, cuando se recibe el paquete de datos enviado por el segundo nodo de conmutación, el paquete de datos en datos en una forma de señal eléctrica, y enviar los datos en una forma de señal eléctrica al segundo punto extremo de interconexión.

Se utiliza, todavía, a modo de ejemplo, el hecho de que la ruta de transmisión para el paquete de datos y el paquete de control es el nodo de conmutación 1, el nodo de conmutación 2 y el nodo de conmutación 5. El nodo de conmutación 5 es el segundo nodo de conmutación, y el controlador de interfaz 120-5, conectado al nodo de conmutación 5, es el segundo controlador de interfaz.

Conviene señalar que el segundo punto extremo de interconexión puede ser un destino preestablecido (es decir, un destino correspondiente a la dirección de destino incluida en el paquete de control) de los datos, o puede ser un destino determinado de forma temporal de los datos. A modo de ejemplo, el destino preestablecido de los datos es un tercer punto extremo de interconexión (tal como una memoria 112-9). Cuando el nodo de conmutación 5 recibe el paquete de control procedente del nodo de conmutación 2, saltos operativos siguientes candidatos, que se determinan, de forma secuencial, por el nodo de conmutación 5, de conformidad con la información de enrutamiento en el paquete de control, son nodos de conmutación 4, 8 y 6. Sin embargo, si el nodo de conmutación 5 determina que están ocupados todos los puertos ópticos del nodo de conmutación 5 y conectados a los tres saltos operativos siguientes candidatos, no puede abrirse una ruta óptica al nodo de conmutación siguiente para el paquete de datos correspondiente al paquete de control. En este caso, el nodo de conmutación 5 abre una ruta óptica desde un puerto óptico conectado al nodo de conmutación 2 para un puerto óptico conectado al controlador de interfaz 120-5, y cuando se recibe el paquete de datos, utilizando el puerto óptico conectado al nodo de conmutación 2, el envío del paquete de datos al controlador de interfaz 120-5 (es decir, el segundo controlador de interfaz) utilizando la ruta óptica abierta; y el controlador de interfaz 120-5 convierte el paquete de datos en datos en una forma de señal eléctrica y memoriza los datos en una memoria 112-5 (es decir, el segundo punto extremo de interconexión).

Si el segundo punto extremo de interconexión no es el destino preestablecido de los datos, el segundo punto extremo de interconexión (esto es, una memoria conectada al segundo controlador de interfaz), envía, cuando se memorizan los datos en una forma de señal eléctrica, una dirección para la memorización de los datos, a un procesador (tal como cualesquiera procesadores en el sistema de interconexión 100) que puede, posteriormente, efectuar la lectura de los datos.

Además, cuando un mismo nodo de conmutación, en el sistema de interconexión 100, se conecta a múltiples puntos extremos de interconexión, los múltiples puntos extremos de interconexión pueden conectarse, de forma separada, al nodo de conmutación, mediante el uso de diferentes controladores de interfaz, o pueden conectarse al nodo de conmutación utilizando un mismo controlador de interfaz; y puede ser, además, que algunos puntos extremos de interconexión estén conectados al nodo de conmutación utilizando un controlador de interfaz y algunos puntos extremos de interconexión estén conectados al nodo de conmutación utilizando otro controlador de interfaz.

Más concretamente, cuando el sistema de interconexión 100 es el sistema de interconexión entre circuitos integrados, un mismo nodo de conmutación se puede conectar a múltiples procesadores y/o múltiples memorias. Los procesadores conectados al mismo nodo de conmutación pueden estar situados en distintas placas de circuitos PCB (Printed Circuit Board, placa de circuito impreso), chasis de servidor, o incluso en diferentes armarios. Las memorias conectadas al mismo nodo de conmutación pueden, además, situarse en diferentes placas PCB, chasis

de servidor, o incluso en armarios diferentes.

5 Cuando se conecta el nodo de conmutación a múltiples procesadores, los múltiples procesadores pueden conectarse al nodo de conmutación utilizando controladores de interfaz diferentes, o pueden conectarse al nodo de conmutación mediante el uso de un mismo controlador de interfaz. Cuando los múltiples procesadores están conectados al nodo de conmutación utilizando el mismo controlador de interfaz, el controlador de interfaz y el nodo de conmutación utilizan una tecnología de multiplexación por división de longitud de onda para transmitir datos entre los múltiples procesadores y el nodo de conmutación mediante el uso de una guía de ondas óptica entre el controlador de interfaz y el nodo de conmutación, y los múltiples procesadores pueden conectarse utilizando puertos eléctricos para formar una sub-red (tal como una red de anillo), de modo que los múltiples procesadores se comuniquen, directamente, entre sí, utilizando la sub-red.

15 Cuando el nodo de conmutación está conectado a múltiples memorias, las múltiples memorias pueden conectarse al nodo de conmutación utilizando diferentes controladores de interfaz, o pueden conectarse al nodo de conmutación utilizando un mismo controlador de interfaz. Cuando las múltiples memorias están conectadas al nodo de conmutación utilizando el mismo controlador de interfaz, las múltiples memorias están conectadas al nodo de conmutación en una estructura denominada de 'árbol grueso', en donde las memorias son nodos de hojas de la dicha estructura de árbol grueso y el nodo de conmutación es un nodo raíz de dicha estructura.

20 De conformidad con el sistema de interconexión 100, dado a conocer por la forma de realización 1 de la presente invención, los datos que han de transmitirse se convierten en un paquete de datos en una forma de señal óptica para transmisión, y se transmite un paquete de control, correspondiente al paquete de datos, en una forma de señal eléctrica. Cuando el paquete de control pasa a través de un nodo de conmutación, el nodo de conmutación determina, directamente, de conformidad con información de enrutamiento incluida en el paquete de control, un nodo próximo que sirve como un salto operativo siguiente, y abre, en el nodo de conmutación, una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se pueden reducir los problemas de un retardo adicional y consumo de energía causados por una conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de la transmisión de datos.

30 Con referencia a la Figura 5. La forma de realización 2 de la presente invención da a conocer un nodo de conmutación 200, que incluye: un procesador 210, una memoria 220, y un conmutador óptico 230, en donde el procesador 210, la memoria 220 y el conmutador óptico 230 pueden estar conectados utilizando un bus de conexión.

35 La memoria 220 está configurada para memorizar una instrucción de operación informática. La memoria 220 puede incluir una memoria RAM de alta velocidad, y puede incluir, además, una memoria no volátil (non-volatile memory), tal como, al menos, un almacenamiento de disco magnético.

40 El procesador 210 está configurado para poner en práctica la instrucción de operación informática memorizada en la memoria 220. El procesador 210 puede ser, concretamente, una unidad central de procesamiento (CPU, central processing unit) y es una unidad central de un ordenador.

45 La puesta en práctica, por el procesador 210, de la instrucción de operación informática permite al nodo de conmutación 200 realizar las operaciones siguientes.

50 cuando se recibe un paquete de control en una forma de señal eléctrica, enviado por un primer nodo próximo, la determinación de un segundo nodo próximo de conformidad con información de enrutamiento incluida en el paquete de control, en donde la información de enrutamiento en el paquete de control es información de enrutamiento de un paquete de datos en una forma de señal óptica correspondiente al paquete de control, el primer nodo próximo es, concretamente, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación, o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación, y el segundo nodo próximo es, concretamente, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación, o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación;

55 el envío del paquete de control al segundo nodo próximo; y

60 la apertura de una ruta óptica desde un primer puerto óptico del conmutador óptico 230 a un segundo puerto óptico del conmutador óptico 230, en donde el primer puerto óptico del conmutador óptico 230 está conectado a un puerto óptico del primer nodo próximo, y el segundo puerto óptico del conmutador óptico 230 está conectado a un puerto óptico del segundo nodo próximo.

La información de enrutamiento incluye una dirección de destino del paquete de datos, y puede incluir, además, una prioridad y otra información del paquete de datos.

65 El punto extremo de interconexión puede ser, concretamente, un procesador o una memoria.

La puesta en práctica, por el procesador 210, de la instrucción de operación informática puede permitir,

concretamente, al nodo de conmutación 200, la realización de las operaciones siguientes: la determinación, de conformidad con la dirección de destino, de si un destino del paquete de datos, en una forma de señal óptica, es un punto extremo de interconexión conectado al nodo de conmutación utilizando un controlador de interfaz; si es así, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo; de no ser así, la determinación, de conformidad con un algoritmo de enrutamiento, de un nodo de conmutación próximo que sirve como un salto operativo siguiente candidato; si un puerto óptico del nodo de conmutación y conectado al nodo de conmutación próximo, que sirve como el salto operativo siguiente candidato, no está ocupado, la determinación de que el nodo de conmutación próximo es el segundo nodo próximo; y si están ocupados todos los puertos ópticos del nodo de conmutación y conectados a todos los nodos de conmutación próximos, que sirven como saltos operativos siguientes candidatos, cuando se determina que existe una memoria inactiva conectada al nodo de conmutación, utilizando un controlador de interfaz, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo.

El conmutador óptico 230 está configurado para: cuando se recibe el paquete de datos utilizando el primer puerto óptico, la transmisión del paquete de datos al segundo puerto óptico mediante el uso de la ruta óptica, y el envío del paquete de datos al segundo nodo próximo utilizando el segundo puerto óptico.

El conmutador óptico 230 puede ser, concretamente, un conmutador de un tipo, tal como un micro-anillo, MZI (Interferómetro Mach Zehnder, Mach Zehnder Interferometer), SOA (amplificador óptico semiconductor, semiconductor optical amplifier) y MEMS (sistemas micro electro-mecánicos, micro electro mechanical systems).

A modo de ejemplo, según se ilustra en la Figura 6-1, el conmutador óptico 230 es un conmutador óptico bidireccional de 6 x 6, que incluye una guía de ondas óptica y un micro-anillo (MR ilustrado en la Figura 6-1), en donde el conmutador óptico bidireccional de 6 x 6 tiene seis puertos ópticos (Este, Sur, Oeste, Norte, Eyección/Inyección y Arriba/Abajo) y todos los puertos ópticos son bidireccionales.

La Figura 6-2 ilustra un estado de control de activación/desactivación de cada micro-anillo, en donde una línea de puntos indica una dirección de transmisión cuando el micro-anillo está en un estado desactivado, y una línea continua indica una dirección de transmisión cuando el micro-anillo está en un estado activado.

El procesador 210 puede controlar, concretamente, realizando la instrucción de operación informática, el estado de activación/desactivación de cada micro-anillo en el conmutador óptico 230 con el fin de realizar la apertura de una ruta óptica entre dos puertos del conmutador óptico 230. Según se ilustra en la Figura 6-1, la apertura de una ruta óptica desde un puerto óptico Oeste a un puerto óptico Arriba/Abajo, se puede poner en práctica mediante el cierre del micro-anillo nº 1, la apertura del micro-anillo nº 2 y el cierre de los micro-anillos nº 3 y nº 4.

En una forma de realización preferida, la puesta en práctica, por el procesador 210, de la instrucción de operación informática puede permitir, además, al nodo de conmutación 200, realizar las operaciones siguientes: cuando se recibe un paquete en una forma de señal eléctrica enviado por el primer nodo próximo, la determinación de si el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control de conformidad con una información que está en el paquete en una forma de señal eléctrica, y se utiliza para indicar un tipo de paquete, y cuando se determina que el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control, la puesta en práctica de la operación de apertura de la ruta para el paquete de datos, en una forma de señal óptica, que corresponde al paquete de control.

El nodo de conmutación 200, dado a conocer por la forma de realización 2, puede ser cualquier nodo de conmutación en el sistema de interconexión 100 dado a conocer en la forma de realización 1, y cualquier nodo de conmutación en el sistema de interconexión 100, dado a conocer por la forma de realización 1 se puede poner en práctica en la forma de realización del nodo de conmutación 200 dado a conocer por la forma de realización 2.

De conformidad con el nodo de conmutación 200 dado a conocer por la forma de realización 2 de la presente invención, un paquete de control recibido por el nodo de conmutación está en una forma de señal eléctrica, e incluye información de enrutamiento de un paquete de datos, en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control; el enrutamiento puede ponerse en práctica, directamente, en función de la información de enrutamiento incluida en el paquete de control con el fin de determinar un nodo próximo que sirve como un salto operativo siguiente, y se abre una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos en una forma de señal óptica, en el nodo de conmutación para transmitir el paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica, en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se pueden reducir los problemas de un retardo adicional y un consumo de energía causados por la conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de la transmisión de datos.

Con referencia a la Figura 7. La forma de realización 3 de la presente invención da a conocer un nodo de conmutación 300, que incluye: un módulo de enrutamiento 310 y un módulo de conmutador óptico 320.

El módulo de enrutamiento 310 está configurado para determinar, cuando se recibe un paquete de control, en una forma de señal eléctrica, enviado por un primer nodo próximo, un segundo nodo próximo de conformidad con información de enrutamiento incluida en el paquete de control, en donde la información de enrutamiento, en el paquete de control, es información de enrutamiento de un paquete de datos, en una forma de señal óptica,

correspondiente al paquete de control siendo, concretamente, el primer nodo próximo, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación 300 o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación 300, y siendo el segundo nodo próximo, concretamente, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación 300 o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación 300; y configurado, además, para: cuando el segundo  
 5 nodo próximo es el nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación, el envío del paquete de control al segundo nodo próximo, y proporcionar una instrucción al módulo de conmutador óptico 320 para realizar la apertura de una ruta óptica desde un primer puerto óptico del nodo de conmutación 300 a un segundo puerto óptico del nodo de conmutación 300, para el paquete de datos, en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control, en donde el primer puerto óptico del nodo de conmutación 300 está conectado a un puerto óptico del primer nodo  
 10 próximo, y el segundo puerto óptico del nodo de conmutación 300 está conectado a un puerto óptico del segundo nodo próximo.

La información de enrutamiento incluye una dirección de destino del paquete de datos y puede incluir, además, una  
 15 prioridad y otra información del paquete de datos.

El punto extremo de interconexión puede ser, concretamente, un procesador o una memoria.

El módulo de enrutamiento 310 puede determinar, de forma específica, de conformidad con la dirección de destino, si un destino del paquete de datos, en la forma de señal óptica, es un punto extremo de interconexión conectado al  
 20 nodo de conmutación, utilizando un controlador de interfaz; si es así, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo; de no ser así, la determinación, de conformidad con un algoritmo de enrutamiento, de un nodo de conmutación próximo que sirve como un salto operativo siguiente candidato; si un puerto óptico del nodo de conmutación y conectado al nodo de conmutación próximo, que sirve como el salto operativo siguiente candidato no está ocupado, la determinación de que el nodo de conmutación próximo es el  
 25 segundo nodo próximo; y si puertos ópticos del nodo de conmutación y conectados a todos los nodos de conmutación próximos, que sirven como saltos operativos siguientes candidatos, están todos ellos ocupados, cuando se determina que existe una memoria inactiva conectada al nodo de conmutación, utilizando un controlador de interfaz, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo.

El módulo de conmutador óptico 320 está configurado para realizar la apertura de la ruta óptica, de conformidad con una instrucción del módulo de enrutamiento 310, y configurado para: cuando se recibe el paquete de datos utilizando el primer puerto óptico, la transmisión del paquete de datos al segundo puerto óptico utilizando la ruta óptica, y el envío del paquete de datos al segundo nodo próximo utilizando el segundo puerto óptico.  
 30

El módulo de enrutamiento 310 puede estar configurado, además, para: cuando se recibe un paquete en una forma de señal eléctrica, enviado por el primer nodo próximo, la determinación de si el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control de conformidad con una información que está en el paquete, en una forma de señal eléctrica, y utilizada para indicar un tipo de paquete; y cuando se determina que el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control, dar una instrucción al módulo de conmutador óptico 320 para realizar la  
 35 apertura de la ruta óptica para el paquete de datos, en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control.  
 40

El nodo de conmutación 300, dado a conocer por la forma de realización 3, puede ser cualquier nodo de conmutación en el sistema de interconexión 100 dado a conocer por la forma de realización 1, y cualquier nodo de conmutación, en el sistema de interconexión 100, dado a conocer por la forma de realización 1, puede realizarse en la manera de puesta en práctica del nodo de conmutación 300, dado a conocer por la forma de realización 3.  
 45

De conformidad con el nodo de conmutación 300, dado a conocer por la forma de realización 3 de la presente invención, un paquete de control recibido por el nodo de conmutación, está en una forma de señal eléctrica e incluye información de enrutamiento de un paquete de datos en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control; el enrutamiento se puede poner en práctica, directamente, de conformidad con la información de enrutamiento en el paquete de control, con el fin de determinar un nodo próximo que sirve como un salto operativo siguiente, y se abre una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos, en una forma de señal óptica, en el  
 50 nodo de conmutación, para transmitir el paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se pueden reducir los problemas de retardo adicional y consumo de energía causados por una conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de transmisión de datos.  
 55

Con referencia a la Figura 8. La forma de realización 4 de la presente invención da a conocer un controlador de interfaz 400, que incluye: un procesador 410 y una memoria 420, en donde el procesador 410 y la memoria 420 están conectados mediante el uso de un bus de conexión.  
 60

La memoria 420 está configurada para memorizar una instrucción de operación informática. La memoria 420 puede incluir una memoria RAM de alta velocidad, y puede incluir, además, una memoria no volátil (non-volatile memory), tal como al menos un almacenamiento de disco magnético.  
 65

El procesador 410 está configurado para poner en práctica la instrucción de operación informática memorizada en la memoria 420. El procesador 410 puede ser, concretamente, una unidad central de procesamiento (CPU, central processing unit) y es una unidad central de un ordenador.

5 La puesta en práctica, por el procesador 410, de la instrucción de operación informática, permite al controlador de interfaz 400 la realización de las operaciones siguientes:

10 cuando se reciben datos, en una forma de señal eléctrica, enviados por un punto extremo de interconexión conectado al controlador de interfaz, la conversión de los datos en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, y la generación de un paquete de control para el paquete de datos, en donde el paquete de control está en una forma de señal eléctrica e incluye información de enrutamiento del paquete de datos; y

15 el envío del paquete de control a un nodo de conmutación conectado al controlador de interfaz, y el envío del paquete de datos al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación, de modo que cuando se recibe el paquete de control y se determina un salto operativo siguiente de conformidad con la información de enrutamiento del paquete de datos incluido en el paquete de control, el nodo de conmutación abre, en el nodo de conmutación, una ruta óptica que es desde un puerto óptico conectado al controlador de interfaz a un puerto óptico conectado al salto operativo siguiente y que se utiliza para transmitir el paquete de datos, y cuando se recibe el paquete de datos, en una forma de señal óptica, la transmisión del paquete de datos en una forma de señal óptica mediante el uso de la ruta óptica.

25 En una forma de realización preferida, la puesta en práctica, por el procesador 410 de la instrucción de operación informática puede permitir, concretamente, al controlador de interfaz 400 la realización de las operaciones siguientes: cuando se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, cumplen una condición preestablecida, la puesta en práctica de la operación de conversión de los datos, en el paquete de datos, en una forma de señal óptica, y la generación del paquete de control.

30 La determinación de que los datos, en una forma de señal eléctrica, cumplen una condición preestablecida incluye concretamente: la determinación de que un tipo de los datos, en una forma de señal eléctrica, es un tipo preestablecido, o la determinación de que los datos, en una forma de señal eléctrica, son más numerosos que un valor umbral preestablecido, o la determinación de que un tipo de los datos, en una forma de señal eléctrica, es un tipo preestablecido y los datos, en una forma de señal eléctrica, son más numerosos que un valor umbral preestablecido.

35 El controlador de interfaz 400, dado a conocer por la forma de realización 4, puede ser cualquier controlador de interfaz en el sistema de interconexión 100 dado a conocer por la forma de realización 1, y cualquier controlador de interfaz en el sistema de interconexión 100, dado a conocer por la forma de realización 1, puede realizarse en el modo de puesta en práctica del controlador de interfaz 400 dado a conocer por la forma de realización 4.

40 De conformidad con el controlador de interfaz 400, dado a conocer por la forma de realización 4 de la presente invención, el controlador de interfaz convierte datos, en una forma de señal eléctrica, enviados por un punto extremo de interconexión, en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, genera un paquete de control, en una forma de señal eléctrica, que incluye información de enrutamiento del paquete de datos, envía el paquete de control a un nodo de conmutación, y envía el paquete de datos, en una forma de deseo, al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación. De este modo, el nodo de conmutación puede poner en práctica el enrutamiento, de forma directa, de conformidad con la información de enrutamiento, incluida en el paquete de control, para determinar un salto operativo siguiente, y realizar la apertura, en el nodo de conmutación, una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos para la transmisión del paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se pueden reducir los problemas de retardo adicional y consumo de energía causados por una conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de transmisión de datos.

55 Con referencia a la Figura 9. La forma de realización 5 de la presente invención da a conocer un controlador de interfaz 500, que incluye: una unidad de recepción 510 y una unidad de procesamiento 520.

60 La unidad de recepción 510 está configurada para recibir datos, en una forma de señal eléctrica, enviados por un punto extremo de interconexión, conectado al controlador de interfaz, y para transmitir los datos recibidos a la unidad de procesamiento 520, en donde el punto extremo de interconexión puede ser, concretamente, un procesador o una memoria.

65 La unidad de procesamiento 520 está configurada para recibir los datos, desde la unidad de recepción 510, para convertir los datos en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, y generar un paquete de control para el paquete de datos, en donde el paquete de control está en una forma de señal eléctrica, e incluye información de enrutamiento del paquete de datos; y configurada, además, para: enviar el paquete de control a un nodo de conmutación conectado al controlador de interfaz, y enviar el paquete de datos al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación, de modo que cuando se recibe el paquete de control y se determina un salto operativo

siguiente de conformidad con la información de enrutamiento del paquete de datos, incluido en el paquete de control, el nodo de conmutación abre, en el nodo de conmutación, una ruta óptica que es desde un puerto óptico conectado al controlador de interfaz, a un puerto óptico conectado al salto operativo siguiente y que se utiliza para transmitir el paquete de datos, y cuando se recibe el paquete de datos, en una forma de señal óptica, la transmisión del paquete de datos en una forma de señal óptica utilizando la ruta óptica.

La unidad de procesamiento 520 puede estar configurada, concretamente, para: cuando se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, cumplen una condición preestablecida, a modo de ejemplo, la determinación de que un tipo de los datos, en una forma de señal eléctrica, es un tipo preestablecido, o se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, son más numerosos que un valor umbral preestablecido, o se determina que un tipo de los datos, en una forma de señal eléctrica, es un tipo preestablecido y los datos, en una forma de señal eléctrica, son más numerosos que un valor umbral preestablecido, la puesta en práctica de la operación de conversión de los datos en un paquete de datos, en una forma de señal óptica y la generación de un paquete de control. Además, la unidad de procesamiento 520 puede estar configurada, además, para, cuando se determina que los datos no cumplen la condición preestablecida, transmitir directamente los datos al nodo de conmutación utilizando un cable de interconexión eléctrica conectado al nodo de conmutación.

El controlador de interfaz 500, dado a conocer por la forma de realización 5, puede ser cualquier controlador de interfaz en el sistema de interconexión 100 dado a conocer por la forma de realización 1, y cualquier controlador de interfaz en el sistema de interconexión 100, dado a conocer por la forma de realización 1, puede realizarse en el modo de puesta en práctica del controlador de interfaz 500 dado a conocer por la forma de realización 5.

De conformidad con el controlador de interfaz 500, dado a conocer por la forma de realización 5 de la presente invención, el controlador de interfaz convierte datos, en una forma de señal eléctrica, enviados por un punto extremo de interconexión, en un paquete de datos en una forma de señal óptica, genera un paquete de control, en una forma de señal eléctrica, que incluye información de enrutamiento del paquete de datos, envía el paquete de control a un nodo de conmutación, y envía el paquete de datos, en una forma de señal óptica, al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación. De este modo, el nodo de conmutación puede poner en práctica el enrutamiento, de forma directa, de conformidad con la información de enrutamiento incluida en el paquete de control con el fin de determinar un salto operativo siguiente, y realizar la apertura, en el nodo de conmutación, una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos para la transmisión del paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se pueden reducir los problemas de retardo adicional y consumo de energía causados por una conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de transmisión de datos.

Con referencia a la Figura 10. La forma de realización 6 de la presente invención da a conocer un nodo de conmutación de acceso 600. El nodo de conmutación de acceso 600 incluye un controlador de interfaz 610 y un nodo de conmutación 620, en donde el controlador de interfaz 610 es, concretamente, el controlador de interfaz 400, dado a conocer por la forma de realización 4 o el controlador de interfaz 500, dado a conocer por la forma de realización 5, y el nodo de conmutación 620 es, concretamente, el nodo de conmutación 200 dado a conocer por la forma de realización 2, o el nodo de conmutación 300, dado a conocer por la forma de realización 3.

Con referencia a la Figura 11. La forma de realización 7 de la presente invención da a conocer un punto extremo de interconexión de acceso 700, que incluye: un punto extremo de interconexión 710 y un controlador de interfaz 720, en donde el punto extremo de interconexión 710 puede ser, concretamente, cualquier punto extremo de interconexión (tal como el primer punto extremo de interconexión) en el sistema de interconexión 100, dado a conocer en la forma de realización 1, y el controlador de interfaz 720 es, concretamente, el controlador de interfaz 400, dado a conocer por la forma de realización 4 o el controlador de interfaz 500, dado a conocer por la forma de realización 5.

Con referencia a la Figura 12. La forma de realización 8 de la presente invención da a conocer un método de transmisión de datos, que incluye:

Etapa 810: Cuando se recibe un paquete de control, en una forma de señal eléctrica, enviado por un primer nodo próximo, un nodo de conmutación determina un segundo nodo próximo de conformidad con una información de enrutamiento incluida en el paquete de control, en donde la información de enrutamiento, en el paquete de control, es información de enrutamiento de un paquete de datos, en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control, siendo, concretamente, el primer nodo próximo, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación, o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación, y el segundo nodo próximo es, concretamente, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación, o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación.

Etapa 820: El nodo de conmutación envía el paquete de control al segundo nodo de conmutación cuando el segundo nodo de conmutación es el nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación.

Etapa 830: El nodo de conmutación abre, en el nodo de conmutación, una ruta óptica desde un primer puerto óptico

conectado al primer nodo próximo, a un segundo puerto óptico conectado al segundo nodo próximo, para el paquete de datos correspondiente al paquete de control.

5 Etapa 840: Cuando se recibe el paquete de datos, utilizando el primer puerto óptico, el primer nodo de conmutación transmite el paquete de datos al segundo puerto óptico utilizando la ruta óptica.

Etapa 850: El envío del paquete de datos al segundo nodo próximo utilizando el segundo puerto óptico.

10 En una forma de realización preferida, el método incluye, además: cuando se recibe un paquete, en una forma de señal óptica eléctrica, enviado por el primer nodo próximo, la determinación de si el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control, por el nodo de conmutación de conformidad con información que está en el paquete, en una forma de señal eléctrica, y se utiliza para indicar un tipo de paquete, y cuando se determina que el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control, la puesta en práctica de la operación de apertura de la ruta óptica para el paquete de datos, en una forma de señal óptica, que corresponde al paquete de control.

15 Una manera de puesta en práctica específica de la etapa 810 puede ser: la determinación de si un destino del paquete de datos, que corresponde al paquete de control, es un punto extremo de interconexión conectado al nodo de conmutación utilizando un controlador de interfaz; si es así, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo; de no ser así, la determinación, de conformidad con un algoritmo de enrutamiento, de un nodo de conmutación próximo que sirve como un salto operativo siguiente candidato; si no está ocupado un puerto óptico del nodo de conmutación y conectado al nodo de conmutación próximo, que sirve como el salto operativo siguiente candidato, la determinación de que el nodo de conmutación próximo es el segundo nodo próximo; y si están ocupados todos los puertos ópticos del nodo de conmutación y conectados a todos los nodos de conmutación próximos, que sirven como saltos operativos siguientes candidatos, cuando se determina que existe una memoria inactiva conectada al nodo de conmutación, utilizando un controlador de interfaz, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo.

20 El método de transmisión de datos, dado a conocer por la forma de realización 8 de la presente invención, se puede poner en práctica por cualquier nodo de conmutación en el sistema de interconexión, que se da a conocer por la forma de realización 1.

25 De conformidad con el método de transmisión de datos, dado a conocer por la forma de realización 8 de la presente invención, un paquete de control, recibido por un nodo de conmutación está en una forma de señal eléctrica e incluye información de enrutamiento de un paquete de datos, en una forma de señal óptica, que corresponde al paquete de control; se puede poner en práctica el enrutamiento, directamente, de conformidad con la información de enrutamiento incluida en el paquete de control, con el fin de determinar un nodo próximo que sirve como un salto operativo siguiente, y una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos, en una forma de señal óptica, se abre en el nodo de conmutación para la transmisión del paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se pueden reducir los problemas de retardo adicional y consumo de energía causados por una conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de transmisión de datos.

30 Con referencia a la Figura 13. La forma de realización 9 de la presente invención da a conocer un método de transmisión de datos, que incluye:

35 Etapa 910: Un controlador de interfaz recibe datos, en una forma de señal eléctrica, enviados por el punto extremo de interconexión, en donde el punto extremo de interconexión puede ser, concretamente, un procesador o una memoria.

40 Etapa 920: El controlador de interfaz convierte los datos en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, y genera un paquete de control para el paquete de datos, en donde el paquete de control está en una forma de señal eléctrica, e incluye información de enrutamiento del paquete de datos.

45 Etapa 930: El controlador de interfaz envía el paquete de control al nodo de conmutación, y envía el paquete de datos al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación, de modo que cuando se recibe el paquete de control y se determina un salto operativo siguiente, de conformidad con la información de enrutamiento del paquete de datos incluido en el paquete de control, el nodo de conmutación abre, en el nodo de conmutación, una ruta óptica que es desde un puerto óptico conectado al controlador de interfaz, a un puerto óptico conectado al siguiente salto operativo y que se utiliza para transmitir el paquete de datos, y cuando se recibe el paquete de datos, en una forma de señal óptica, la transmisión del paquete de datos, en una forma de señal óptica, utilizando la ruta óptica.

50 En una forma de realización preferida, en la etapa 920, cuando se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, cumplen una condición preestablecida, a modo de ejemplo, se determina que un tipo de los datos, en una forma de señal eléctrica, es un tipo preestablecido, o se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, son

más numerosos que un valor umbral preestablecido, o se determina que un tipo de los datos, en una forma de señal eléctrica, es un tipo preestablecido y los datos son más numerosos que un valor umbral preestablecido, el controlador de interfaz pone en práctica la operación de convertir los datos en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, y generar un paquete de control.

5 El método de transmisión de datos, dado a conocer por la forma de realización 9 de la presente invención, se puede poner en práctica por cualquier controlador de interfaz en el sistema de interconexión dado a conocer por la forma de realización 1.

10 De conformidad con el método de transmisión de datos, dado a conocer por la forma de realización 9 de la presente invención, un controlador de interfaz convierte datos, en una forma de señal eléctrica, enviados por un punto extremo de interconexión, en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, genera un paquete de control, en una forma de señal eléctrica, que incluye información de enrutamiento del paquete de datos, envía el paquete de control a un nodo de conmutación, y envía el paquete de datos, en una forma de señal óptica, al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación. De este modo, el nodo de conmutación puede poner en práctica el enrutamiento, de forma directa, de conformidad con la información de enrutamiento incluida en el paquete de control, con el fin de determinar un salto operativo siguiente, y realizar la apertura, en el nodo de conmutación, una ruta óptica utilizada para transmitir el paquete de datos para la transmisión del paquete de datos. Puesto que no necesita realizarse una conversión óptica a eléctrica o eléctrica a óptica en el paquete de control y el paquete de datos durante un procedimiento de transmisión completo, se pueden reducir los problemas de retardo adicional y consumo de energía causados por una conversión eléctrica-óptica-eléctrica, con lo que se mejora la eficiencia de transmisión de datos.

25 Un experto en esta técnica puede entender que la totalidad o algunas de las etapas de las formas de realización puede ponerse en práctica mediante hardware o un programa que proporcione instrucciones relacionadas con hardware. El programa puede memorizarse en un soporte de memorización legible por ordenador. El soporte de memorización puede incluir: una memoria de solamente lectura, un disco magnético o un disco óptico.

30 Las descripciones anteriores son simplemente formas de realización, a modo de ejemplo, de la presente invención, pero no están previstas para limitar la presente invención. Cualquier modificación, sustitución equivalente y mejora, realizada sin desviarse del principio de la presente invención, deberá caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

35

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Un sistema de interconexión (100), en donde el sistema de interconexión comprende: al menos dos puntos extremos de interconexión (110), al menos dos controladores de interfaz (120) y N nodos de conmutación (130), en donde N es un número entero positivo;
- 10 un primer punto extremo de interconexión (110, 111, 111-1) de entre los puntos extremos de interconexión está conectado a un primer nodo de conmutación de entre los N nodos de conmutación, utilizando un primer controlador de interfaz (120, 120-1) de entre los controladores de interfaz, y un segundo punto extremo de interconexión (110, 112, 112-5) de entre los puntos extremos de interconexión está conectado a un segundo nodo de conmutación de entre los N nodos de conmutación utilizando un segundo controlador de interfaz (120, 120-5) de entre los controladores de interfaz;
- 15 estando el primer punto extremo de interconexión configurado para enviar datos en una forma de señal eléctrica al primer controlador de interfaz;
- 20 el primer controlador de interfaz está configurado para: cuando se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, cumplen una condición preestablecida, convertir los datos recibidos, en una forma de señal eléctrica, en un paquete de datos en una forma de señal óptica, y generar un paquete de control para el paquete de datos, en donde el paquete de control está en una forma de señal eléctrica, e incluye información de enrutamiento del paquete de datos; para enviar el paquete de control al primer nodo de conmutación, y para enviar el paquete de datos al primer nodo de conmutación después de un tiempo de compensación; y cuando se determina que los datos, en la forma de señal eléctrica, no cumplen la condición preestablecida, transmitir directamente los datos, en una forma de señal eléctrica, al primer nodo de conmutación utilizando un cable de interconexión eléctrica conectado al primer nodo de conmutación, en donde la condición preestablecida comprende concretamente: un tamaño de los datos, en una forma de señal eléctrica, es mayor que un valor umbral preestablecido;
- 25 cualquier nodo de conmutación de entre los N nodos de conmutación está configurado para determinar, cuando se recibe el paquete de control, enviado por un primer nodo próximo, un segundo nodo próximo de conformidad con la información de enrutamiento del paquete de datos, en donde el primer nodo próximo es concretamente un nodo de conmutación adyacente a cualquier nodo de conmutación, o un controlador de interfaz conectado a cualquier nodo de conmutación, y el segundo nodo próximo es concretamente un nodo de conmutación adyacente a cualquier nodo de conmutación, o un controlador de interfaz conectado a cualquier nodo de conmutación; y configurado, además, para: cuando el segundo nodo próximo es el nodo de conmutación adyacente a cualquier nodo de conmutación, el envío del paquete de control al segundo nodo próximo, la apertura, en cualquier nodo de conmutación, de una ruta óptica (4-3) desde un primer puerto óptico (4-1) conectado al primer nodo próximo, a un segundo puerto óptico (4-2), conectado al segundo nodo próximo, para el paquete de datos, y cuando se recibe el paquete de datos utilizando el primer puerto óptico, la transmisión del paquete de datos, utilizando la ruta óptica, al segundo puerto óptico, y el envío del paquete de datos al segundo nodo próximo utilizando el segundo puerto óptico; y
- 30 el segundo controlador de interfaz está configurado para convertir, cuando se recibe el paquete de datos enviado por el segundo nodo de conmutación, el paquete de datos en datos en una forma de señal eléctrica, y enviar los datos, en una forma de señal eléctrica, al segundo punto extremo de interconexión.
- 35 **2.** El sistema de interconexión según la reivindicación 1, en donde cualquier nodo de conmutación está configurado, además, para: cuando se recibe un paquete, en una forma de señal eléctrica, enviado por el primer nodo próximo, la determinación de si el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control de conformidad con información que está en el paquete, en una forma de señal eléctrica, y se utiliza para indicar un tipo de paquete; y cuando se determina que el paquete, en una forma de señal eléctrica, es un paquete de control, poner en práctica la operación de apertura de la ruta óptica para el paquete de datos, en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control.
- 40 **3.** El sistema de interconexión según las reivindicaciones 1 o 2, en donde cada punto extremo de interconexión de entre los al menos dos puntos extremos de interconexión es concretamente un procesador (111) o una memoria (112).
- 45 **4.** El sistema de interconexión según la reivindicación 3, en donde la información de enrutamiento del paquete de datos comprende una dirección de destino del paquete de datos; y
- 50 la determinación de un segundo nodo próximo, de conformidad con la información de enrutamiento del paquete de datos comprende concretamente:
- 55 la determinación, de conformidad con la dirección de destino, de si un destino del paquete de datos, en una forma de señal óptica, es un punto extremo de interconexión conectado a cualquier nodo de conmutación, utilizando un controlador de interfaz; si es así, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo; de no ser así, la determinación, de conformidad con un algoritmo de enrutamiento, de un nodo de conmutación próximo
- 60
- 65

que sirve como un salto operativo siguiente candidato; si no está ocupado un puerto óptico del cualquier nodo de conmutación y conectado al nodo de conmutación próximo, que sirve como el salto operativo siguiente candidato, la determinación de que el nodo de conmutación próximo es el segundo nodo próximo; y si están ocupados todos los puertos ópticos del cualquier nodo de conmutación y conectado a todos los nodos de conmutación próximos, que sirven como saltos operativos siguientes candidatos, cuando se determina que existe una memoria inactiva conectada al cualquier nodo de conmutación, utilizando un controlador de interfaz, la determinación de que el controlador de interfaz es el segundo nodo próximo.

**5.** Un controlador de interfaz (500, 120), que comprende: una unidad de recepción (510) y una unidad de procesamiento (520), en donde

la unidad de recepción está configurada para recibir datos, en una forma de señal eléctrica, enviados por un punto extremo de interconexión, conectado al controlador de interfaz, y para transmitir los datos recibidos a la unidad de procesamiento; y

la unidad de procesamiento está configurada para: recibir los datos procedentes de la unidad de recepción, cuando se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, cumplen una condición preestablecida, convertir los datos en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, y generar un paquete de control para el paquete de datos, en donde el paquete de control está en una forma de señal eléctrica y comprende información de enrutamiento del paquete de datos; enviar el paquete de control a un nodo de conmutación conectado al controlador de interfaz, y enviar el paquete de datos al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación; y cuando se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, no cumplen la condición preestablecida, transmitir directamente los datos al primer nodo de conmutación, utilizando un cable de interconexión eléctrica conectado al primer nodo de conmutación, en donde la condición preestablecida comprende concretamente: un tamaño de los datos, en una forma de señal eléctrica es mayor que un valor umbral preestablecido.

**6.** Un nodo de conmutación de acceso (600), que comprende:

el controlador de interfaz (610, 500, 120), según la reivindicación 5; y

un nodo de conmutación (620, 300, 130), en donde

el nodo de conmutación comprende: un módulo de enrutamiento (310) y un módulo de conmutador óptico (320), en donde

el módulo de enrutamiento está configurado para determinar, cuando se recibe un paquete de control, en una forma de señal eléctrica, enviado por un primer nodo próximo, un segundo nodo próximo de conformidad con información de enrutamiento incluida en el paquete de control, en donde la información de enrutamiento, en el paquete de control, es información de enrutamiento de un paquete de datos, en una forma de señal óptica, correspondiente al paquete de control, siendo el primer nodo próximo concretamente un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación, y siendo el segundo nodo próximo, concretamente, un nodo de conmutación adyacente al nodo de conmutación o un controlador de interfaz conectado al nodo de conmutación; y configurado, además, para: cuando el segundo nodo próximo es el nodo de conmutación, enviar el paquete de control al segundo nodo próximo, y dar instrucciones al módulo de conmutador óptico para la apertura de una ruta óptica desde un primer puerto óptico del nodo de conmutación a un segundo puerto óptico del nodo de conmutación para el paquete de datos, en una forma de señal óptica correspondiente al paquete de control, en donde el primer puerto óptico del nodo de conmutación está conectado a un puerto óptico del primer nodo próximo, y el segundo puerto óptico del nodo de conmutación está conectado a un puerto óptico del segundo nodo próximo; y

el módulo de conmutador óptico está configurado para realizar la apertura de la ruta óptica de conformidad con una instrucción del módulo de enrutamiento, y configurado para: cuando se recibe el paquete de datos utilizando el primer puerto óptico, transmitir el paquete de datos al segundo puerto óptico utilizando la ruta óptica y enviar el paquete de datos al segundo nodo próximo utilizando el segundo puerto óptico, en donde, el paquete de control y el paquete de datos se envían, ambos, por un controlador de interfaz, y el paquete de datos se envía después de un tiempo de compensación después de que se envíe el paquete de control.

**7.** Un punto extremo de interconexión de acceso (700), que comprende:

un punto extremo de interconexión (710, 110); y

el controlador de interfaz (720, 500, 120) según la reivindicación 5.

**8.** Un método de transmisión de datos, que comprende:

la recepción (910), por un controlador de interfaz, de datos en una forma de señal eléctrica, enviados por un punto

extremo de interconexión conectado al controlador de interfaz;

5 la conversión (920), por el controlador de interfaz, de los datos en un paquete de datos, en una forma de señal óptica, y la generación de un paquete de control para el paquete de datos, en donde el paquete de control está en una forma de señal eléctrica, e incluye información de enrutamiento del paquete de datos; cuando se determina que lo datos, en una forma de señal eléctrica cumplen una condición preestablecida, y transmitir, directamente, por el controlador de interfaz, los datos en una forma de señal eléctrica, al primer nodo de conmutación utilizando un cable de interconexión eléctrica al primer nodo de conmutación, cuando se determina que los datos, en una forma de señal eléctrica, no cumplen la condición preestablecida, en donde la condición preestablecida comprende  
10 concretamente: un tamaño de los datos, en una forma de señal eléctrica, es mayor que un valor umbral preestablecido; y

el envío (930), por el controlador de interfaz, del paquete de control a un nodo de conmutación conectado al controlador de interfaz, y el envío (940), del paquete de datos al nodo de conmutación después de un tiempo de compensación, de modo que cuando se recibe el paquete de control y se determina un salto operativo siguiente de conformidad con la información de enrutamiento del paquete de datos, incluida en el paquete de control, el nodo de conmutación realiza la apertura, en el nodo de conmutación, de una ruta óptica que es desde un puerto óptico, conectado al controlador de interfaz, a un puerto óptico, conectado al salto operativo siguiente, y que se utiliza para transmitir el paquete de datos, y cuando se recibe el paquete de datos, en una forma de señal óptica, la transmisión  
15 del paquete de datos, en una forma de señal óptica, utilizando la ruta óptica.  
20

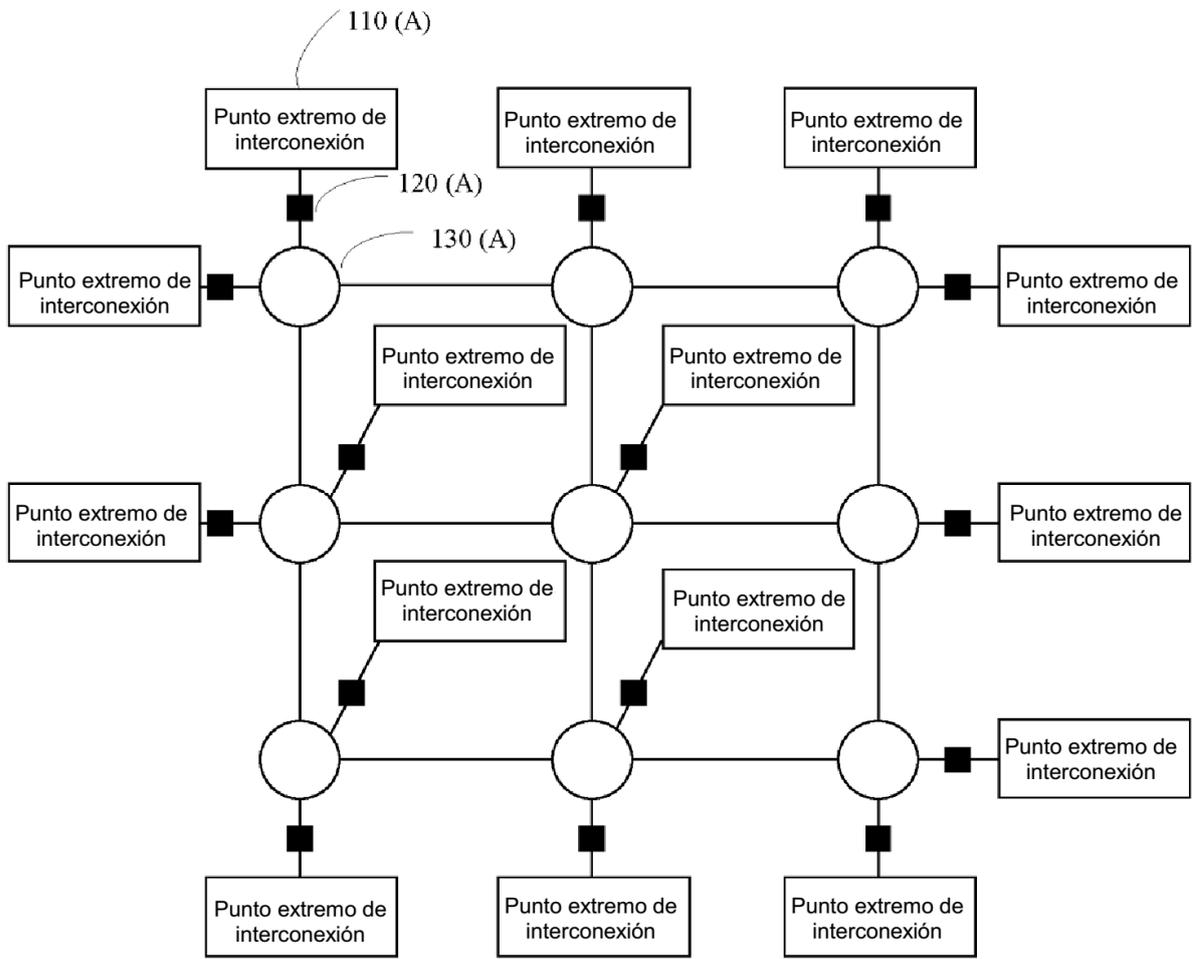


FIG. 1

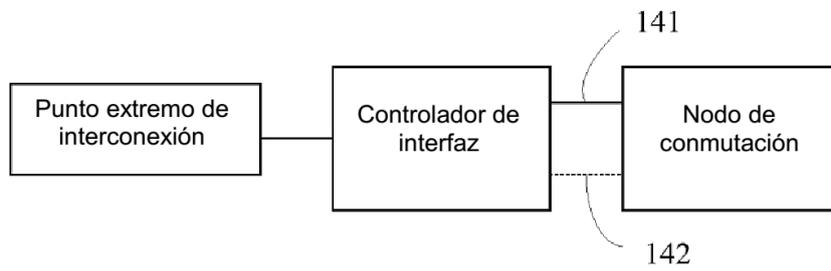


FIG. 2a

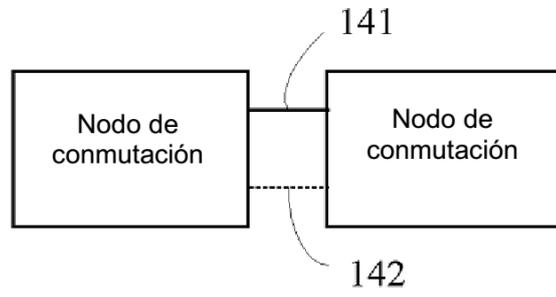


FIG. 2b

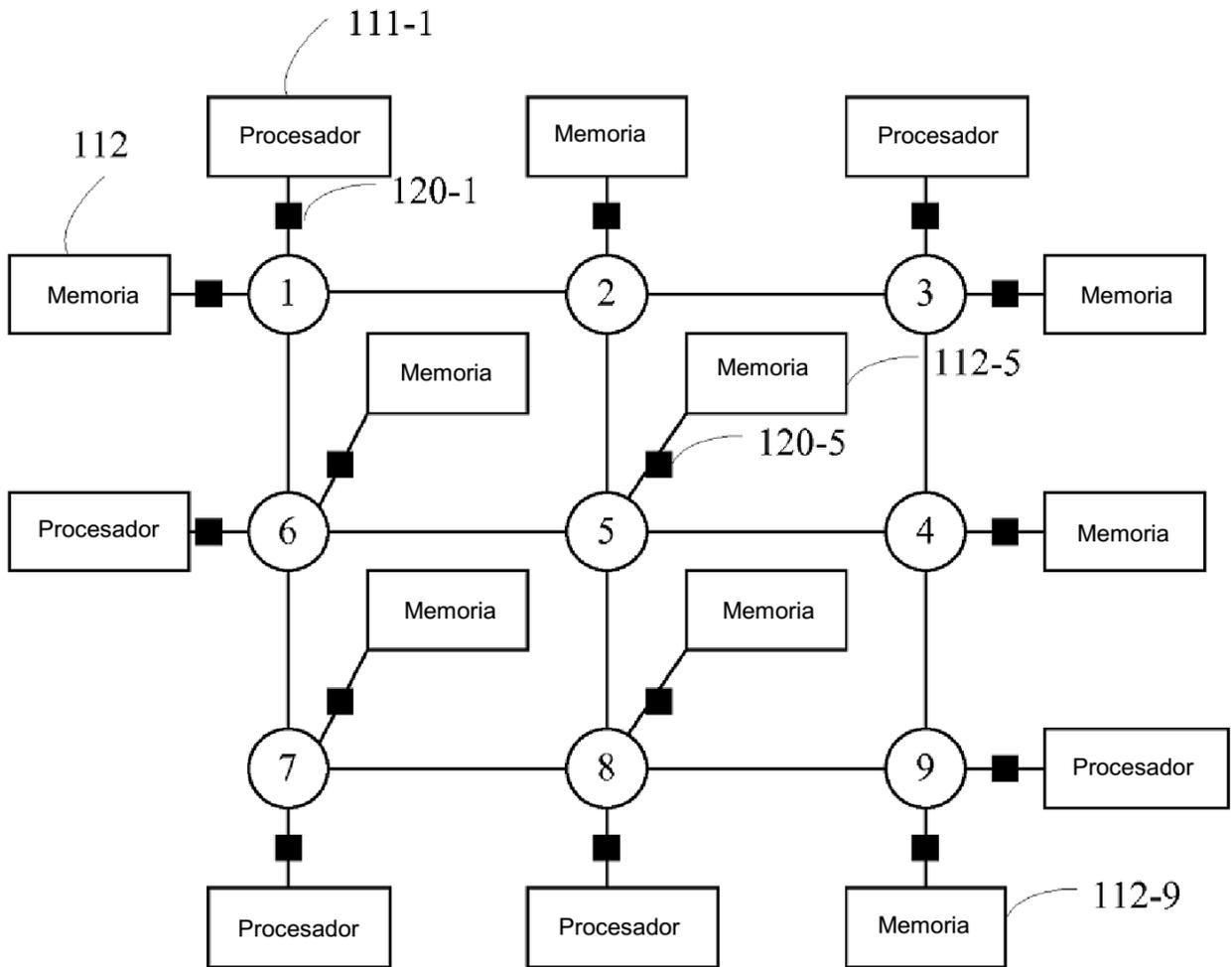


FIG. 3

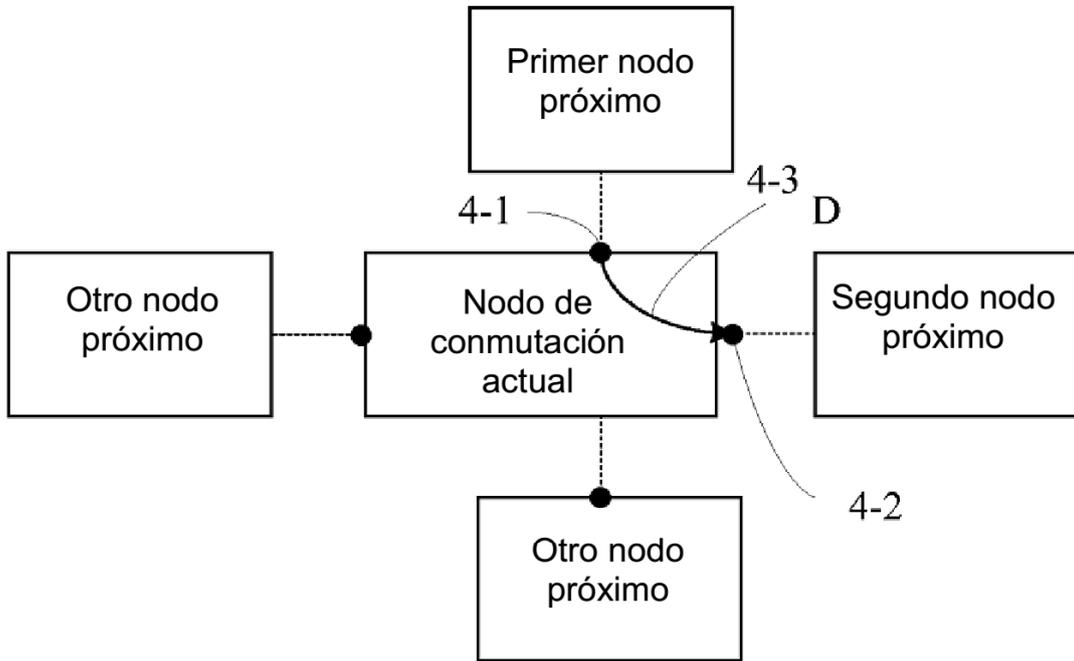


FIG. 4

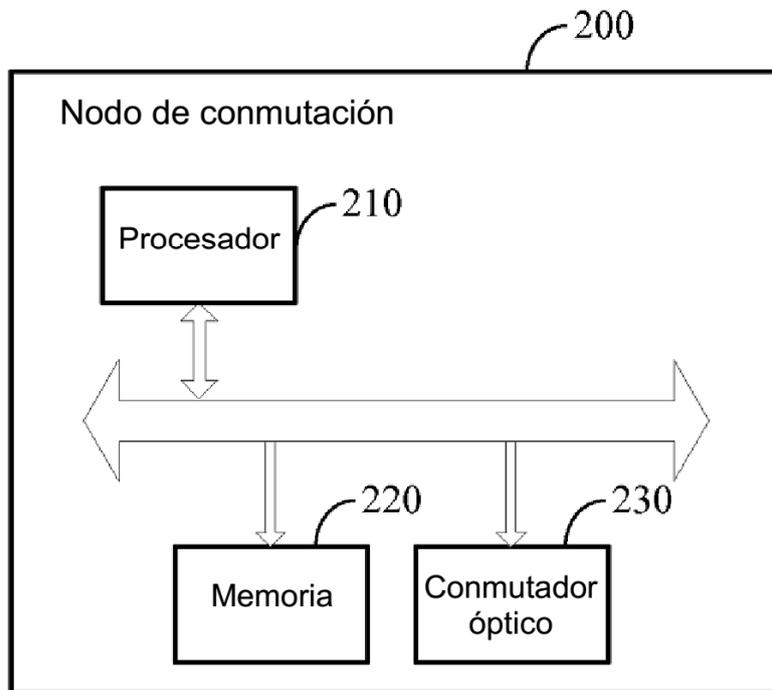


FIG. 5

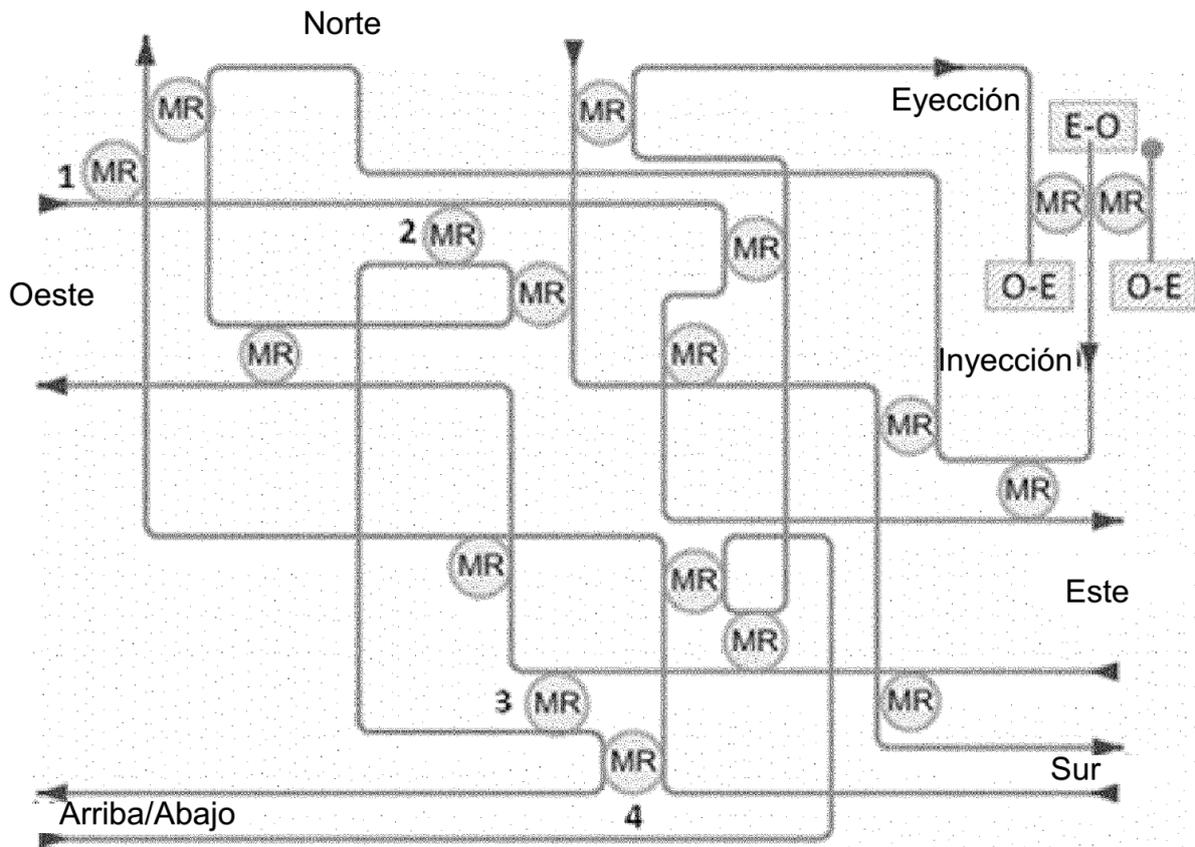


FIG. 6-1

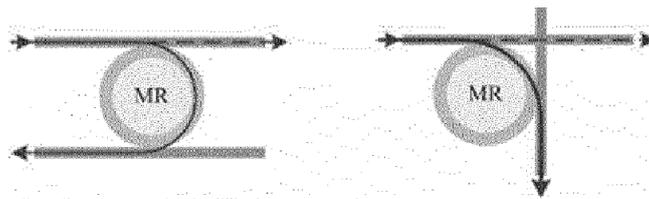


FIG. 6-2

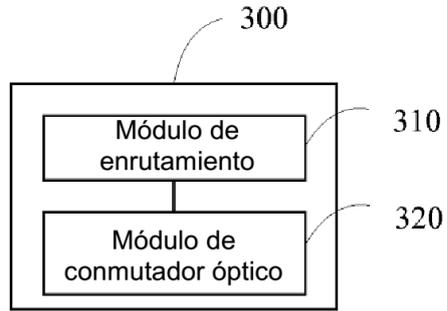


FIG. 7

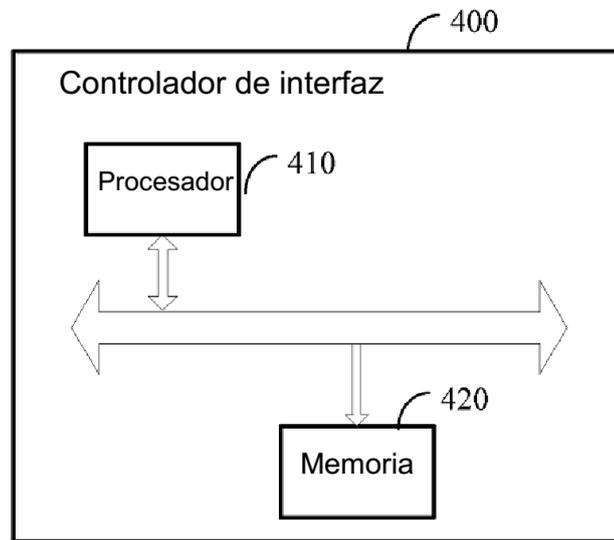


FIG. 8

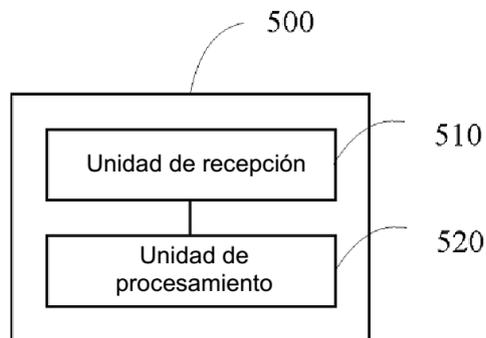


FIG. 9

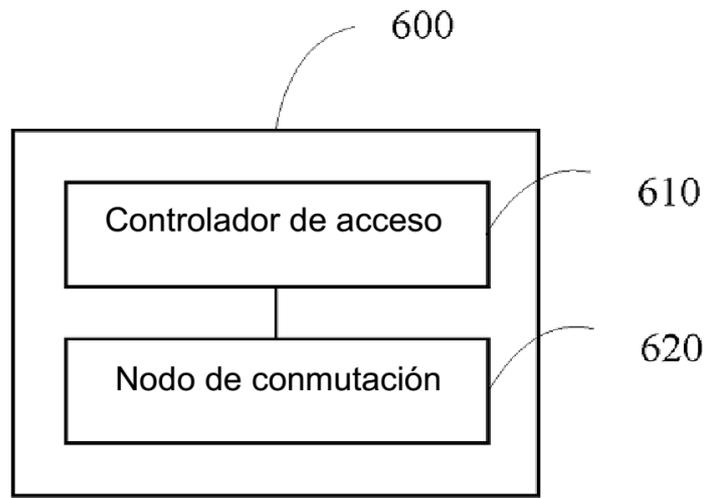


FIG. 10

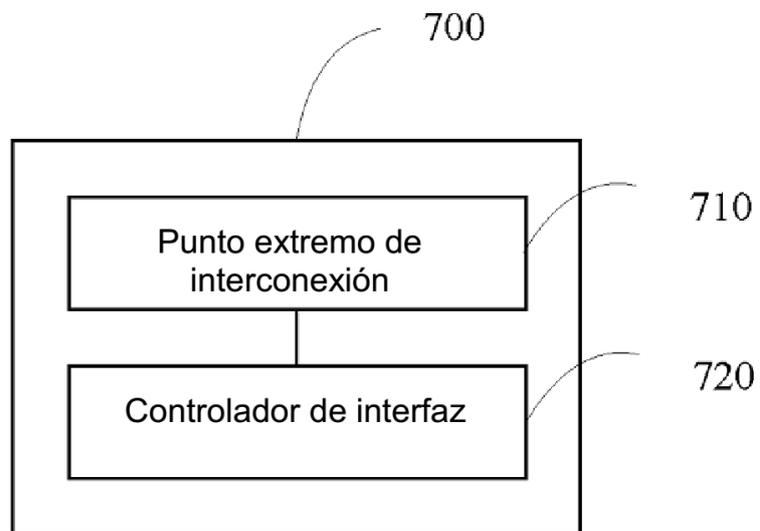


FIG. 11

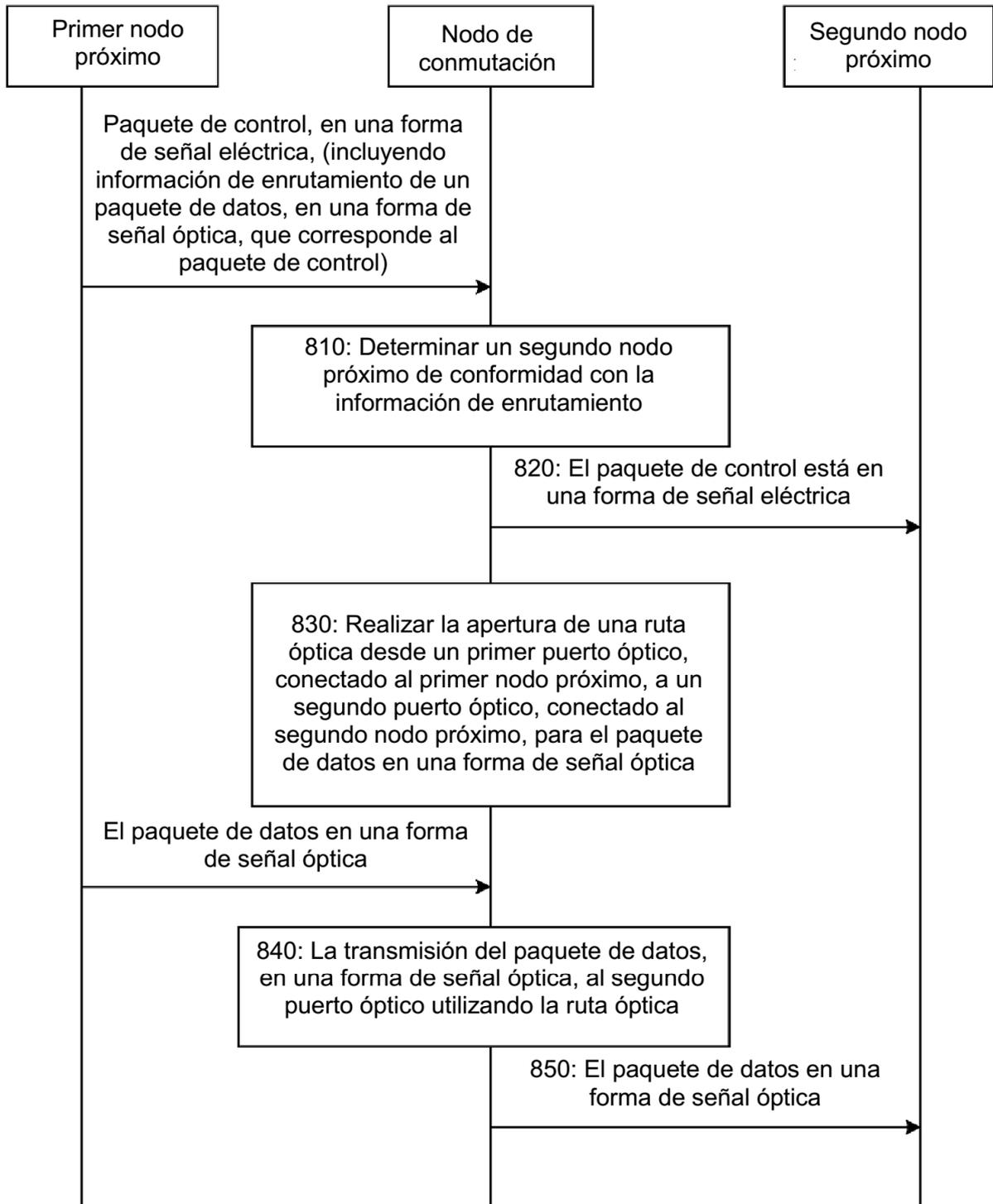


FIG. 12

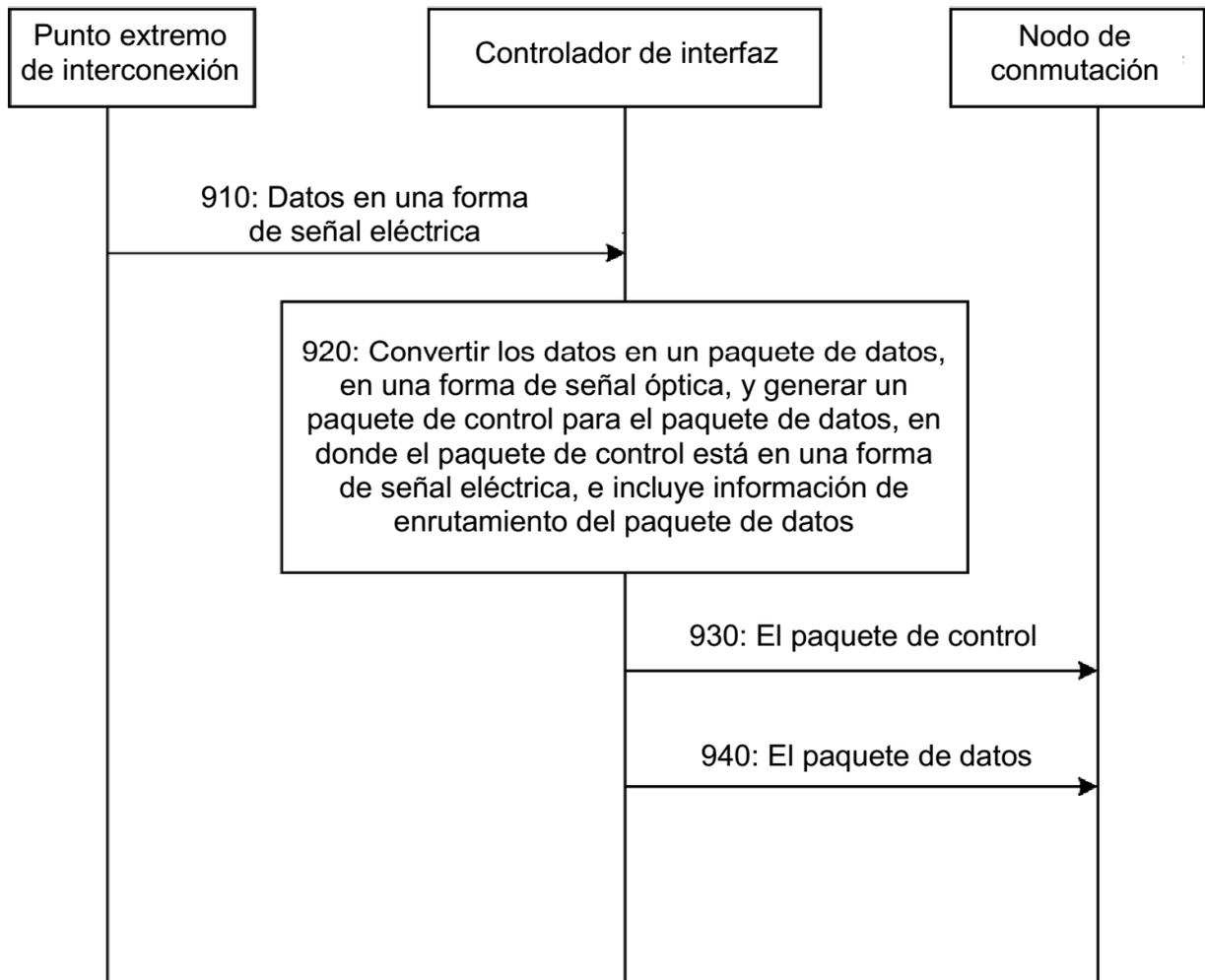


FIG. 13