

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 647**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/707** (2013.01)

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 12/703** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2013** **E 17156528 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019** **EP 3232617**

54 Título: **Método, sistema y nodos de conmutación de protección**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.12.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LIN, YI y**  
**ZHANG, XIAN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 733 647 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 nodos de conmutación de protección.

Campo técnico

5 Las realizaciones de la presente invención se refieren al campo de las tecnologías de la comunicación y, más en concreto, a un método y sistema de conmutación de protección, y nodos.

Antecedentes

10 En un proceso de transmisión de un servicio a través de una red de comunicaciones, cuando un trayecto en funcionamiento para transmitir el servicio encuentra un fallo, es preciso llevar a cabo una conmutación de protección, es decir, el servicio en el trayecto afectado por el fallo se conmuta a un trayecto de protección para su transmisión, de forma tal que se garantice la fiabilidad en la transmisión del servicio.

15 La fiabilidad puede implementarse utilizando distintas tecnologías de recuperación y protección. Por ejemplo, en protección 1+1, se ofrecen dos trayectos para transmitir cada servicio en una red óptica, se selecciona un trayecto en funcionamiento para transmitir un servicio desde los dos trayectos según la calidad de la señal de los dos trayectos, y al otro trayecto se lo denomina un trayecto de protección; cuando el trayecto en funcionamiento encuentra un fallo, se puede utilizar el trayecto de protección. Por lo tanto, para la transmisión de cada servicio, se requieren dobles recursos de ancho de banda de red óptica, lo cual supone un desperdicio de recursos. Con el fin de mejorar el uso de los recursos, se puede utilizar una tecnología de re-enrutamiento en un plano de control. En la solución, cuando un trayecto en funcionamiento para transmitir un servicio encuentra un fallo, solo se requiere que se establezca una conexión de un trayecto de protección según información de trayecto de recuperación pre-configurada o información de trayecto recalculada según información de topología de red, y se utiliza un trayecto de protección establecido satisfactoriamente para transmitir el servicio. Por consiguiente, el uso de los recursos es relativamente elevado. No obstante, la eficacia de conmutación de protección de la tecnología de re-enrutamiento en el plano de control es relativamente baja. Con el fin de reducir el tiempo requerido para la conmutación de protección, se puede utilizar una tecnología SMP (Protección por Malla Compartida, por su sigla en inglés), en donde SMP permite que múltiples servicios (a saber, múltiples trayectos en funcionamiento) compartan un recurso de trayecto de protección.

20

25

30 En un proceso de implementación de conmutación de protección mediante la tecnología SMP, cuando un trayecto en funcionamiento encuentra un fallo, primero, si un recurso de trayecto de protección de cada nodo intermedio en un trayecto de protección está disponible se consulta salto por salto desde un nodo de extremo (que se denomina "un primer nodo de extremo") del trayecto en funcionamiento a otro nodo de extremo (que se denomina "un segundo nodo de extremo") del trayecto en funcionamiento. Específicamente, el primer nodo de extremo envía un mensaje de consulta a un nodo vecino descendente (un primer nodo intermedio) para consultar si el recurso de trayecto de protección está disponible; si el recurso no está disponible, el primer nodo intermedio devuelve un mensaje de fallo al primer nodo de extremo; si el recurso de trayecto de protección está disponible, el primer nodo intermedio envía un mensaje de consulta a un nodo vecino descendente (un segundo nodo intermedio) del primer nodo intermedio para consultar si el recurso está disponible..., hasta que el segundo nodo de extremo reciba un mensaje de consulta, que indica que el recurso de trayecto de protección extremo a extremo está disponible; a continuación se establecen conexiones cruzadas salto por salto desde el segundo nodo de extremo a un primer nodo, donde el segundo nodo de extremo primero establece una conexión cruzada, conmuta un servicio al trayecto de protección, y luego devuelve un mensaje de establecimiento de conexión cruzada a un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo para activar el nodo vecino ascendente para que establezca una conexión cruzada..., hasta que el primer nodo de extremo recibe un mensaje de establecimiento de conexión cruzada devuelto por el primer nodo intermedio, establece una conexión cruzada, y conmuta el servicio al trayecto de protección. De esta forma se completa un proceso de conmutación de protección. No obstante, cuando se utiliza esta solución, el tiempo requerido para la conmutación de protección es relativamente prolongado, y la eficacia resulta todavía baja.

35

40

45

El documento CN 102611604A describe un método para implementar SMP (protección por malla compartida), en el cual se activa una solicitud de conmutación mediante un nodo que detecta un fallo, y a continuación la petición de conmutación se transmite a nodos descendentes salto por salto. Cada nodo descendente decide continuar transmitiendo la petición de conmutación en un trayecto o respuesta designada al nodo ascendente.

50 La publicación internacional WO 2004/036800 A2 describe un sistema de comunicaciones de datos con múltiples nodos conectados mediante múltiples enlaces, en el cual un subconjunto de los enlaces y nodos forma un trayecto de trabajo para llevar datos de trabajo a través del sistema de comunicaciones y un subconjunto adicional de enlaces y nodos ofrece un trayecto de protección para llevar otros datos en ausencia de un fallo en el trayecto de trabajo y un trayecto alternativo para los datos de trabajo en caso de un fallo en el trayecto de trabajo. Allí, el trayecto alternativo está predeterminado mediante medios de protección antes de la detección de un fallo en el trayecto de trabajo.

55

La publicación internacional WO 2002035793 A1 describe un método para controlar el enrutamiento de paquetes en una red de comunicaciones, en el cual los paquetes se enrutan a lo largo de un primer trayecto de enrutamiento para una primera dirección de red, y un trayecto de enrutamiento se dirige a un primer nodo de acceso que da servicio a un nodo móvil que utiliza la primera dirección de red mediante un enlace de comunicaciones. Los paquetes destinados al nodo móvil se reenvían progresivamente desde nodos vecinos ascendentes a nodos vecinos descendentes. Se lleva a cabo una redirección de ruta para redirigir al menos parte del primer trayecto de enrutamiento, que se realiza enviando un mensaje de actualización de enrutamiento desde un vecino descendente a un primer vecino ascendente. A continuación, el primer vecino ascendente altera su direccionalidad de enrutamiento en respuesta al mensaje de actualización de enrutamiento y envía un mensaje de actualización de enrutamiento a un segundo vecino ascendente.

Compendio

Las realizaciones de la presente invención ofrecen un método y sistema de conmutación de protección, y nodos, que pueden mejorar el uso de recursos e implementar la conmutación de protección rápida, con lo que se mejora la eficacia.

Un primer aspecto ofrece un método de conmutación de protección, donde el método incluye: recibir, mediante un nodo intermedio, un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno de al menos un nodo intermedio; cuando el nodo intermedio determina, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, y enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; y recibir, mediante el nodo intermedio, un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección, descubriendo, según el segundo mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, y estableciendo una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio.

Con referencia al primer aspecto, en una primera posible forma de implementación, determinar que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible puede ser, específicamente: cuando el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; o, cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde el segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, y el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio o el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección.

Con referencia a la primera posible forma de implementación del primer aspecto, en una segunda posible forma de implementación, la prioridad del primer trayecto de protección es más alta que la prioridad del segundo trayecto de protección, el nodo intermedio ha establecido la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, y el método puede consistir en, específicamente: eliminar, mediante el nodo intermedio, la conexión cruzada actual del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio de forma tal que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio esté inactivo.

Con referencia al primer aspecto, o a la primera posible forma de implementación o a la segunda posible forma de implementación del primer aspecto, en una tercera posible forma de implementación, que el nodo intermedio determine, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible puede consistir en, específicamente: determinar, mediante el nodo intermedio según la información sobre el primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde la información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad del al menos un trayecto de protección, e información sobre un recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección.

Con referencia a la tercera posible forma de implementación del primer aspecto, en una cuarta posible forma de implementación, el método puede consistir en, específicamente: cambiar, mediante el nodo intermedio, la información de configuración del nodo intermedio.

Con referencia al primer aspecto, o a cualquier manera de la primera a cuarta posible forma de implementación del primer aspecto, en una quinta posible forma de implementación, enviar el mensaje de petición de conmutación de

5 protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, y enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio puede consistir en, específicamente: enviar, mediante el nodo intermedio, el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en una red óptica, y enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en la red óptica.

10 Un segundo aspecto ofrece un método de conmutación de protección, donde el método incluye: recibir, mediante un nodo intermedio, un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y el al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio; cuando el nodo intermedio determina, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio; y recibir, mediante el nodo intermedio, un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección, descubriendo, según el segundo mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, y enviando un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.

25 Con referencia al segundo aspecto, en una primera posible forma de implementación, determinar que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio puede ser, específicamente: cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde el segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, y el nodo intermedio es un recurso de conexión compartido del primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección, donde el recurso de conexión compartido indica que los recursos de trayecto de protección de enlaces entre el nodo intermedio y dos nodos vecinos son los mismos en el primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección.

35 Con referencia al segundo aspecto, o a la primera posible forma de implementación del segundo aspecto, en una segunda posible forma de implementación, que el nodo intermedio determine, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible puede consistir en, específicamente: determinar, mediante el nodo intermedio según la información sobre el primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde la información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad del al menos un trayecto de protección, e información sobre un recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección.

40 Con referencia a la segunda posible forma de implementación del segundo aspecto, en una tercera posible forma de implementación, el método puede consistir en, específicamente: cambiar, mediante el nodo intermedio, la información de configuración del nodo intermedio.

45 Con referencia al segundo aspecto, o a cualquier manera de la primera a tercera posible forma de implementación del segundo aspecto, en una cuarta posible forma de implementación, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio puede ser, específicamente: enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en una red óptica; y enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio puede consistir, específicamente, en: enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente utilizando un octeto de tara en la red óptica.

55 Un tercer aspecto ofrece un método de conmutación de protección, donde el método incluye: enviar, mediante un primer nodo de extremo, un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye el primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio; recibir, mediante el primer nodo de extremo, un mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo según la información sobre el primer trayecto de protección; y descubrir, mediante el primer nodo de extremo según el mensaje de indicación, que un recurso de

trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible, y estableciendo una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo.

5 Con referencia al tercer aspecto, en una primera posible forma de implementación, enviar, mediante un primer nodo de extremo, un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo puede consistir, de forma específica, en: enviar, mediante el primer nodo de extremo, el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del primer nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

10 Un cuarto aspecto ofrece un método de conmutación de protección, donde el método incluye: recibir, mediante un segundo nodo de extremo, un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, el segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio; y cuando determina, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, enviar, mediante el segundo nodo de extremo, un mensaje de indicación a un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el segundo nodo de extremo, donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible.

20 Con referencia al cuarto aspecto, en una primera posible forma de implementación, enviar, mediante el primer nodo de extremo, un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo puede consistir, de forma específica, en: enviar, mediante el primer nodo de extremo, el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del primer nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

25 Un quinto aspecto ofrece un nodo intermedio, donde el nodo intermedio incluye: un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio; un módulo de determinación, configurado para determinar, según la información que es del primer trayecto de protección y recibida mediante el módulo de recepción, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo; y un módulo de envío, configurado para: cuando el módulo de determinación determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, y enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde el módulo de recepción está además configurado para recibir un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por el módulo de envío; y el módulo de determinación está además configurado para descubrir, según el segundo mensaje de indicación recibido por el módulo de recepción, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio.

45 Con referencia al quinto aspecto, en una primera posible forma de implementación, el módulo de determinación está configurado, específicamente, para: cuando el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; o configurado, específicamente, para: cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde el segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, y el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio o el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección.

55 Con referencia a la primera posible forma de implementación del quinto aspecto, en una segunda posible forma de implementación, la prioridad del primer trayecto de protección es más alta que la prioridad del segundo trayecto de protección, el nodo intermedio ha establecido la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, y el módulo de determinación está además configurado para eliminar la conexión cruzada actual del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio de forma tal que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio esté inactivo.

5 Con referencia al quinto aspecto, o a la primera posible forma de implementación o a la segunda posible forma de implementación del quinto aspecto, en una tercera posible forma de implementación, el módulo de determinación está configurado, específicamente, para determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección y la información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde la información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad del al menos un trayecto de protección, e información sobre un recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección.

10 Con referencia a la tercera posible forma de implementación del quinto aspecto, en una cuarta posible forma de implementación, el módulo de determinación está además configurada para modificar la información de configuración del nodo intermedio.

15 Con referencia al quinto aspecto, o a cualquier manera de la primera a cuarta posible forma de implementación del quinto aspecto, en una quinta posible forma de implementación, el módulo de envío está configurado, específicamente, para enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente utilizando un octeto de tara en una red óptica, y enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en la red óptica.

20 Un sexto aspecto ofrece otro nodo intermedio, donde el nodo intermedio incluye: un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio; un módulo de determinación, configurado para determinar, según la información que es del primer trayecto de protección y recibida mediante el módulo de recepción, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio; y un módulo de envío, configurado para: cuando el módulo de determinación determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, donde el módulo de recepción está además configurado para recibir un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por el módulo de envío; el módulo de determinación está además configurado para descubrir, según el segundo mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible; y el módulo de envío está además configurado para enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.

40 Con referencia al sexto aspecto, en una primera posible forma de implementación, el módulo de determinación está configurado, específicamente, para: cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde el segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, y el nodo intermedio es un recurso de conexión compartido del primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección, donde el recurso de conexión compartido indica que los recursos de trayecto de protección de enlaces entre el nodo intermedio y dos nodos vecinos son los mismos en el primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección.

50 Con referencia al sexto aspecto, o a la primera posible forma de implementación del sexto aspecto, en una segunda posible forma de implementación, el módulo de determinación está configurado, específicamente, para: determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde la información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad del al menos un trayecto de protección, e información sobre un recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección.

55 Con referencia a la segunda posible forma de implementación del sexto aspecto, en una tercera posible forma de implementación, el módulo de determinación está además configurado para modificar la información de configuración del nodo intermedio.

60 Con referencia al sexto aspecto, o a cualquier forma de la primera a tercera posible forma de implementación del sexto aspecto, en una cuarta posible forma de implementación, el módulo de envío está configurado, específicamente, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en una red óptica, y enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente utilizando un octeto de tara en la red óptica.

Un séptimo aspecto ofrece un primer nodo de extremo, donde el primer nodo de extremo incluye: un módulo de envío, configurado para enviar un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye el primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio; un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo según la información que es del primer trayecto de protección y enviada mediante el módulo de envío; y un módulo de establecimiento, configurado para descubrir, según el mensaje de indicación recibido por el módulo de recepción, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo.

Con referencia al séptimo aspecto, en una primera posible forma de implementación, el módulo de envío está configurado, específicamente, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del primer nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

Un octavo aspecto ofrece un segundo nodo de extremo, donde el segundo nodo de extremo incluye: un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, el segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio; un módulo de envío, configurado para: cuando se determine, según la información que es del primer trayecto de protección y recibida mediante el módulo de recepción, que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, enviar un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible; y un módulo de establecimiento, configurado para establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el segundo nodo de extremo.

Con referencia al octavo aspecto, en una primera posible forma de implementación, el módulo de envío está configurado, específicamente, para enviar el mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

En las realizaciones de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio y envía un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente, de forma tal que los nodos vecinos ascendente y descendente del nodo intermedio puedan llevar a cabo de forma simultánea un proceso de conmutación de protección. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. El nodo intermedio establece una conexión cruzada de un primer trayecto de protección después de descubrir, a partir de un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

#### Breve descripción de los dibujos

Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención de manera más clara, a continuación se describen brevemente los dibujos que acompañan esta memoria necesarios para describir las realizaciones o la técnica anterior. Aparentemente, los dibujos adjuntos de la siguiente descripción simplemente muestran algunas realizaciones de la presente invención, y una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede incluso así obtener otros dibujos a partir de los dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

La Figura 1 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según una realización de la presente invención;

la Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según otra realización de la presente invención;

la Figura 3 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según incluso otra realización de la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según incluso otra realización de la presente invención;

la Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de un proceso de un método de conmutación de protección según una realización de la presente invención;

5 la Figura 6 es un diagrama de flujo esquemático de un proceso de un método de conmutación de protección según otra realización de la presente invención;

la Figura 7A y la Figura 7B son diagramas de flujo esquemáticos de un proceso de un método de conmutación de protección según incluso otra realización de la presente invención;

10 la Figura 8 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según una realización de la presente invención;

la Figura 9 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según otra realización de la presente invención;

la Figura 10 es un diagrama de bloque estructural de un primer nodo de extremo según una realización de la presente invención;

15 la Figura 11 es un diagrama de bloque estructural de un segundo nodo de extremo según una realización de la presente invención;

la Figura 12 es un diagrama de bloque esquemático de un dispositivo según una realización de la presente invención;

20 la Figura 13 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según incluso otra realización de la presente invención;

la Figura 14 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según incluso otra realización de la presente invención;

la Figura 15 es un diagrama de bloque estructural de un primer nodo de extremo según otra realización de la presente invención;

25 la Figura 16 es un diagrama de bloque estructural de un segundo nodo de extremo según otra realización de la presente invención;

la Figura 17 es un diagrama de bloque esquemático de un sistema de conmutación de protección según una realización de la presente invención; y

30 la Figura 18 es un diagrama de bloque esquemático de un sistema de conmutación de protección según otra realización de la presente invención.

#### Descripción de las realizaciones

35 A continuación se describen de forma clara y completa las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de la presente invención. Aparentemente, las realizaciones descritas son parte y no todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones obtenidas por una persona con experiencia ordinaria en la técnica a partir de las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos estarán comprendidas dentro del alcance de protección de la presente invención.

40 Las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención se pueden aplicar a una red óptica, como por ejemplo, SDH (Jerarquía Digital Síncrona, por su sigla en inglés)/SONET (Red Óptica Síncrona, por su sigla en inglés), o una OTN (Red de Transporte Óptico).

La Fig. 1 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según una realización de la presente invención. El método de la Figura 1 se ejecuta mediante un nodo intermedio.

45 101. Un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio.

102. Cuando el nodo intermedio determina, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, el nodo intermedio envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, y envía un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible.

103. El nodo intermedio recibe un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección, descubre, según el segundo mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, y establece una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio.

En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser o bien uno de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo intermedio, el nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y el nodo vecino descendente del nodo intermedio se describen de una manera relativa.

Los recursos de trayecto de protección de un nodo se refieren a un recurso de trayecto de protección, de un trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección, del trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino descendente del nodo. Establecer la conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio se refiere a establecer una conexión cruzada, correspondiente al primer trayecto de protección, entre un recurso de trayecto de protección en un enlace del nodo al nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección en un enlace del nodo al nodo vecino descendente del nodo.

Se ha de comprender que puede haber uno o más recursos de trayecto de protección en un enlace entre nodos, y puede haber una o más conexiones cruzadas en un nodo, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, que exista un recurso de trayecto de protección en el enlace entre los nodos se describe en esta realización de la presente invención.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio y envía un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente, de forma tal que los nodos vecinos ascendente y descendente del nodo intermedio puedan llevar a cabo de forma simultánea un proceso de conmutación de protección. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. El nodo intermedio establece una conexión cruzada de un primer trayecto de protección después de descubrir, a partir de un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

Opcionalmente, como realización, en la etapa 102, el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, es decir, cuando no se establece una conexión cruzada de cualquier trayecto de protección en el nodo intermedio, el nodo intermedio puede determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible. De manera alternativa, cuando el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada de un segundo trayecto de protección en el nodo intermedio y una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, el nodo intermedio puede determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible. Opcionalmente, un nivel de prioridad de un trayecto de protección puede determinarse según un tipo de servicio, por ejemplo, una prioridad de datos de servicio que precisa ser transmitida en el primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de datos de servicio que precisa ser transmitida en el segundo trayecto de protección; o un nivel de prioridad de un trayecto de protección puede determinarse según un tipo de fallo (por ejemplo, SF (fallo de señal, por su sigla en inglés) o SD (degradación de señal, por su sigla en inglés)) de un trayecto en funcionamiento, por ejemplo, una prioridad de un tipo de fallo de un trayecto en funcionamiento correspondiente al primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un tipo de fallo de un trayecto en funcionamiento correspondiente al segundo trayecto de protección y prioridades similares. De manera alternativa, cuando el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del primer trayecto de protección y también recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección y la prioridad del primer trayecto de protección es más alta que la prioridad del segundo trayecto de protección, el nodo intermedio puede determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo

intermedio está disponible. El segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, y el nodo intermedio en el primer trayecto de protección también puede ser un nodo en el segundo trayecto de protección. Se ha de entender que el nodo en el segundo trayecto de protección puede ser un nodo intermedio en el segundo trayecto de protección o un nodo de extremo en el segundo trayecto de protección, lo cual no está limitado en la presente invención.

Específicamente, que dos trayectos de protección compartan algunos recursos de trayecto de protección se utiliza como ejemplo, y se supone que un trayecto de protección de un servicio 3 es A1-C-D-E-B1, y un trayecto de protección P2 de un servicio 4 es F1-C-D-G1, donde los nodos C, D y E son nodos intermedios en el trayecto de protección del servicio 3, C y D son nodos intermedios en el trayecto de protección del servicio 4, un recurso de trayecto de protección en un enlace C-D es un recurso de trayecto de protección compartido entre el trayecto de protección del servicio 3 y el trayecto de protección del servicio 4. Por ejemplo, el nodo intermedio C recibe un mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por un nodo de extremo A1, del trayecto de protección del servicio 3, si un recurso de trayecto de protección del nodo C está inactivo (tanto un recurso de trayecto de protección en un enlace A1-C como el recurso de trayecto de protección en el enlace C-D están inactivos), el nodo C determina que el recurso de trayecto de protección del nodo C está disponible; el nodo C envía un primer mensaje de indicación a un nodo vecino ascendente del nodo C, a saber, el nodo A1, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo D; el nodo A1 descubre, a partir del primer mensaje de indicación, que el recurso de trayecto de protección del nodo C está disponible; cuando recibe un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente D del nodo C según el mensaje de petición de conmutación de protección, el nodo C descubre, según el segundo mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo D está disponible; el nodo C establece una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo C, es decir, para establecer una conexión cruzada, correspondiente al primer trayecto de protección, entre el recurso de trayecto de protección en el enlace A1-C y el recurso de trayecto de protección en el enlace C-D. El nodo D es un nodo intermedio en el primer trayecto de protección, y un proceso para realizar la conmutación de protección en el nodo D es similar al del nodo C; por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir en la presente memoria. Como otro ejemplo, el nodo C ha establecido una conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 4 en el nodo C, es decir, una conexión cruzada, correspondiente al trayecto de protección del servicio 4, entre un recurso de trayecto de protección en un enlace F1-C y el recurso de trayecto de protección en el enlace C-D, y el nodo C recibe un mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por el nodo de extremo A1, del trayecto de protección del servicio 3. Si una prioridad del servicio 3 es más alta que la del servicio 4, el nodo C determina que el recurso de trayecto de protección del nodo C está disponible para el trayecto de protección del servicio 3; si la prioridad del servicio 3 es más baja que la del servicio 4, el nodo C determina que el recurso de trayecto de protección del nodo C no está disponible para el trayecto de protección del servicio 3. Como incluso otro ejemplo, el nodo C recibe un mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por el nodo de extremo A1, del trayecto de protección del servicio 3 y también recibe un mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por el nodo intermedio D (o un nodo de extremo F1), del trayecto de protección del servicio 4, y el nodo C no ha establecido una conexión cruzada de cualquier trayecto de protección en el nodo C; si una prioridad del trayecto de protección del servicio 3 es más alta que la del trayecto de protección del servicio 4, el nodo C determina que el recurso de trayecto de protección del nodo C está disponible para el trayecto de protección del servicio 3 y no disponible para el trayecto de protección del servicio 4.

Se ha de comprender que los ejemplos precedentes son simplemente ejemplos y no se intenta con ellos limitar el alcance de la presente invención. Por ejemplo, puede haber dos o más trayectos de protección, y un nodo compartido por múltiples trayectos de protección puede ser un nodo intermedio, múltiples nodos intermedios, o un nodo de extremo de un trayecto de protección, y nodos similares.

Asimismo, se ha de señalar que la conexión cruzada en la presente invención puede ser bi-direccional o uni-direccional, lo cual tampoco está limitado en esta realización de la presente invención.

Asimismo, en un caso en el cual la prioridad del primer trayecto de protección es más alta que la prioridad del segundo trayecto de protección y el nodo intermedio ha establecido la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, antes de enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, el nodo intermedio puede eliminar la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio de forma tal que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio esté inactivo.

Opcionalmente, como otra realización, en la etapa 102, el nodo intermedio puede determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, si el recurso de trayecto de protección está disponible, donde la información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad del al menos un trayecto de protección, información (por ejemplo, un recurso de trayecto de protección y un estado de ocupación del recurso de trayecto de protección) sobre un recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección y recursos similares, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección. La información de configuración del nodo intermedio puede estar pre-establecida en un nodo intermedio correspondiente. El nodo intermedio puede modificar la información de configuración del nodo intermedio. Por ejemplo, un nodo intermedio C recibe un mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por un nodo vecino ascendente (un nodo A o un nodo D) del nodo intermedio

C, de un primer trayecto de protección (A-C-D-E-B); si se determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible, el nodo intermedio puede modificar un estado de ocupación del recurso de trayecto de protección a ocupado mediante el primer trayecto de protección.

5 Al utilizar dos trayectos de protección como ejemplo, en el primer trayecto de protección (A-C-D-E-B) y un segundo trayecto de protección (F-C-D-E-G), la información de configuración del nodo intermedio puede representarse a modo de ejemplo (en forma de tabla) como sigue:

Tabla 1 Información de configuración de un nodo intermedio D

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	C-D, D-E	2	Inactivo
Servicio 2	C-D, D-E	1	Inactivo

Tabla 2 Información de configuración del nodo intermedio C

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	A-C, C-D	2	Ocupado por el servicio 1
Servicio 2	F-C, C-D	1	Ocupado por el servicio 1

10 La información de configuración, listada en la Tabla 1, del nodo intermedio D incluye: identificadores de trayecto de protección, donde, por ejemplo, un tipo de servicio que se transmite a través de un trayecto de protección se utiliza para identificación, un identificador del trayecto de protección (A-C-D-E-B) es el servicio 1, y un identificador del trayecto de protección (F-C-D-E-G) es el servicio 2; las prioridades de trayecto de protección, donde, por ejemplo, una prioridad del trayecto de protección del servicio 1 es 2, una prioridad del trayecto de protección del servicio 2 es 1, donde un nivel de prioridad en la tabla se representa mediante un número, y un número menor indica una prioridad más alta; y recursos de trayecto de protección, a saber, recursos de trayecto de protección del nodo intermedio D, donde tanto el trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2 son C-D y D-E, es decir, los recursos de trayecto de protección, en el nodo intermedio D, del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2 son los mismos. El nodo intermedio D también se denomina un recurso de conexión compartido del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2.

25 De manera similar, la información de configuración, listada en la Tabla 2, del nodo intermedio C incluye: los identificadores de trayecto de protección, donde, por ejemplo, un tipo de servicio que se transmite a través de un trayecto de protección se utiliza para identificación, el identificador del trayecto de protección (A-C-D-E-B) es el servicio 1, y el identificador del trayecto de protección (F-C-D-E-G) es el servicio 2; el trayecto de prioridades de trayecto de protección, donde, por ejemplo, la prioridad del trayecto de protección del servicio 1 es 2, y la prioridad del trayecto de protección del servicio 2 es 1, donde un nivel de prioridad en la tabla se representa mediante un número, y un número menor indica una prioridad más alta; recursos de trayecto de protección, a saber, recursos de trayecto de protección del nodo intermedio D, donde los recursos de trayecto de protección, en el nodo intermedio D, del trayecto de protección del servicio 1 son un recurso de trayecto de protección en un enlace A-C y un primer recurso de trayecto de protección en un enlace C-D, y recursos de trayecto de protección, en el nodo intermedio D, del trayecto de protección del servicio 2 son un recurso de trayecto de protección en un enlace F-C y un recurso de trayecto de protección en el enlace C-D; y estados de ocupación de los recursos de trayecto de protección del nodo intermedio C, donde el nodo intermedio C ha establecido una conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 1 en el nodo intermedio C, y el estado de ocupación de recursos está ocupado por el servicio 1.

35 Para que la descripción no sea repetitiva, no se ofrecen más ejemplos para describir información de configuración de otro nodo intermedio.

40 Se ha de entender que en los ejemplos anteriores, la forma de representación de la información de configuración de los nodos intermedios, el número de trayectos de protección, la forma de representación de prioridades, la información sobre los recursos de trayecto de protección, y datos similares se proveen simplemente a modo de ejemplo y no se intenta con ellos limitar el alcance de la presente invención. Se ha de comprender, asimismo, que

puede haber uno o más recursos de trayecto de protección en un enlace, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención.

5 Opcionalmente, al determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección y la información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio no está disponible, el nodo intermedio puede enviar un mensaje de respuesta que indica que el recurso no está disponible al nodo vecino ascendente, o no ejecuta ninguna etapa.

10 Opcionalmente, como otra realización, el nodo intermedio puede enviar un mensaje (por ejemplo, un primer mensaje de indicación o un mensaje de petición de conmutación de protección) utilizando un octeto de tara en una red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS (Conmutación de Protección Automática) u otro octeto de tara reservado que no esté definido para utilizar en una norma. Por ejemplo, el octeto de tara de APS puede estar dividido según un grado de compartido máximo de un recurso de trayecto de protección de SMP. Se asume que un recurso de trayecto de protección de SMP está compartido por 8 trayectos de protección (cada trayecto de protección corresponde a un servicio, es decir, 8 servicios son un servicio 1, un servicio 2,..., y un servicio 8). A continuación, un octeto de tara de APS de 32 bits en la OTN puede estar dividido en 8 partes, donde cada parte es 4 bits. Cuatro bits de una primera parte representan un protocolo de conmutación de protección de SMP del servicio 1, 4 bits de una segunda parte representan un protocolo de conmutación de protección de SMP del servicio 2,..., y así sucesivamente. Cuando el nodo intermedio necesita enviar un mensaje de petición de conmutación de protección del servicio 1, "0001" o similar puede rellenarse en un octeto de tara de APS de 4 bits correspondiente al servicio 1; cuando el nodo intermedio necesita enviar un "primer mensaje de indicación" del servicio 1, "0010" o similar puede rellenarse en el octeto de tara de APS de 4 bits correspondiente al servicio 1.

Se ha de comprender que los ejemplos precedentes son simplemente ejemplos y no se intenta con ellos limitar el alcance de la presente invención.

25 La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según una realización de la presente invención. El método de la Figura 2 se ejecuta mediante un nodo intermedio. Asimismo, el método corresponde al método de la Figura 1 y, por lo tanto, la descripción que es la misma que la de la realización de la Figura 1 se omite de manera apropiada.

30 201. Un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio.

35 202. Cuando el nodo intermedio determina, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio, el nodo intermedio envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio.

40 203. El nodo intermedio recibe un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección, descubre, según el segundo mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, y envía un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.

45 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser uno de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como una dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo intermedio, el nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y el nodo vecino descendente del nodo intermedio se describen de una manera relativa.

50 Los recursos de trayecto de protección de un nodo se refieren a un recurso de trayecto de protección, de un trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección, del trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino descendente del nodo. Establecer la conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio se refiere a establecer una conexión cruzada, correspondiente al primer trayecto de protección, entre un recurso de trayecto de protección en un enlace del nodo al nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección en un enlace del nodo al nodo vecino descendente del nodo.

Se ha de comprender que puede haber uno o más recursos de trayecto de protección en un enlace entre nodos, y puede haber una o más conexiones cruzadas en un nodo, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, que exista un recurso de trayecto de protección en el enlace entre los nodos se describe en esta realización de la presente invención.

5 En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio; el nodo intermedio ha establecido una conexión  
10 cruzada de un primer trayecto de protección en el nodo intermedio. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. Después de descubrir, a partir de un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio envía un mensaje de indicación que indica que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible al  
15 nodo vecino ascendente del nodo intermedio. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

Opcionalmente, como una realización, en la etapa 202, cuando el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada de un segundo trayecto de protección en el nodo intermedio y una prioridad del primer trayecto de  
20 protección es más alta que una prioridad del segundo trayecto de protección, es decir, el nodo intermedio determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible para el primer trayecto de protección, y el nodo intermedio determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio es un recurso de conexión compartido del primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección. Por lo tanto, la conexión cruzada que es del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio y que ha sido establecida mediante el  
25 nodo intermedio también puede ser utilizada por el primer trayecto de protección, y el nodo intermedio no necesita eliminar la conexión cruzada que se ha establecido actualmente. El segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo y al menos un nodo intermedio, y el recurso de conexión compartido indica que los recursos de trayecto de protección de enlaces entre el nodo intermedio y dos nodos vecinos son iguales en el primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección. El nodo intermedio en el primer  
30 trayecto de protección también es un nodo en el segundo trayecto de protección. Se ha de entender que el nodo en el segundo trayecto de protección puede ser un nodo intermedio en el segundo trayecto de protección o un nodo de extremo en el segundo trayecto de protección, lo cual no está limitado en la presente invención.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto de protección con una prioridad más alta prioriza un recurso de trayecto de protección que se comparte con un trayecto de protección con una prioridad más baja, un  
35 nodo intermedio utilizado como un recurso de conexión compartido no necesita configurar una conexión cruzada repetidamente, reduciendo así la complejidad de una operación en el nodo, reduciendo incluso más el tiempo de conmutación de protección, y mejorando la eficiencia. Después de descubrir que un recurso de trayecto de protección de un nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio envía, a un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, un mensaje de indicación que indica que un recurso de trayecto de  
40 protección del nodo intermedio está disponible, para evitar una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

Opcionalmente, como otra realización, en la etapa 102, el nodo intermedio puede determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, si el recurso de trayecto de protección está disponible, donde la información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de  
45 al menos un trayecto de protección, una prioridad del al menos un trayecto de protección, información (por ejemplo, un recurso de trayecto de protección y un estado de ocupación del recurso de trayecto de protección) sobre un recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección y recursos similares, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección. La información de configuración del nodo intermedio puede estar pre-establecida en un nodo intermedio correspondiente. El nodo intermedio puede modificar la  
50 información de configuración del nodo intermedio. Por ejemplo, un nodo intermedio D recibe un mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por un nodo vecino ascendente (un nodo C o un nodo E) del nodo intermedio D, de un primer trayecto de protección (A-C-D-E-B); cuando el nodo intermedio D ha establecido una conexión cruzada de un segundo trayecto de protección en el nodo intermedio y una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que la prioridad del segundo trayecto de protección, se determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible para el primer trayecto de protección y que la conexión cruzada  
55 que es del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio y que ha sido establecida por el nodo intermedio D también puede ser utilizada por el primer trayecto de protección, y el nodo intermedio D puede modificar un estado de ocupación del recurso de trayecto de protección a ocupado mediante el primer trayecto de protección.

Para información de configuración de un nodo, se puede hacer referencia a la realización de la Figura 1, y no se vuelven a describir detalles en la presente memoria para evitar repeticiones.  
60

Opcionalmente, como otra realización, el nodo intermedio puede enviar un mensaje (por ejemplo, un primer mensaje de indicación o un mensaje de petición de conmutación de protección) utilizando un octeto de tara en una red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para utilizar en una norma. Para ejemplos específicos, se puede hacer referencia a la realización de la Figura 1, y no se vuelven a describir detalles en la presente memoria para evitar repeticiones.

La Fig. 3 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según otra realización de la presente invención. El método de la Figura 3 se ejecuta mediante un primer nodo de extremo. Asimismo, el método corresponde a los métodos de la Figura 1 y la Figura 2 y, por lo tanto, la descripción que es la misma que la de las realizaciones de la Figura 1 y la Figura 2 se omite de manera apropiada.

301. Un primer nodo de extremo envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye el primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio.

302. El primer nodo de extremo recibe un mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo según la información sobre el primer trayecto de protección.

303. El primer nodo de extremo descubre, según el mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible, y establece una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo.

En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser uno de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como una dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo se describe de una manera relativa.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, el primer nodo de extremo inicia un proceso de conmutación de protección, envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo y, después de recibir un primer mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo y de descubrir que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible, establece una conexión cruzada. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en el proceso de conmutación de protección.

Opcionalmente, como una realización, en la etapa 301, el primer nodo de extremo puede enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del primer nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para utilizar en una norma o lugar similar. Como una forma de implementación específica, se puede hacer referencia a los ejemplos anteriores, y los detalles no se vuelven a describir nuevamente en la presente memoria.

Opcionalmente, como otra realización, el primer nodo de extremo puede pre-establecer información de configuración del primer nodo de extremo. La información de configuración del primer nodo de extremo puede incluir información, tal y como información sobre un recurso de trayecto de protección entre el primer nodo de extremo y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, y una prioridad del primer trayecto de protección.

Definitivamente, el primer nodo de extremo puede también ser un nodo en otro trayecto de protección. Por ejemplo, el primer nodo de extremo es un nodo intermedio en un trayecto de protección (que no es el primer trayecto de protección), y cuando el primer nodo de extremo recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del trayecto de protección, de manera similar, se puede ejecutar una etapa con un nodo intermedio involucrado en el método de la Figura 1 o la Figura 2, y los detalles no se vuelven a describir nuevamente en la presente memoria.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo de un método de conmutación de protección según incluso otra realización de la presente invención. El método de la Figura 4 se ejecuta mediante un segundo nodo de extremo. Asimismo, el método corresponde a los métodos de la Figura 1 a la Figura 3 y, por lo tanto, la descripción que es la misma que la de las realizaciones de la Figura 1 a la Figura 3 se omite de manera apropiada.

401. Un segundo nodo de extremo recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo

de extremo, el segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio.

5 402. Cuando determina, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, el segundo nodo de extremo envía un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y establece una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el segundo nodo de extremo, donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible.

10 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser uno de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como una dirección de referencia en la presente invención, es decir, un nodo vecino descendente del primer  
15 nodo de extremo se describe de una manera relativa.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, el segundo nodo de extremo recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, envía un mensaje  
20 de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, de forma tal que el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo descubra, a partir del mensaje de indicación, que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

25 Opcionalmente, en una forma implementación, si el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo ha establecido una conexión cruzada del primer trayecto de protección, el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo envía un mensaje de indicación que indica que el recurso de trayecto de protección está disponible a un nodo vecino ascendente del nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo después de descubrir que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible. Para una forma de implementación  
30 del nodo vecino ascendente (un nodo intermedio) del segundo nodo de extremo, se puede hacer referencia a la realización de la Figura 2. En otra forma de implementación, si un recurso de trayecto de protección del nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo está inactivo, el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo establece una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo después de descubrir que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está  
35 disponible. Para una forma de implementación del nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, se puede hacer referencia a la realización de la Figura 1.

Opcionalmente, como una realización, en la etapa 402, el segundo nodo de extremo puede enviar el mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de  
40 APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para utilizar en una norma o lugar similar. Como una forma de implementación específica, se puede hacer referencia a los ejemplos anteriores, y los detalles no se vuelven a describir nuevamente en la presente memoria.

Opcionalmente, como otra realización, el segundo nodo de extremo puede pre-establecer información de configuración del segundo nodo de extremo. La información de configuración del segundo nodo de extremo puede  
45 incluir información, tal y como información sobre un recurso de trayecto de protección entre el segundo nodo de extremo y el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y una prioridad del primer trayecto de protección.

Definitivamente, el segundo nodo de extremo también puede ser un nodo en otro trayecto de protección. Por ejemplo, si el segundo nodo de extremo es un nodo intermedio en un trayecto de protección (que no es el primer trayecto de protección), cuando el segundo nodo de extremo recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del trayecto de protección, de manera similar, se puede ejecutar una etapa con un nodo intermedio involucrado en el método en la Figura 1 o la Figura 2; si el segundo nodo de extremo es un primer nodo de extremo de un trayecto de protección (que no es el primer trayecto de protección), de manera similar, se puede ejecutar una etapa con un primer nodo de extremo involucrado en el método de la Figura 3, y los detalles no se vuelven a  
50 describir nuevamente en la presente memoria.

En lo sucesivo se ofrece una descripción más detallada de las realizaciones de la presente invención con referencia a ejemplos de la Figura 5 a la Figura 7A y la Figura 7B. Para facilitar la descripción, en las realizaciones de la Figura 5 a la Figura 7A y la Figura 7B, dos trayectos de protección, a saber, un trayecto de protección (A-C-D-E-B) de un servicio 1 y un trayecto de protección (F-C-D-E-G) de un servicio 2 se utilizan como un ejemplo para descripción;

que exista un recurso de trayecto de protección en un enlace se utiliza como ejemplo. Se ha de comprender que las realizaciones de la presente invención no están limitadas a ello.

5 Los recursos de conexión compartidos de un trayecto en funcionamiento W1 del servicio 1, un trayecto en funcionamiento W2 del servicio 2, el trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2 son un nodo intermedio D y recursos de trayecto de protección en enlaces compartidos C-D y D-E. Se ha de comprender que las realizaciones de la presente invención no están limitadas a ello, y puede haber más trayectos de protección. Asimismo, se ha de comprender que el número de nodos intermedios en cada trayecto de protección no está limitado en las realizaciones de la presente invención, y puede haber más o menos nodos intermedios.

10 La Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de un proceso de un método de conmutación de protección según una realización de la presente invención. En un escenario de la Figura 5, el trayecto en funcionamiento W1 es normal, el trayecto en funcionamiento W2 encuentra un fallo, y un nodo de extremo F (el primer nodo de extremo anterior) inicia un proceso de conmutación de protección. Se ha de entender que esta realización de la presente invención no está limitada a ello, y que un nodo de extremo G también puede iniciar un proceso de conmutación de protección.

15 Cuando se descubre que el trayecto en funcionamiento W2 encuentra un fallo, el nodo de extremo F envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, un nodo intermedio C, del nodo de extremo F, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información acerca del trayecto de protección F-C-D-E-G, por ejemplo, un identificador del tipo de servicio, es decir, servicio 2. Después de recibir la petición de conmutación de protección enviada por el nodo de extremo F, el nodo intermedio C determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G y la información de configuración del nodo intermedio C, si un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible. Por ejemplo, la información de configuración del nodo intermedio C se puede representar a modo de ejemplo (en forma de tabla) de la siguiente manera:

Tabla 3 Información de configuración del nodo intermedio C

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	A-C, C-D	2	Inactivo
Servicio 2	F-C, C-D	1	Inactivo

25

Tabla 4 Información de configuración del nodo intermedio C

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	A-C, C-D	2	Ocupado por el servicio 2
Servicio 2	F-C, C-D	1	Ocupado por el servicio 2

30 El nodo intermedio C determina que la conmutación de protección se solicita para un trayecto de protección del servicio 2, y determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo intermedio C a "ocupado por el servicio 2", tal y como se indica en la Tabla 4. El nodo intermedio C envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible a un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo de extremo F, del nodo intermedio C, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio D, del nodo intermedio C, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, es decir, el nodo de extremo F, del nodo intermedio C que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible.

40 En una dirección ascendente del nodo intermedio C, el nodo de extremo F recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que se envía mediante el nodo intermedio C, y descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible; el nodo de extremo F puede establecer una conexión cruzada (es decir, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde un puerto de lado del cliente al nodo de extremo F y un recurso de trayecto de protección en un enlace F-C) del trayecto de

protección del servicio 2 en el nodo de extremo F. En una dirección descendente del nodo intermedio C, de manera similar, después de recibir el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio C, del nodo intermedio D, el nodo intermedio D determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G y la información de configuración del nodo intermedio D, si un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible. El nodo intermedio D determina, según la información de configuración del nodo intermedio D, que la conmutación de protección se solicita para el trayecto de protección del servicio 2, determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo intermedio D a "ocupado por el servicio 2". El nodo intermedio D envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio C, del nodo intermedio D, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, un nodo intermedio E, del nodo intermedio D, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio C, del nodo intermedio D que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible.

El nodo intermedio C recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que se envía mediante el nodo intermedio D, y descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible; el nodo intermedio C establece una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en un enlace F-C y un recurso de trayecto de protección de un enlace C-D) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo intermedio C. De manera similar, para etapas de conmutación de protección ejecutadas por el nodo intermedio E, se puede hacer referencia a la descripción anterior, y los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

Después de recibir el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo de extremo G, (el segundo nodo de extremo anterior), opcionalmente, el nodo de extremo G (el segundo nodo de extremo anterior) determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G y la información de configuración del nodo de extremo G, si un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible. El nodo de extremo G puede determinar, según la información de configuración del nodo de extremo G, que la conmutación de protección se solicita para el trayecto de protección del servicio 2, determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo de extremo G a "ocupado por el servicio 2". El nodo de extremo G envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo de extremo G, de forma tal que el nodo intermedio E establezca una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en un enlace D-E y un recurso de trayecto de protección de un enlace E-G) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo intermedio E cuando descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible. Mientras tanto, el nodo de extremo G también establece una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en el enlace E-G y un recurso de trayecto de protección en un enlace desde otro puerto de lado del cliente al nodo de extremo G) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo de extremo G.

Opcionalmente, en esta realización de la presente invención, un mensaje (por ejemplo, un mensaje de indicación o un mensaje de petición de conmutación de protección) enviado por cada nodo se puede enviar utilizando un octeto de tara en una red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para utilizar en una norma. Por ejemplo, cuando un nodo necesita enviar un mensaje de petición de conmutación de protección del servicio 2, "0011" o similar puede rellenarse en un octeto de tara de APS de 4 bits correspondiente al servicio 2; cuando el nodo necesita enviar un "mensaje de indicación" del servicio 2, "0100" o similar puede rellenarse en el octeto de tara de APS de 4 bits correspondiente al servicio 2.

Según la solución anterior, cuando un trayecto en funcionamiento entre dos nodos encuentra un fallo, un nodo de extremo (un primer nodo de extremo) inicia un proceso de conmutación de protección, cada nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo está disponible, envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente del nodo, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo, de forma tal que el nodo ascendente y el nodo descendente del nodo pueden realizar simultáneamente un proceso de conmutación de protección. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. El nodo vecino ascendente del nodo establece una conexión cruzada después de descubrir, a partir del mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en el proceso de conmutación de protección.

La Figura 6 es un diagrama de flujo esquemático de un proceso de un método de conmutación de protección según otra realización de la presente invención. Los detalles sobre etapas iguales o similares a aquellas de la Figura 5 no se vuelven a describir en la presente memoria para evitar repeticiones. En un escenario de la Figura 6, el trayecto en

funcionamiento W1 encuentra un fallo, y los nodos A, C, D, E y B han establecido conexiones cruzadas del trayecto de protección del servicio 1, es decir, los recursos de trayecto de protección en los enlaces compartidos C-D y D-E en el trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2 están ocupados. Cuando el trayecto en funcionamiento W2 encuentra un fallo, un nodo de extremo F (el primer nodo de extremo anterior) inicia un proceso de conmutación de protección. Se ha de entender que esta realización de la presente invención no está limitada a ello, y que un nodo de extremo G también puede iniciar un proceso de conmutación de protección.

Cuando descubre que el trayecto en funcionamiento W2 encuentra un fallo, el nodo de extremo F envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio C, del nodo de extremo F, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G, por ejemplo, un identificador del tipo de servicio, a saber, servicio 2. Después de recibir la petición de conmutación de protección enviada por el nodo de extremo F, el nodo intermedio C determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G y la información de configuración del nodo intermedio C, si un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible. Por ejemplo, la información de configuración del nodo intermedio C se puede representar a modo de ejemplo (en forma de tabla) de la siguiente manera:

Tabla 5 Información de configuración del nodo intermedio C

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	A-C, C-D	2	Ocupado por el servicio 1
Servicio 2	F-C, C-D	1	Ocupado por el servicio 1

Tabla 6 Información de configuración del nodo intermedio C

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	A-C, C-D	2	Ocupado por el servicio 2
Servicio 2	F-C, C-D	1	Ocupado por el servicio 2

El nodo intermedio C determina que la conmutación de protección se solicita para el trayecto de protección del servicio 2, determina que un estado de ocupación de recursos es "ocupado por el servicio 1", y, además, compara prioridades del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2. Un nivel de prioridad "1" del servicio 2 es más alto que un nivel de prioridad "2" del servicio 1, es decir, para el trayecto de protección del servicio 2, el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible, y el estado de ocupación de recursos "ocupado por el servicio 1" en la información de configuración del nodo intermedio C se cambia a "ocupado por el servicio 2", tal y como se indica en la Tabla 6. El nodo intermedio C elimina una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección de un enlace A-C y un recurso de trayecto de protección del enlace C-D) del trayecto de protección del servicio 1 en el nodo intermedio C. El nodo intermedio C envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible a un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo de extremo F, del nodo intermedio C, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio D, del nodo intermedio C, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo de extremo F, del nodo intermedio C, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible. Opcionalmente, el nodo intermedio C puede enviar un mensaje que indica que el recurso se prioriza al nodo de extremo A o al nodo de extremo B.

En una dirección ascendente del nodo intermedio C, el nodo de extremo F recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que se envía mediante el nodo intermedio C, y descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible; el nodo de extremo F puede establecer una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde un puerto de lado del cliente al nodo de extremo F y un recurso de trayecto de protección de un enlace F-C) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo de extremo F. En una dirección descendente del nodo intermedio C, después de recibir el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente, a saber el nodo intermedio C, del nodo intermedio D, el nodo intermedio D determina, según la información sobre el trayecto de

protección F-C-D-E-G y la información de configuración del nodo intermedio D, si un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible. Por ejemplo, la información de configuración del nodo intermedio D se puede representar a modo de ejemplo (en forma de tabla) de la siguiente manera:

Tabla 7 Información de configuración del nodo intermedio D

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	C-D, D-E	2	Ocupado por el servicio 1
Servicio 2	C-D, D-E	1	Ocupado por el servicio 1

5

Tabla 8 Información de configuración del nodo intermedio D

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	C-D, D-E	2	Ocupado por el servicio 2
Servicio 2	C-D, D-E	1	Ocupado por el servicio 2

El nodo intermedio D determina que la conmutación de protección se solicita para el trayecto de protección del servicio 2, determina que un estado de ocupación de recursos es "ocupado por el servicio 1", y, además, compara las prioridades del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2. El nivel de prioridad "1" del servicio 2 es más alto que el nivel de prioridad "2" del servicio 1, es decir, para el trayecto de protección del servicio 2, el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible, y el estado de ocupación de recursos "ocupado por el servicio 1" en la información de configuración del nodo intermedio D se cambia a "ocupado por el servicio 2", tal y como se indica en la Tabla 8. Opcionalmente, el nodo intermedio D puede eliminar una conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 1 en el nodo intermedio D; o el nodo intermedio D determina que los recursos de trayecto de protección (los recursos de trayecto de protección de los enlaces C-D y D-E), en el nodo intermedio D, del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2 son los mismos, es decir, el nodo intermedio D es un recurso de conexión compartido del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2, y el nodo intermedio D puede retener la conexión cruzada actual en el nodo intermedio D.

Opcionalmente, en un caso en el cual el nodo intermedio D ha eliminado la conexión cruzada en el nodo intermedio D, el nodo intermedio D envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente, es decir, el nodo intermedio C, del nodo intermedio D, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo intermedio D, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, a saber, al nodo intermedio C, del nodo intermedio D que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible. En un caso en el cual el nodo intermedio D retiene la conexión cruzada actual en el nodo intermedio D, el nodo intermedio D primero envía el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente E del nodo intermedio D, y envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio C, del nodo intermedio D después de recibir un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que se envía mediante el nodo intermedio E.

El nodo intermedio C recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que lo envía el nodo intermedio D y descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible, y el nodo intermedio C establece una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección del enlace F-C y un recurso de trayecto de protección del enlace C-D) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo intermedio C.

De manera similar, para las etapas de conmutación de protección ejecutadas por el nodo intermedio E, se puede hacer referencia a la descripción anterior, y los detalles no se describen adicionalmente en la presente para evitar repeticiones. El nodo intermedio E recibe el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por el nodo intermedio D. Puesto que una prioridad del servicio 2 es más alta que una prioridad del servicio 1, el nodo intermedio E elimina una conexión cruzada que es del trayecto de protección del servicio 1 y que se ha establecido en el nodo intermedio E. El nodo intermedio E envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible a un

nodo vecino ascendente, a saber el nodo intermedio D, del nodo intermedio E, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo de extremo G (el segundo nodo de extremo anterior), del nodo intermedio E, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio D, del nodo intermedio E que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible.

En una dirección ascendente del nodo intermedio E, el nodo intermedio D recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que se envía mediante el nodo intermedio E, y descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible. Opcionalmente, el nodo intermedio D puede establecer una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección del enlace C-D y un recurso de trayecto de protección del enlace D-E) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo intermedio D. En una dirección descendente del nodo intermedio E, después de recibir el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo de extremo G, opcionalmente, el nodo de extremo G determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G e información de configuración de un nodo intermedio G, si un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible. Opcionalmente, el nodo de extremo G puede determinar, según la información de configuración del nodo de extremo G, que se solicita la conmutación de protección para el trayecto de protección del servicio 2, determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo de extremo G a "ocupado por el servicio 2". El nodo de extremo G envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo de extremo G, de forma tal que el nodo intermedio E establece una conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo intermedio E cuando descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible. Mientras tanto, el nodo de extremo G también establece una conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo de extremo G.

Opcionalmente, en esta realización de la presente invención, un mensaje (por ejemplo, un mensaje de indicación o un mensaje de petición de conmutación de protección) enviado por cada nodo se puede enviar utilizando un octeto de tara en una red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para ser utilizado en una norma.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto de protección con una prioridad más alta prioriza un recurso de trayecto de protección que está compartido con un trayecto de protección con una prioridad más baja, un primer nodo de extremo en el trayecto de protección con la prioridad más alta inicia un proceso de conmutación de protección; cada nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo, y cuando se determina que un recurso de trayecto de protección del nodo está disponible y, en un caso en el que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente del nodo y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo, de forma tal que el nodo ascendente y el nodo descendente del nodo pueden realizar simultáneamente un proceso de conmutación de protección. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. El nodo vecino ascendente del nodo establece una conexión cruzada después de descubrir, a partir del mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en el proceso de conmutación de protección.

Además, un nodo intermedio utilizado como un recurso de conexión compartido puede retener una conexión cruzada que se ha establecido actualmente, y no necesita configurar una conexión cruzada repetidamente, reduciendo así la complejidad de una operación en el nodo, reduciendo aún más el tiempo de protección de conmutación, y mejorando la eficiencia.

La Figura 7A y la Figura 7B son diagramas de flujo esquemáticos de un proceso de un método de conmutación de protección según incluso otra realización de la presente invención. Los detalles acerca de las etapas iguales o similares a aquellas en la Figura 5 y la Figura 6 no se vuelven a describir en la presente memoria para evitar repeticiones. En un escenario de la Figura 7A y la Figura 7B, tanto el trayecto en funcionamiento W1 como el trayecto en funcionamiento W2 encuentran un fallo, los recursos de conexión compartidos del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2 son el nodo intermedio D y los recursos de trayecto de protección en el enlace compartido C-D y D-E, y cada nodo intermedio no ha establecido una conexión cruzada, es decir, en un caso en el que el recurso de protección está inactivo. Tanto un nodo de extremo B como un nodo de extremo F (el primer nodo de extremo anterior) inician un proceso de conmutación de protección, y ocurre un caso en el cual el nodo de extremo B y el nodo de extremo F simultáneamente intentan priorizar un recurso de trayecto de protección. Se ha de comprender que en esta realización de la presente invención, también se puede iniciar un proceso de conmutación de protección por medio del nodo de extremo B y un nodo de extremo G, o también se

puede iniciar un proceso de conmutación de protección por medio del nodo de extremo G y un nodo de extremo A, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención.

5 Cuando se descubre que el trayecto en funcionamiento W1 encuentra un fallo, el nodo de extremo B envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, un nodo intermedio E, del nodo de extremo B, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información acerca del trayecto de protección A-C-D-E-B, por ejemplo, un identificador del tipo de servicio, a saber, servicio 1. Después de recibir la petición de conmutación de protección enviada por el nodo de extremo B, el nodo intermedio E determina, según la información sobre el trayecto de protección A-C-D-E-B y la información de configuración del nodo intermedio E, si un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible. Por ejemplo, la información de configuración del nodo intermedio E se puede representar a modo de ejemplo (en forma de tabla) de la siguiente manera:

Tabla 9 Información de configuración del nodo intermedio E

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	D-E, E-B	2	Inactivo
Servicio 2	D-E, E-G	1	Inactivo

Tabla 10 Información de configuración del nodo intermedio E

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	D-E, E-B	2	Ocupado por el servicio 1
Servicio 2	D-E, E-G	1	Ocupado por el servicio 1

15 El nodo intermedio E determina que se solicita la conmutación de protección para el trayecto de protección del servicio 1, determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo intermedio E a "ocupado por el servicio 1", tal y como se indica en la Tabla 10. El nodo intermedio E envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible a un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo de extremo B, del nodo intermedio E, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio D, del nodo intermedio E, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo de extremo B, del nodo intermedio E que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible. El nodo de extremo B recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que lo envía el nodo intermedio E y descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible, y el nodo de extremo B puede establecer una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde un puerto de lado del cliente hacia el nodo de extremo B y un recurso de trayecto de protección de un enlace B-E) del trayecto de protección del servicio 1 en el nodo de extremo B.

De manera similar, cuando descubre que el trayecto en funcionamiento W2 encuentra un fallo, el nodo de extremo F envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, un nodo intermedio C, del nodo de extremo F, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información acerca del trayecto de protección F-C-D-E-G, por ejemplo, un identificador del tipo de servicio, es decir, servicio 2trayecto. Después de recibir la petición de conmutación de protección enviada por el nodo de extremo F, el nodo intermedio C determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G y la información de configuración (tal y como se indica en la Tabla 3) del nodo intermedio C, si un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible. El nodo intermedio C determina que se solicita la conmutación de protección para el trayecto de protección del servicio 2, determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo intermedio C a "ocupado por el servicio 2", tal y como se indica en la Tabla 4. El nodo intermedio C envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible a un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo de extremo F, del nodo intermedio C, y envía el

mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio D, del nodo intermedio C, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo de extremo F, del nodo intermedio C que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible. El nodo de extremo F recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible y que lo envía el nodo intermedio C y descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio C está disponible, y el nodo de extremo F puede establecer una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde un puerto de lado del cliente hacia el nodo de extremo F y un recurso de trayecto de protección de un enlace F-C) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo de extremo F.

5  
10  
15 A modo de ejemplo, cuando el nodo intermedio D recibe primero el mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por el nodo intermedio E, del trayecto de protección del servicio 1, el nodo intermedio D determina, según la información sobre el trayecto de protección A-C-D-E-B y la información de configuración del nodo intermedio D, si un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible. Por ejemplo, la información de configuración del nodo intermedio D se puede representar a modo de ejemplo (en forma de tabla) de la siguiente manera:

Tabla 11 Información de configuración del nodo intermedio D

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	C-D, D-E	2	Inactivo
Servicio 2	C-D, D-E	1	Inactivo

Tabla 12 Información de configuración del nodo intermedio D

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	C-D, D-E	2	Ocupado por el servicio 1
Servicio 2	C-D, D-E	1	Ocupado por el servicio 1

20 Tabla 13 Información de configuración del nodo intermedio D

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	C-D, D-E	2	Ocupado por el servicio 2
Servicio 2	C-D, D-E	1	Ocupado por el servicio 2

25 El nodo intermedio D determina, según la información de configuración del nodo intermedio D, que la conmutación de protección se solicita para el trayecto de protección del servicio 1, determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo intermedio D a "ocupado por el servicio 1". El nodo intermedio D envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible a un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo intermedio D, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección del trayecto de protección del servicio 1 a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio C, del nodo intermedio D, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo intermedio D que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible. Cuando el nodo intermedio D también recibe un mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por el nodo intermedio C, del trayecto de protección del servicio 2, el nodo intermedio D determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G y la información de configuración (tal y como se indica en la Tabla 12) del nodo intermedio

D, si el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible. Específicamente, el nodo intermedio D determina que la conmutación de protección se solicita para el trayecto de protección del servicio 2, determina que el estado de ocupación de recursos es "ocupado por el servicio 1", y, además, compara prioridades del trayecto de protección del servicio 1 y el trayecto de protección del servicio 2. Un nivel de prioridad "1" del servicio 2 es más alto que un nivel de prioridad "2" del servicio 1, es decir, para el trayecto de protección del servicio 2, el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible, y el estado de ocupación de recursos "ocupado por el servicio 1" en la información de configuración del nodo intermedio D se cambia a "ocupado por el servicio 2", tal y como se indica en la Tabla 13. En este caso, el nodo intermedio D no ha establecido una conexión cruzada. El nodo intermedio D envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible a un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio C, del nodo intermedio D, donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo intermedio C que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio D está disponible, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección del trayecto de protección del servicio 2 a un nodo vecino descendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo intermedio D. Opcionalmente, el nodo intermedio D puede además enviar un mensaje de indicación del servicio 1 que indica que el recurso no está disponible al nodo intermedio E.

Cuando el nodo intermedio C recibe el mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por el nodo intermedio D, del trayecto de protección del servicio 1, debido a que una prioridad del servicio 1 es más baja que una prioridad del servicio 2, el nodo intermedio C puede no devolver ningún mensaje al nodo intermedio D, o puede devolver un mensaje de respuesta que indica que el recurso no está disponible (para el servicio 1) al nodo intermedio D. El nodo intermedio C recibe el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible (para el servicio 2) y que lo envía el nodo intermedio D, y establece una conexión cruzada (a saber, una conexión cruzada entre un recurso de trayecto de protección en el enlace F-C y un recurso de trayecto de protección del enlace C-D) del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo intermedio C.

En el nodo intermedio E, cuando el nodo intermedio E recibe el mensaje de petición de conmutación de protección, enviado por el nodo intermedio D, del trayecto de protección del servicio 2, el nodo intermedio E determina, según la información de configuración (tal y como se indica en la Tabla 10) del nodo intermedio E, que se solicita la conmutación de protección para el trayecto de protección del servicio 2, determina que el estado de ocupación de recursos es "ocupado por el servicio 1", y además compara las prioridades del trayecto de protección del servicio 1 y del trayecto de protección del servicio 2. El nivel de prioridad "1" del servicio 2 es más alto que el nivel de prioridad "2" del servicio 1, es decir, para el trayecto de protección del servicio 2, el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible, y el estado de ocupación de recursos "ocupado por el servicio 1" en la información de configuración del nodo intermedio E se cambia a "ocupado por el servicio 2", tal y como se indica en la Tabla 14.

Tabla 14 Información de configuración del nodo intermedio E

Identificador de trayecto de protección	Recurso de trayecto de protección	Prioridad	Estado de ocupación de recursos
Servicio 1	D-E, E-B	2	Ocupado por el servicio 2
Servicio 2	D-E, E-G	1	Ocupado por el servicio 2

Si el nodo intermedio E ha establecido una conexión cruzada (entre el enlace D-E y un enlace E-B) ocupada por el trayecto de protección del servicio 1, el nodo intermedio E elimina la conexión cruzada actual. Opcionalmente, el nodo intermedio E puede enviar el mensaje del servicio 1 que indica que el recurso no está disponible al nodo de extremo B, de forma tal que el nodo de extremo B elimina la conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 1 en el nodo de extremo B. El nodo intermedio E envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible (para el servicio 2) al nodo intermedio D, y envía el mensaje de petición de conmutación de protección del trayecto de protección del servicio 2 al nodo de extremo G (el segundo nodo de extremo anterior), donde el mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible se utiliza para informar al nodo intermedio D que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio E está disponible.

Después de recibir el mensaje de petición de conmutación de protección que es del trayecto de protección del servicio 2 y que lo envía un nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo de extremo G, opcionalmente, el nodo de extremo G determina, según la información sobre el trayecto de protección F-C-D-E-G y la información de configuración de un nodo intermedio G, si un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible. Opcionalmente, el nodo de extremo G puede determinar, según la información de configuración del nodo de extremo G, que se solicita la conmutación de protección para el trayecto de protección del servicio 2, determina que un estado de ocupación de recursos está "inactivo", es decir, determina que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible, y cambia el estado de ocupación de recursos "inactivo" en la información de configuración del nodo de extremo G a "ocupado por el servicio 2". El nodo de

extremo G envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible (para el servicio 2) al nodo vecino ascendente, a saber, el nodo intermedio E, del nodo de extremo G, de forma tal que el nodo intermedio E establece una conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo intermedio E cuando descubre que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo G está disponible. Mientras tanto, el nodo de extremo G también establece una conexión cruzada del trayecto de protección del servicio 2 en el nodo de extremo G.

Se ha de comprender que una secuencia de tiempo de procesos de conmutación de protección iniciada por el nodo de extremo B y el nodo de extremo F no está limitada en esta realización de la presente invención. Cuando múltiples trayectos priorizan un recurso de trayecto de protección compartido al mismo tiempo, las operaciones en cada nodo se relacionan con una secuencia de procesos de conmutación de protección iniciada en los trayectos. La realización de la Figura 7A y la Figura 7B son simplemente ejemplos y no se intenta con ellos limitar el alcance de la presente invención. Asimismo, se ha de señalar que la conexión cruzada establecida puede ser bi-direccional o uni-direccional, lo cual tampoco está limitado en esta realización de la presente invención.

En esta realización de la presente invención, múltiples trayectos de protección priorizan un recurso de trayecto de protección compartido al mismo tiempo, un primer nodo de extremo inicia un proceso de conmutación de protección; cada nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo, y cuando se determina que un recurso de trayecto de protección del nodo está disponible y, en un caso en el que una conexión cruzada de cualquier trayecto no está establecida en el nodo, envía un mensaje de indicación que indica que el recurso está disponible al nodo vecino ascendente del nodo y envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo, de forma tal que el nodo ascendente y el nodo descendente del nodo pueden realizar simultáneamente un proceso de conmutación de protección. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. El nodo vecino ascendente del nodo establece una conexión cruzada después de descubrir, a partir del mensaje de indicación, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en el proceso de conmutación de protección.

Además, un nodo intermedio utilizado como un recurso de conexión compartido no necesita configurar una conexión cruzada repetidamente, reduciendo así la complejidad de una operación en el nodo, reduciendo aún más el tiempo de conmutación de protección, y mejorando la eficiencia.

La Figura 8 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según una realización de la presente invención. Un nodo intermedio 800 en la Figura 8 incluye un módulo de recepción 801, un módulo de determinación 802, y un módulo de envío 803.

El módulo de recepción 801 está configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio.

El módulo de determinación 802 está configurado para determinar, según la información, que es del primer trayecto de protección y que se recibe por el módulo de recepción 801, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo.

El módulo de envío 803 está configurado para: cuando el módulo intermedio 802 determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, y enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible.

El módulo de recepción 801 está además configurado para recibir un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por el módulo de envío 803.

El módulo de determinación 802 está además configurado para descubrir, según el segundo mensaje de indicación recibido por el módulo de recepción 801, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio.

En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser cualquiera de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como una dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo intermedio, el nodo

vecino ascendente del nodo intermedio, y el nodo vecino descendente del nodo intermedio se describen de una manera relativa.

Los recursos de trayecto de protección de un nodo se refieren a un recurso de trayecto de protección, de un trayecto de protección correspondiente, en un enlace desde el nodo a un nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección, del trayecto de protección correspondiente, en un enlace desde el nodo a un nodo vecino descendente del nodo. Establecer la conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio se refiere a establecer una conexión cruzada, correspondiente al primer trayecto de protección, entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino descendente del nodo.

Se ha de comprender que puede haber uno o más recursos de trayecto de protección en un enlace entre nodos, y que puede haber una o más conexiones cruzadas en un nodo, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, que exista un recurso de trayecto de protección en el enlace entre los nodos se describe en esta realización de la presente invención.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio y envía un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente, de forma tal que los nodos vecinos ascendente y descendente del nodo intermedio pueden llevar a cabo de forma simultánea un proceso de conmutación de protección. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. El nodo intermedio establece una conexión cruzada de un primer trayecto de protección después de descubrir, a partir de un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

El nodo intermedio 800 puede implementar las operaciones relacionadas con el nodo intermedio en las realizaciones de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

Opcionalmente, como una realización, el módulo de determinación 802 está configurado, específicamente, para: cuando el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; o configurado, específicamente, para: cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde el segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, y el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio o el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección. Asimismo, cuando la prioridad del primer trayecto de protección es más alta que la prioridad del segundo trayecto de protección y el nodo intermedio ha establecido la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, el módulo de determinación 802 puede además estar configurado para eliminar la conexión cruzada actual del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio de forma tal que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo.

Opcionalmente, un nivel de prioridad de un trayecto de protección puede determinarse según un tipo de servicio, por ejemplo, una prioridad de datos de servicio que precisa ser transmitida en el primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de datos de servicio que precisa ser transmitida en el segundo trayecto de protección; o un nivel de prioridad de un trayecto de protección puede determinarse según un tipo de fallo (por ejemplo, SF o SD) de un trayecto en funcionamiento, por ejemplo, una prioridad de un tipo de fallo de un trayecto en funcionamiento correspondiente al primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un tipo de fallo de un trayecto en funcionamiento correspondiente al segundo trayecto de protección y prioridades similares.

El segundo trayecto de protección incluye el tercer nodo de extremo, el cuarto nodo de extremo, y el al menos un nodo intermedio, y el nodo intermedio en el primer trayecto de protección también puede ser un nodo en el segundo trayecto de protección. Se ha de entender que el nodo en el segundo trayecto de protección puede ser un nodo intermedio en el segundo trayecto de protección o un nodo de extremo en el segundo trayecto de protección, lo cual no está limitado en la presente invención.

Opcionalmente, como otra realización, el módulo de determinación 802 puede estar específicamente configurado para determinar, según la información acerca del primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible. La información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad de al menos un trayecto de protección, e información acerca de un recurso de trayecto de protección del al menos un

trayecto de protección, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección. La información de configuración del nodo intermedio puede estar pre-establecida en un nodo intermedio correspondiente. Asimismo, el módulo de determinación 802 puede además estar configurado para cambiar la información de configuración del nodo intermedio.

- 5 Opcionalmente, como otra realización, el módulo de envío 803 puede estar configurado, de forma específica, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en una red óptica, y para enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente utilizando un octeto de tara en la red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para ser utilizado en una norma.

La Figura 9 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según otra realización de la presente invención. Un nodo intermedio 900 en la Figura 9 incluye un módulo de recepción 901, un módulo de determinación 902, y un módulo de envío 903.

- 15 El módulo de recepción 901 está configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio.

- 20 El módulo de determinación 902 está configurado para determinar, según la información que es del primer trayecto de protección y que se recibe mediante el módulo de recepción 901, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible.

- 25 El módulo de envío 903 está configurado para: cuando el módulo de determinación 902 determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio.

El módulo de recepción 901 está además configurado para recibir un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por el módulo de envío 903.

- 30 El módulo de determinación 902 está además configurado para descubrir, según el segundo mensaje de indicación recibido por el módulo de recepción 901, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.

- 35 El módulo de envío 903 está además configurado para enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.

- 40 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser cualquiera de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como una dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo intermedio, el nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y el nodo vecino descendente del nodo intermedio se describen de una manera relativa.

- 45 Los recursos de trayecto de protección de un nodo se refieren a un recurso de trayecto de protección, de un trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección, del trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino descendente del nodo. Establecer la conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio se refiere a establecer una conexión cruzada, correspondiente al primer trayecto de protección, entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino descendente del nodo.

Se ha de comprender que puede haber uno o más recursos de trayecto de protección en un enlace entre nodos, y puede haber una o más conexiones cruzadas en un nodo, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, que exista un recurso de trayecto de protección en el enlace entre los nodos se describe en esta realización de la presente invención.

- 55 En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de

conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio; el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada de un primer trayecto de protección en el nodo intermedio. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. Después de descubrir, a partir de un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio envía un mensaje de indicación que indica que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible al nodo vecino ascendente del nodo intermedio. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

El nodo intermedio 900 puede implementar las operaciones relacionadas con el nodo intermedio en las realizaciones de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

Opcionalmente, como una realización, el módulo de determinación 902 puede estar configurado, específicamente, para: cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, y el nodo intermedio es un recurso de conexión compartido del primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección. El segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo y al menos un nodo intermedio, y el recurso de conexión compartido indica que los recursos de trayecto de protección de enlaces entre el nodo intermedio y dos nodos vecinos son iguales en el primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección. El nodo intermedio en el primer trayecto de protección también es un nodo en el segundo trayecto de protección. Se ha de entender que el nodo en el segundo trayecto de protección puede ser un nodo intermedio en el segundo trayecto de protección o un nodo de extremo en el segundo trayecto de protección, lo cual no está limitado en la presente invención.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto de protección con una prioridad más alta prioriza un recurso de trayecto de protección que se comparte con un trayecto de protección con una prioridad más baja, un nodo intermedio utilizado como un recurso de conexión compartido no necesita configurar una conexión cruzada repetidamente, reduciendo así la complejidad de una operación en el nodo, reduciendo incluso más el tiempo de conmutación de protección, y mejorando la eficiencia. Después de descubrir que un recurso de trayecto de protección de un nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio envía, a un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, un mensaje de indicación que indica que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, para evitar una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

Opcionalmente, como otra realización, el módulo de determinación 902 puede estar específicamente configurado para determinar, según la información acerca del primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible. La información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad de al menos un trayecto de protección, e información acerca de un recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección. La información de configuración del nodo intermedio puede estar pre-establecida en un nodo intermedio correspondiente. Asimismo, el módulo de determinación 902 puede además estar configurado para cambiar la información de configuración del nodo intermedio.

Opcionalmente, como otra realización, el módulo de envío 903 puede estar configurado, específicamente, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en una red óptica, o para enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente utilizando un octeto de tara en la red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para ser utilizado en una norma.

La Figura 10 es un diagrama de bloque estructural de un primer nodo de extremo según una realización de la presente invención. Un primer nodo de extremo 1000 en la Figura 10 incluye un módulo de envío 1001, un módulo de recepción 1002, y un módulo de establecimiento 1003.

El módulo de envío 1001 está configurado para enviar un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye el primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio.

El módulo de recepción 1002 está configurado para recibir un mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo según la información que es del primer trayecto de petición y que se ha enviado mediante el módulo de envío 1001.

5 El módulo de establecimiento 1003 está configurado para descubrir, según el mensaje de indicación recibido por el módulo de recepción 1002, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo.

10 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser cualquiera de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo se describe de una manera relativa.

15 En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, el primer nodo de extremo inicia un proceso de conmutación de protección, envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo y, después de recibir un primer mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo y de descubrir que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible, establece una conexión cruzada. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en el proceso de conmutación de protección.

20 El primer nodo de extremo 1000 puede implementar las operaciones relacionadas con el primer nodo de extremo en las realizaciones de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

25 Opcionalmente, como una realización, el módulo de envío 1001 puede estar configurado, específicamente, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del primer nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

30 Opcionalmente, como otra realización, el módulo de establecimiento 1003 puede estar además configurado para pre-establecer información de configuración del primer nodo de extremo. La información de configuración del primer nodo de extremo puede incluir información, tal y como información acerca de un recurso de trayecto de protección entre el primer nodo de extremo y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, y una prioridad del primer trayecto de protección.

35 Definitivamente, el primer nodo de extremo puede también ser un nodo en otro trayecto de protección. Por ejemplo, el primer nodo de extremo es un nodo intermedio en un trayecto de protección (que no es el primer trayecto de protección).

La Figura 11 es un diagrama de bloque estructural de un segundo nodo de extremo según una realización de la presente invención. Un segundo nodo de extremo 1100 en la Figura 11 incluye un módulo de recepción 1101, un módulo de envío 1102, y un módulo de establecimiento 1103.

40 El módulo de recepción 1101 está configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, el segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio.

45 El módulo de envío 1102 está configurado para: cuando se determina, según la información que es del primer trayecto de protección y que fue recibida por el módulo de recepción 1101, que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, enviar un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible.

50 El módulo de establecimiento 1103 está configurado para establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el segundo nodo de extremo.

55 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser cualquiera de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de

protección se utiliza como dirección de referencia en la presente invención, es decir, un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo se describe de una manera relativa.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, el segundo nodo de extremo recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, envía un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, de forma tal que el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo descubra, a partir del mensaje de indicación, que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

El segundo nodo de extremo 1100 puede implementar las etapas relacionadas con el segundo nodo de extremo en los métodos de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

Opcionalmente, como una realización, el módulo de envío 1102 puede estar configurado, específicamente, para enviar el mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

Opcionalmente, como otra realización, el módulo de establecimiento 1103 puede estar además configurado para pre-establecer información de configuración del segundo nodo de extremo. La información de configuración del segundo nodo de extremo puede incluir información, tal y como información acerca de un recurso de trayecto de protección entre el segundo nodo de extremo y el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y una prioridad del primer trayecto de protección.

Las realizaciones de la presente invención además incluyen una realización de aparato para implementar las etapas y métodos en las realizaciones de método anteriores. La Figura 12 muestra una realización de un dispositivo. En esta realización, un dispositivo 1200 incluye un procesador 1201, una memoria 1202, un emisor 1203, y un receptor 1204. El procesador 1201 controla una operación del dispositivo 1200 y el procesador 1201 también es llamado CPU (unidad de procesamiento central, por su sigla en inglés). La memoria 1202 puede incluir una memoria de solo lectura y una memoria de acceso aleatorio, y ofrecer instrucciones y datos para el procesador 1201. Una parte de la memoria 1202 puede incluir además una memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM, por su sigla en inglés). El procesador 1201, la memoria 1202, el emisor 1203, y el receptor 1204 están unidos mediante un sistema de bus 1212, donde el sistema de bus 1210 no solo incluye un bus de datos, sino que también incluye un bus de suministro de energía, un bus de control, y un bus de señal de estado. Sin embargo, para una descripción clara, todos los tipos de buses en la figura se señalan de manera uniforme como el sistema de bus 1210.

Los métodos descritos en las realizaciones anteriores de la presente invención también se pueden aplicar al dispositivo 1200 anterior. El procesador 1201 puede ser un chip de circuito integrado que presenta una capacidad de procesamiento de señal. En el proceso de implementación, las etapas de los métodos anteriores pueden implementarse mediante un circuito lógico integrado de hardware del procesador 1201 o mediante instrucciones en forma de software.

Además, la Figura 13 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según incluso otra realización de la presente invención. Un nodo intermedio 1300 en la Figura 13 incluye un receptor 1301, un procesador 1302, y un emisor 1303.

El receptor 1301 está configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio.

El procesador 1302 está configurado para determinar, según la información que es del primer trayecto de protección y que se recibe mediante el receptor 1301, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo.

El emisor 1303 está configurado para: cuando el procesador 1302 determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, y enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible.

El receptor 1301 está además configurado para recibir un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por el emisor 1303.

5 El procesador 1302 está además configurado para descubrir, según el segundo mensaje de indicación recibido por el receptor 1301, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio.

10 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser cualquiera de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como una dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo intermedio, el nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y el nodo vecino descendente del nodo intermedio se describen de una manera relativa.

15 Los recursos de trayecto de protección de un nodo se refieren a un recurso de trayecto de protección, de un trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección, del trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino descendente del nodo. Establecer la conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio se refiere a establecer una conexión cruzada, correspondiente al primer trayecto de protección, entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino descendente del nodo.

Se ha de comprender que puede haber uno o más recursos de trayecto de protección en un enlace entre nodos, y puede haber una o más conexiones cruzadas en un nodo, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, que exista un recurso de trayecto de protección en el enlace entre los nodos se describe en esta realización de la presente invención.

25 En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio y envía un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente, de forma tal que los nodos vecinos ascendente y descendente del nodo intermedio pueden llevar a cabo de forma simultánea un proceso de conmutación de protección. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. El nodo intermedio establece una conexión cruzada de un primer trayecto de protección después de descubrir, a partir de un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

40 El nodo intermedio 1300 puede implementar las operaciones relacionadas con el nodo intermedio en las realizaciones de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

45 Opcionalmente, como una realización, el procesador 1302 puede estar configurado, específicamente, para: cuando el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; o configurado, específicamente, para: cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, donde el segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, y el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio o el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección. Asimismo, cuando la prioridad del primer trayecto de protección es más alta que la prioridad del segundo trayecto de protección y el nodo intermedio ha establecido la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, el procesador 1302 puede además estar configurado para eliminar la conexión cruzada actual del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio de forma tal que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo.

55 Opcionalmente, un nivel de prioridad de un trayecto de protección puede determinarse según un tipo de servicio, por ejemplo, una prioridad de datos de servicio que precisa ser transmitida en el primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de datos de servicio que precisa ser transmitida en el segundo trayecto de protección; o un nivel de prioridad de un trayecto de protección puede determinarse según un tipo de fallo (por ejemplo, SF o SD) de un trayecto en funcionamiento, por ejemplo, una prioridad de un tipo de fallo de un trayecto en funcionamiento

correspondiente al primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un tipo de fallo de un trayecto en funcionamiento correspondiente al segundo trayecto de protección y prioridades similares.

5 El segundo trayecto de protección incluye el tercer nodo de extremo, el cuarto nodo de extremo, y el al menos un nodo intermedio, y el nodo intermedio en el primer trayecto de protección también puede ser un nodo en el segundo trayecto de protección. Se ha de entender que el nodo en el segundo trayecto de protección puede ser un nodo intermedio en el segundo trayecto de protección o un nodo de extremo en el segundo trayecto de protección, lo cual no está limitado en la presente invención.

10 Opcionalmente, como otra realización, el procesador 1302 puede estar específicamente configurado para determinar, según la información acerca del primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible. La información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad de al menos un trayecto de protección, e información acerca de un recurso de trayecto de protección de al menos un trayecto de protección, y el al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección. La información de configuración del nodo intermedio puede estar pre-establecida en un nodo intermedio correspondiente. Asimismo, el procesador 1302 puede además estar configurado para cambiar la información de configuración del nodo intermedio.

20 Opcionalmente, como otra realización, el emisor 1303 puede estar configurado, de forma específica, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en una red óptica, y para enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente utilizando un octeto de tara en la red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para ser utilizado en una norma.

25 La Figura 14 es un diagrama de bloque estructural de un nodo intermedio según incluso otra realización de la presente invención. Un nodo intermedio 1400 en la Figura 14 incluye un receptor 1401, un procesador 1402, y un emisor 1403.

30 El receptor 1401 está configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo intermedio es uno del al menos un nodo intermedio.

El procesador 1402 está configurado para determinar, según la información que es del primer trayecto de protección y que se recibe mediante el receptor 1401, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible.

35 El emisor 1403 está configurado para: cuando el procesador 1402 determina que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible y el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio, enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio.

40 El receptor 1401 está además configurado para recibir un segundo mensaje de indicación que se envía mediante el nodo vecino descendente del nodo intermedio según el mensaje de petición de conmutación de protección enviado por el emisor 1403.

El procesador 1402 está además configurado para descubrir, según el segundo mensaje de indicación recibido por el receptor 1401, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.

45 El emisor 1403 está además configurado para enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.

50 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser cualquiera de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como una dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo intermedio, el nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y el nodo vecino descendente del nodo intermedio se describen de una manera relativa.

55

Los recursos de trayecto de protección de un nodo se refieren a un recurso de trayecto de protección, de un trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección, del trayecto de protección correspondiente, en un enlace del nodo a un nodo vecino descendente del nodo. Establecer la conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio se refiere a establecer una conexión cruzada, correspondiente al primer trayecto de protección, entre un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino ascendente del nodo y un recurso de trayecto de protección en un enlace desde el nodo al nodo vecino descendente del nodo.

Se ha de comprender que puede haber uno o más recursos de trayecto de protección en un enlace entre nodos, y puede haber una o más conexiones cruzadas en un nodo, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, que exista un recurso de trayecto de protección en el enlace entre los nodos se describe en esta realización de la presente invención.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, un nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, envía el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio; el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada de un primer trayecto de protección en el nodo intermedio. Múltiples trayectos en funcionamiento pueden compartir el recurso de trayecto de protección. Después de descubrir, a partir de un segundo mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del nodo intermedio, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio envía un mensaje de indicación que indica que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible al nodo vecino ascendente del nodo intermedio. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

El nodo intermedio 1400 puede implementar las operaciones relacionadas con el nodo intermedio en las realizaciones de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

Opcionalmente, como una realización, el procesador 1402 puede estar configurado, específicamente, para: cuando una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección, determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, y el nodo intermedio es un recurso de conexión compartido del primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección. El segundo trayecto de protección incluye un tercer nodo de extremo, un cuarto nodo de extremo y al menos un nodo intermedio, y el recurso de conexión compartido indica que los recursos de trayecto de protección de enlaces entre el nodo intermedio y dos nodos vecinos son iguales en el primer trayecto de protección y el segundo trayecto de protección. El nodo intermedio en el primer trayecto de protección también es un nodo en el segundo trayecto de protección. Se ha de entender que el nodo en el segundo trayecto de protección puede ser un nodo intermedio en el segundo trayecto de protección o un nodo de extremo en el segundo trayecto de protección, lo cual no está limitado en la presente invención.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto de protección con una prioridad más alta prioriza un recurso de trayecto de protección que se comparte con un trayecto de protección con una prioridad más baja, un nodo intermedio utilizado como un recurso de conexión compartido no necesita configurar una conexión cruzada repetidamente, reduciendo así la complejidad de una operación en el nodo, reduciendo incluso más el tiempo de conmutación de protección, y mejorando la eficiencia. Después de descubrir que un recurso de trayecto de protección de un nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible, el nodo intermedio envía, a un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, un mensaje de indicación que indica que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible, para evitar una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

Opcionalmente, como otra realización, el procesador 1402 puede estar específicamente configurado para determinar, según la información acerca del primer trayecto de protección e información de configuración del nodo intermedio, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible. La información de configuración del nodo intermedio incluye un identificador de al menos un trayecto de protección, una prioridad del al menos un trayecto de protección, e información acerca del recurso de trayecto de protección del al menos un trayecto de protección, y al menos un trayecto de protección incluye el primer trayecto de protección. La información de configuración del nodo intermedio puede estar pre-establecida en un nodo intermedio correspondiente. Asimismo, el procesador 1402 puede además estar configurado para cambiar la información de configuración del nodo intermedio.

Opcionalmente, como otra realización, el emisor 1403 puede estar configurado, específicamente, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del nodo intermedio utilizando un octeto de tara en una red óptica, o para enviar el primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente utilizando

un octeto de tara en la red óptica. Específicamente, se puede utilizar un octeto de tara en una red OTN o SDH, o se puede utilizar un octeto de tara de APS u otro octeto de tara reservado que no esté definido para ser utilizado en una norma.

5 La Figura 15 es un diagrama de bloque estructural de un primer nodo de extremo según otra realización de la presente invención. Un primer nodo de extremo 1500 en la Figura 10 incluye un emisor 1501, un receptor 1502, y un procesador 1503.

10 El emisor 1501 está configurado para enviar un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye un primer nodo de extremo, un segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio.

15 El receptor 1502 está configurado para recibir un mensaje de indicación enviado por el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo según la información que es del primer trayecto de petición y que se ha enviado mediante el emisor 1501.

El procesador 1503 está configurado para descubrir, según el mensaje de indicación recibido por el receptor 1502, que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo.

20 En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser cualquiera de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como dirección de referencia en la presente invención, es decir, el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo se describe de una manera relativa.

25 En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, el primer nodo de extremo inicia un proceso de conmutación de protección, envía un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo y, después de recibir un primer mensaje de indicación del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo y de descubrir que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer  
30 nodo de extremo está disponible, establece una conexión cruzada. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en el proceso de conmutación de protección.

35 El primer nodo de extremo 1500 puede implementar las operaciones relacionadas con el primer nodo de extremo en las realizaciones de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

Opcionalmente, como una realización, el emisor 1501 puede estar configurado, específicamente, para enviar el mensaje de petición de conmutación de protección al nodo vecino descendente del primer nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

40 Opcionalmente, como otra realización, el procesador 1503 puede estar además configurado para pre-establecer información de configuración del primer nodo de extremo. La información de configuración del primer nodo de extremo puede incluir información, tal y como información acerca de un recurso de trayecto de protección entre el primer nodo de extremo y el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, y una prioridad del primer trayecto de protección.

45 Definitivamente, el primer nodo de extremo puede también ser un nodo en otro trayecto de protección. Por ejemplo, el primer nodo de extremo es un nodo intermedio en un trayecto de protección (que no es el primer trayecto de protección).

La Figura 16 es un diagrama de bloque estructural de un segundo nodo de extremo según otra realización de la presente invención. Un segundo nodo de extremo 1600 en la Figura 16 incluye un receptor 1601, un emisor 1602, y un procesador 1603.

50 El receptor 1601 está configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo de extremo, donde el mensaje de petición de conmutación de protección incluye información sobre un primer trayecto de protección, el primer trayecto de protección incluye el primer nodo de extremo, el segundo nodo de extremo, y al menos un nodo intermedio, el al menos un nodo intermedio está ubicado entre el primer nodo de extremo y el segundo nodo de extremo, y el nodo vecino ascendente del segundo  
55 nodo de extremo es un nodo del al menos un nodo intermedio.

El emisor 1602 está configurado para: cuando se determina, según la información que es del primer trayecto de protección y que fue recibida por el receptor 1601, que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, enviar un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible.

El procesador 1603 está configurado para establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el segundo nodo de extremo.

En la presente invención, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser o bien uno de dos nodos de extremo del primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo (o el segundo nodo de extremo) puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención. Para facilitar la descripción, una dirección de transmisión del mensaje de petición de conmutación de protección se utiliza como dirección de referencia en la presente invención, es decir, un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo se describe de una manera relativa.

En esta realización de la presente invención, cuando un trayecto en funcionamiento entre un primer nodo de extremo y un segundo nodo de extremo encuentra un fallo, el segundo nodo de extremo recibe un mensaje de petición de conmutación de protección enviado por un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y cuando determina que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible, envía un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, de forma tal que el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo descubre, a partir del mensaje de indicación, que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible. Por lo tanto, la conmutación de protección se puede realizar rápidamente a la vez que se mejora el uso de recursos, mejorando así la eficiencia y evitando una conexión incorrecta de un servicio en un proceso de conmutación de protección.

El segundo nodo de extremo 1600 puede implementar las etapas relacionadas con el segundo nodo de extremo en los métodos de la Figura 1 a la Fig. 7A y la Figura 7B. Por lo tanto, los detalles no se vuelven a describir para evitar repeticiones.

Opcionalmente, como una realización, el emisor 1602 puede estar configurado, específicamente, para enviar el mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo utilizando un octeto de tara en una red óptica.

Opcionalmente, como otra realización, el procesador 1603 puede estar además configurado para pre-establecer información de configuración del segundo nodo de extremo. La información de configuración del segundo nodo de extremo puede incluir información, tal y como información acerca de un recurso de trayecto de protección entre el segundo nodo de extremo y el nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo, y una prioridad del primer trayecto de protección.

La Figura 17 es un diagrama de bloque esquemático de un sistema de conmutación de protección según una realización de la presente invención. El sistema de conmutación de protección de la Figura 17 puede incluir un primer nodo de extremo 1701 (el primer nodo de extremo 1000/1500 anterior), un segundo nodo de extremo 1702 (el primer nodo de extremo 1100/1600 anterior), y al menos un nodo intermedio (el nodo intermedio 800 y/o 900 anterior, o el nodo intermedio 1300 y/o 1400 anterior), es decir, N nodos intermedios, donde N es un número entero, y los N nodos intermedios son un nodo intermedio 1, un nodo intermedio 2, ..., y un nodo intermedio N, respectivamente. Se ha de comprender que el número de nodos intermedios no está limitado en la realización de la presente invención, y puede haber uno o más nodos intermedios. En la presente invención, el primer nodo de extremo puede ser cualquiera de dos nodos de extremo de un primer trayecto de protección, es decir, el primer nodo de extremo puede ser un nodo fuente o un nodo destino, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención.

A modo de ejemplo, un sistema 1700 puede además incluir un tercer nodo de extremo 1803 y un cuarto nodo de extremo 1804. Tal y como se muestra en la Figura 18, un segundo trayecto de protección incluye el tercer nodo de extremo 1803, el cuarto nodo de extremo 1804, y N nodos intermedios.

Se ha de comprender que el sistema en la Figura 18 es simplemente un ejemplo, el número de nodos intermedios en un primer trayecto de protección puede ser igual o diferente del número de nodos intermedios en el segundo trayecto de protección, y un nodo intermedio en el primer trayecto de protección puede además ser un nodo de extremo en el segundo trayecto de protección, y así sucesivamente, lo cual no está limitado en la realización de la presente invención.

Una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede ser consciente de que, en combinación con los ejemplos descritos en las realizaciones descritas en esta memoria descriptiva, es posible implementar unidades y etapas de algoritmos mediante hardware electrónico o una combinación de software de ordenador y hardware electrónico. Si las funciones se realizan mediante un hardware o software depende de las aplicaciones particulares y las condiciones de limitaciones de diseño de las soluciones técnicas. Un experto en la técnica puede utilizar diferentes

métodos para implementar las funciones descritas para cada aplicación particular, pero no se ha de considerar que la implementación excede el alcance de la presente invención.

5 Un experto en la técnica puede comprender claramente que, a los fines de una descripción conveniente y breve, para un proceso de trabajo detallado del sistema, aparato y unidad anteriores, se puede hacer referencia a un proceso correspondiente en las realizaciones de método anteriores, y los detalles no se vuelven a describir en la presente memoria.

10 En las diversas realizaciones proporcionadas en la presente solicitud, se ha de comprender que el sistema, aparato y método descritos pueden implementarse de otras maneras. Por ejemplo, la realización de aparato descrita es meramente un ejemplo. Por ejemplo, la división de unidad es meramente una división de función lógica y en la implementación real la división puede ser otra. Por ejemplo, se pueden combinar o integrar en otro sistema múltiples unidades o componentes, o algunas características se pueden ignorar o no llevar a cabo. Además, los acoplamientos mutuos representados o descritos o los acoplamientos directos o trayectos de comunicación se pueden implementar a través de algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o trayectos de comunicación entre los aparatos o unidades se pueden implementar de forma electrónica, mecánica o de otra forma.

15 Las unidades descritas como partes separadas pueden o no estar físicamente separadas, y las partes representadas como unidades pueden o no ser unidades físicas, estar ubicadas en una posición, o pueden estar distribuidas en múltiples unidades de red. Algunas o todas las unidades se pueden seleccionar según las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

20 Además, las unidades funcionales en las realizaciones de la presente invención pueden estar integradas en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede estar sola físicamente, o dos o más unidades pueden estar integradas en una unidad.

25 Cuando las funciones se implementan en la forma de una unidad funcional de software y se venden o usan como un producto independiente, las funciones se pueden almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Partiendo de esta premisa, las soluciones técnicas de la presente invención, en esencia, o la parte que contribuye a la técnica anterior, o una parte de las soluciones técnicas se pueden implementar en forma de producto de software. El producto de software está almacenado en un medio de almacenamiento, e incluye diversas instrucciones para indicar a un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) que realice una parte o todas las etapas de los métodos descritos en las realizaciones de la presente invención. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar un código de programa, tal y como una  
30 unidad flash USB, un disco duro removible, una memoria de solo lectura (ROM, memoria de sólo lectura), una memoria de acceso aleatorio (RAM, memoria de acceso aleatorio), un disco magnético, o un disco óptico.

35 Las descripciones anteriores son meramente formas de implementación específicas de la presente invención, pero no están concebidas para limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier modificación o reemplazo claramente descubierto por un experto en la técnica dentro del alcance técnico descrito en la presente invención estará comprendido dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de conmutación de protección que comprende:
- 5 recibir, mediante un nodo intermedio, un mensaje de petición de conmutación de protección desde un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección comprende información sobre un primer trayecto de protección;
- caracterizado por que además comprende:
- determinar, mediante el nodo intermedio, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible;
- 10 enviar, mediante el nodo intermedio, un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, en donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; y
- 15 recibir, mediante el nodo intermedio, un segundo mensaje de indicación del nodo vecino descendente del nodo intermedio, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio, en donde el segundo mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo intermedio que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible.
2. El método según la reivindicación 1, en donde determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible comprende:
- determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo; o
- 20 determinar que el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada de un segundo trayecto de protección en el nodo intermedio o el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección, en donde una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad de un segundo trayecto de protección.
3. El método según la reivindicación 2, cuando el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada de un segundo trayecto de protección en el nodo intermedio, el método además comprende:
- 25 eliminar, mediante el nodo intermedio, la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección o el primer mensaje de indicación es un mensaje de conmutación de protección automática, APS.
- 30 5. Un método de conmutación de protección, que comprende:
- enviar, mediante un primer nodo de extremo, un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección comprende información sobre un primer trayecto de protección;
- caracterizado por que además comprende:
- 35 recibir, mediante el primer nodo de extremo, un mensaje de indicación desde el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo; y
- establecer, mediante el primer nodo de extremo, una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al primer nodo de extremo que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible.
- 40 6. El método según la reivindicación 5, en donde el método además comprende:
- descubrir, mediante el primer nodo de extremo según el mensaje de indicación, que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo está disponible.
7. El método según la reivindicación 5 o 6, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección es un mensaje de conmutación de protección automática, APS.
- 45 8. Un método de conmutación de protección, que comprende:
- recibir, mediante un nodo de extremo, un mensaje de petición de conmutación de protección desde un nodo vecino ascendente del nodo de extremo, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección comprende información sobre un primer trayecto de protección;

caracterizado por que además comprende:

determinar, mediante el nodo de extremo, que un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo está disponible;

5 establecer, mediante el nodo de extremo, una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo de extremo; y

enviar, mediante el nodo de extremo, un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo de extremo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo de extremo que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo está disponible.

10 9. El método según la reivindicación 8, en donde determinar, mediante el nodo de extremo, que un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo está disponible comprende:

determinar, mediante el nodo de extremo, según la información sobre el primer trayecto de protección que un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo está disponible.

10. El método según la reivindicación 8 o 9, en donde el mensaje de indicación es un mensaje de conmutación de protección automática, APS.

15 11. Un nodo intermedio (800), que comprende:

un módulo de recepción (801), configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección desde un nodo vecino ascendente del nodo intermedio, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección comprende la información sobre un primer trayecto de protección;

caracterizado pro que además comprende:

20 un módulo de determinación (802), configurado para determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; y

25 un módulo de envío (803), configurado para enviar un primer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo intermedio, y enviar el mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio, en donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo intermedio que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible;

en donde el módulo de recepción (801) está configurado para recibir un segundo mensaje de indicación desde el nodo vecino descendente del nodo intermedio,

30 en donde el módulo de determinación (802) está configurado para establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio, en donde el segundo mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo intermedio que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio (800) está disponible.

12. El nodo intermedio según la reivindicación 11, en donde el módulo de determinación (802) está configurado para determinar que:

el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo; o

35 el nodo intermedio (800) ha establecido una conexión cruzada de un segundo trayecto de protección en el nodo intermedio o el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección, en donde una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad del segundo trayecto de protección.

40 13. El nodo intermedio según la reivindicación 12, en donde el módulo de determinación (802) está además configurado para:

eliminar la conexión cruzada del segundo trayecto de protección en el nodo intermedio.

14. El nodo intermedio según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección o el primer mensaje de indicación es un mensaje de conmutación de protección automática, APS.

45 15. Un primer nodo de extremo (1000), que comprende:

un módulo de envío (1001), configurado para enviar un mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo (1000), en donde el mensaje de petición de conmutación de protección comprende información sobre un primer trayecto de protección;

caracterizado por que además comprende:

un módulo de recepción (1002), configurado para recibir un mensaje de indicación desde el nodo vecino descendente del primer nodo de extremo (1000); y

5 un módulo de determinación, configurado para establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo (1000), en donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al primer nodo de extremo (1000) que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo (1000) está disponible.

16. El primer nodo de extremo según la reivindicación 15, en donde el módulo de determinación está además configurado para:

10 descubrir, según el mensaje de indicación, que el recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del primer nodo de extremo (1000) está disponible.

17. El primer nodo de extremo según la reivindicación 15 o 16, en donde el mensaje de petición de conmutación de protección es un mensaje de conmutación de protección automática, APS.

18. Un nodo de extremo (1100), que comprende:

15 un módulo de recepción (1101), configurado para recibir un mensaje de petición de conmutación de protección desde un nodo vecino ascendente del nodo de extremo (1100), en donde el mensaje de petición de conmutación de protección comprende información sobre un primer trayecto de protección;

caracterizado por que además comprende:

20 un módulo de determinación, configurado para determinar que un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo (1100) está disponible, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo de extremo (1100); y

un módulo de envío (1102), configurado para enviar un mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del nodo de extremo (1100), en donde el mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del nodo de extremo (1100) que el recurso de trayecto de protección del nodo de extremo (1100) está disponible.

25 19. El nodo de extremo según la reivindicación 18, en donde el módulo de determinación está configurado para:

determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección, que un recurso de trayecto de protección del nodo de extremo (1100) está disponible.

30 20. El nodo de extremo según la reivindicación 18 o 19, en donde el mensaje de indicación es un mensaje de conmutación de protección automática, APS.

21. Un sistema de conmutación de protección (1700), caracterizado por que comprende:

35 un primer nodo de extremo (1701), configurado para enviar un primer mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo intermedio, en donde el nodo intermedio es un nodo vecino descendente del primer nodo de extremo (1701), y el primer mensaje de petición de conmutación de protección comprende información sobre un primer trayecto de protección; recibir un primer mensaje de indicación desde el nodo intermedio; y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el primer nodo de extremo (1701), en donde el primer mensaje de indicación se utiliza para informar al primer nodo de extremo (1701) que un recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible;

40 el nodo intermedio, configurado para recibir el primer mensaje de petición de conmutación de protección desde el primer nodo de extremo (1701); determinar, según la información sobre el primer trayecto de protección, que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está disponible; enviar el primer mensaje de indicación al primer nodo de extremo (1701) y enviar un segundo mensaje de petición de conmutación de protección a un nodo vecino descendente del nodo intermedio; y recibir un segundo mensaje de indicación desde el nodo vecino descendente del nodo intermedio, y establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el nodo intermedio, en donde el segundo mensaje de indicación se utiliza para informar al nodo intermedio que un recurso de trayecto de protección del nodo vecino descendente del nodo intermedio está disponible;

45 un segundo nodo de extremo (1702), configurado para recibir un tercer mensaje de petición de conmutación de protección desde un nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo (1702), en donde el tercer mensaje de petición de conmutación de protección comprende información sobre un primer trayecto de protección; determinar que un recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo (1702) está disponible; establecer una conexión cruzada del primer trayecto de protección en el segundo nodo de extremo (1702); y enviar un tercer mensaje de indicación al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo (1702), en donde el tercer mensaje

de indicación se utiliza para informar al nodo vecino ascendente del segundo nodo de extremo (1702) que el recurso de trayecto de protección del segundo nodo de extremo está disponible.

5 22. El sistema según la reivindicación 21, en donde el nodo vecino descendente del nodo intermedio es el segundo nodo de extremo (1702), siendo el segundo mensaje de petición de conmutación de protección el mismo que el tercer mensaje de petición de conmutación de protección.

23. El sistema según la reivindicación 21, el nodo intermedio está configurado para:

10 determinar que el recurso de trayecto de protección del nodo intermedio está inactivo; o determinar que el nodo intermedio ha establecido una conexión cruzada de un segundo trayecto de protección en el nodo intermedio o el nodo intermedio recibe un mensaje de petición de conmutación de protección del segundo trayecto de protección, en donde una prioridad del primer trayecto de protección es más alta que una prioridad del segundo trayecto de protección.

24. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, en donde el tercer mensaje de petición de conmutación de protección es un mensaje de conmutación de protección automática, APS.

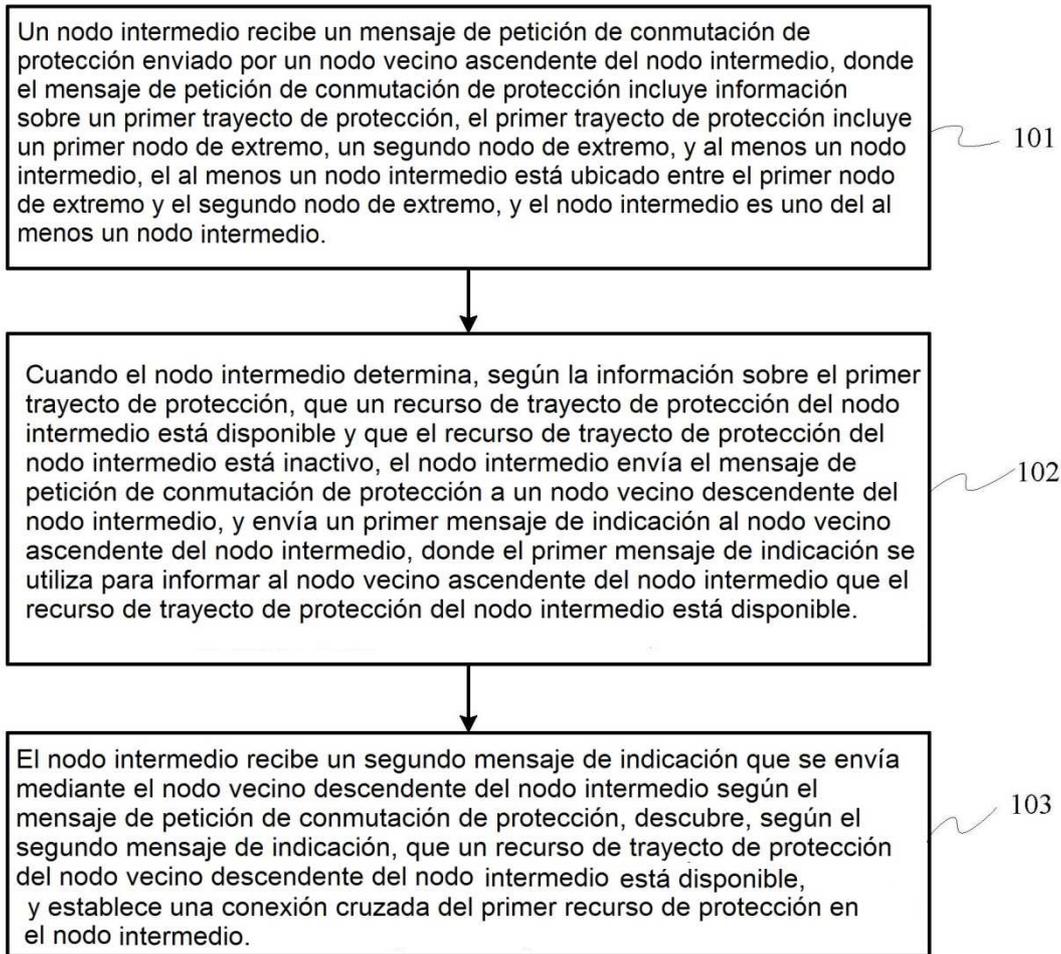


FIG. 1

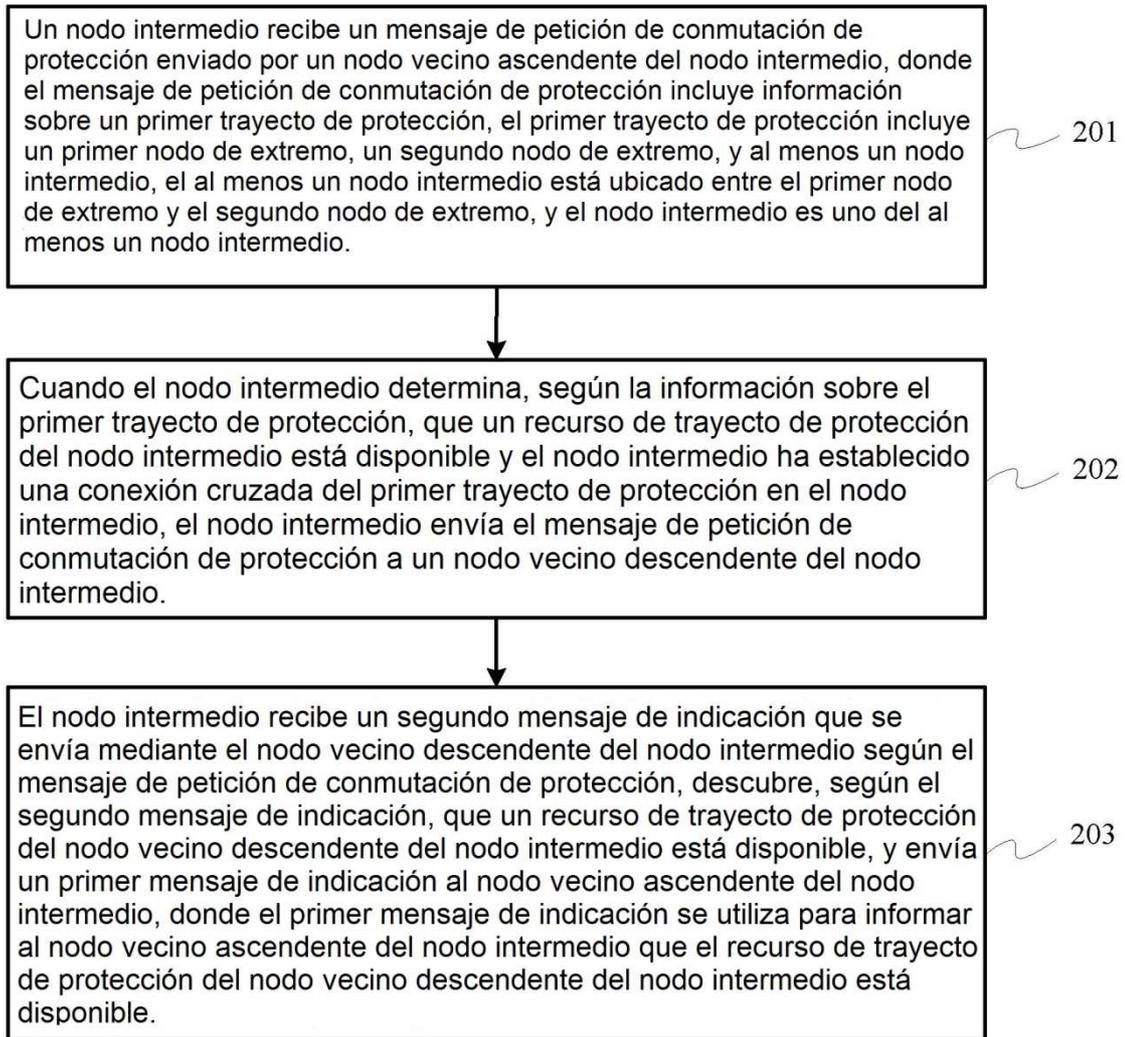


FIG. 2

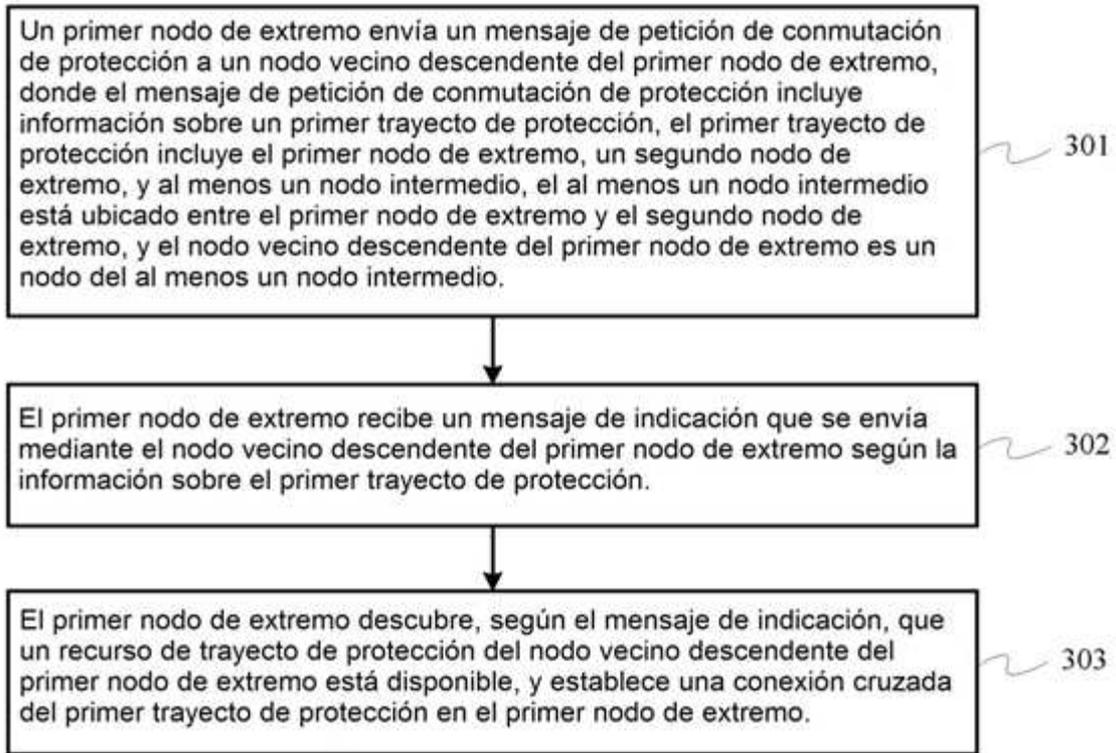


FIG. 3

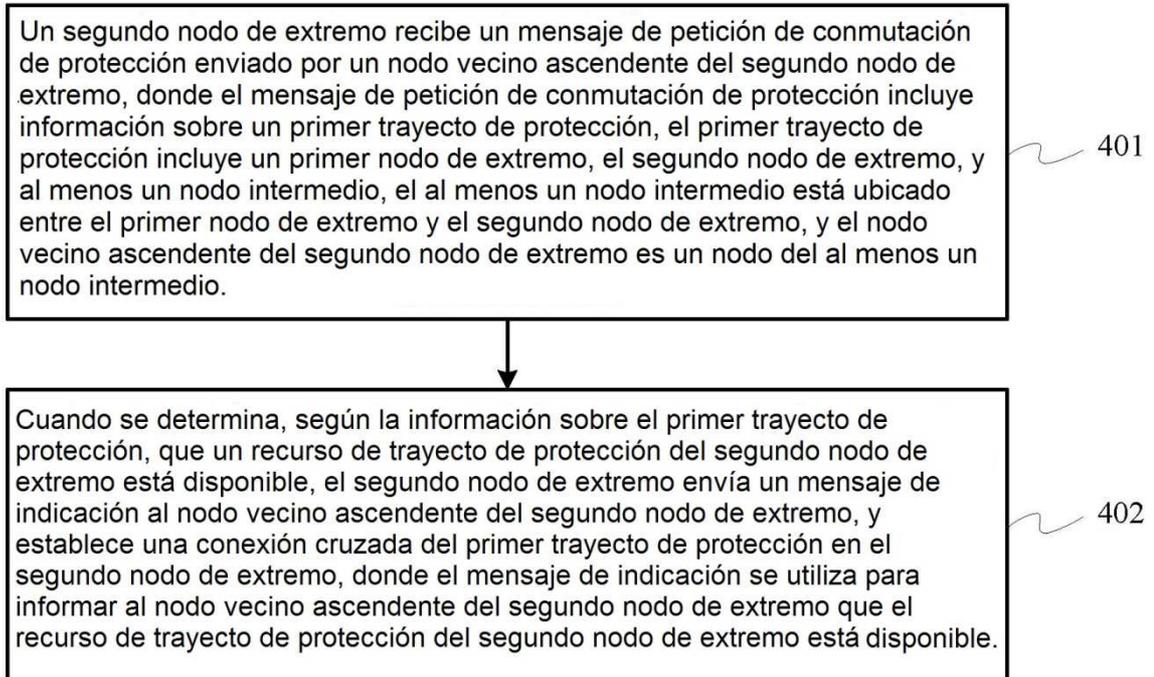


FIG. 4

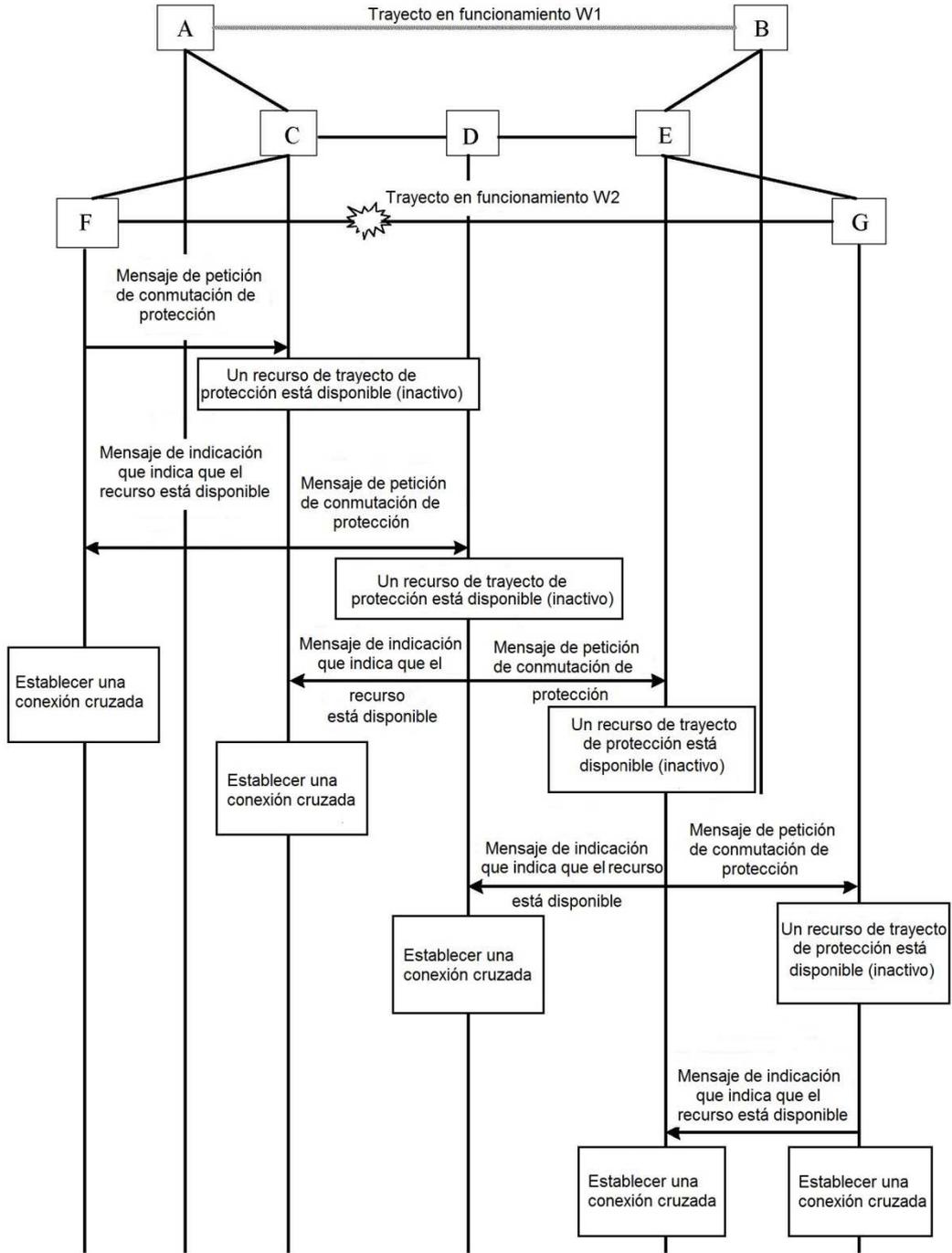


FIG. 5

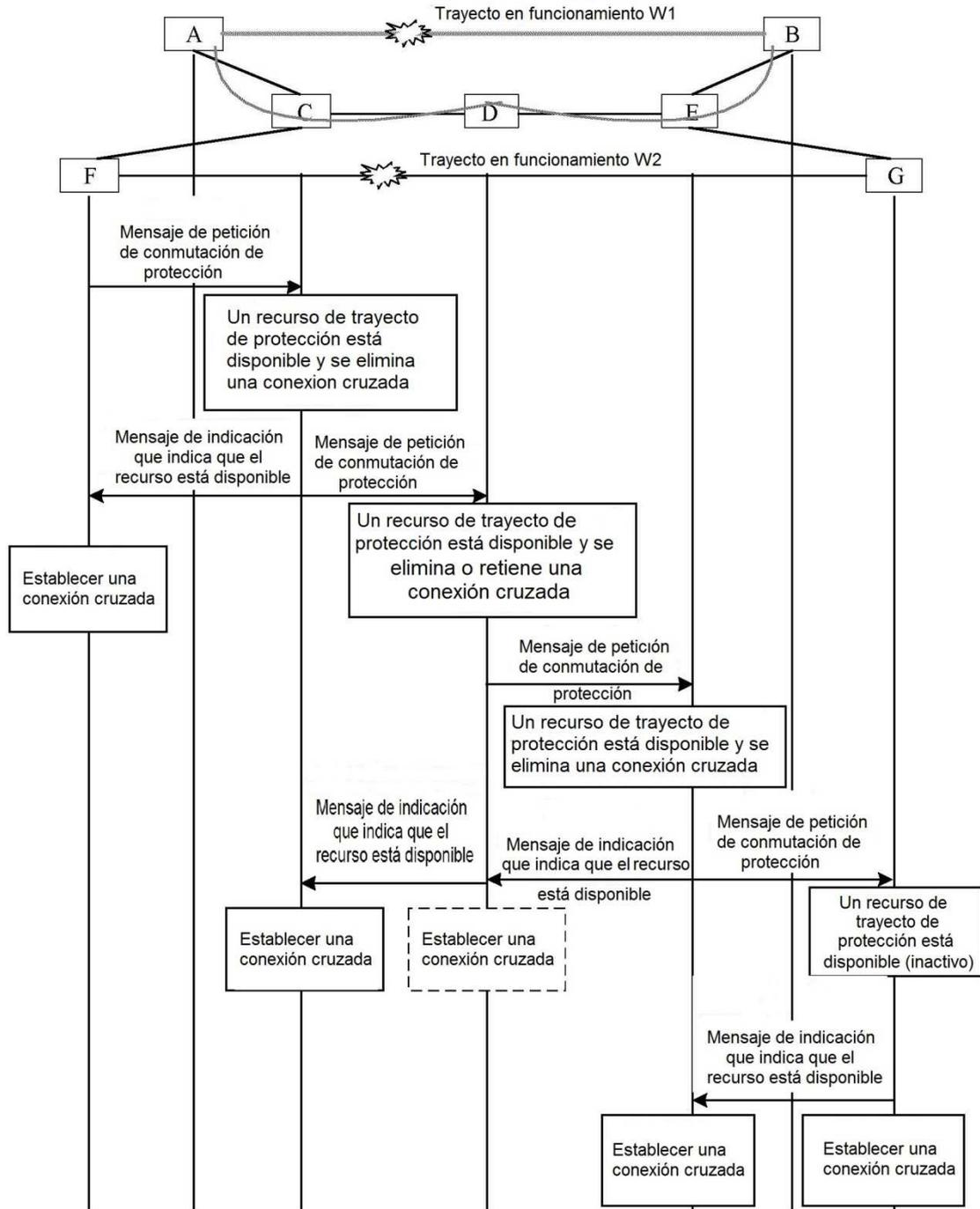


FIG. 6

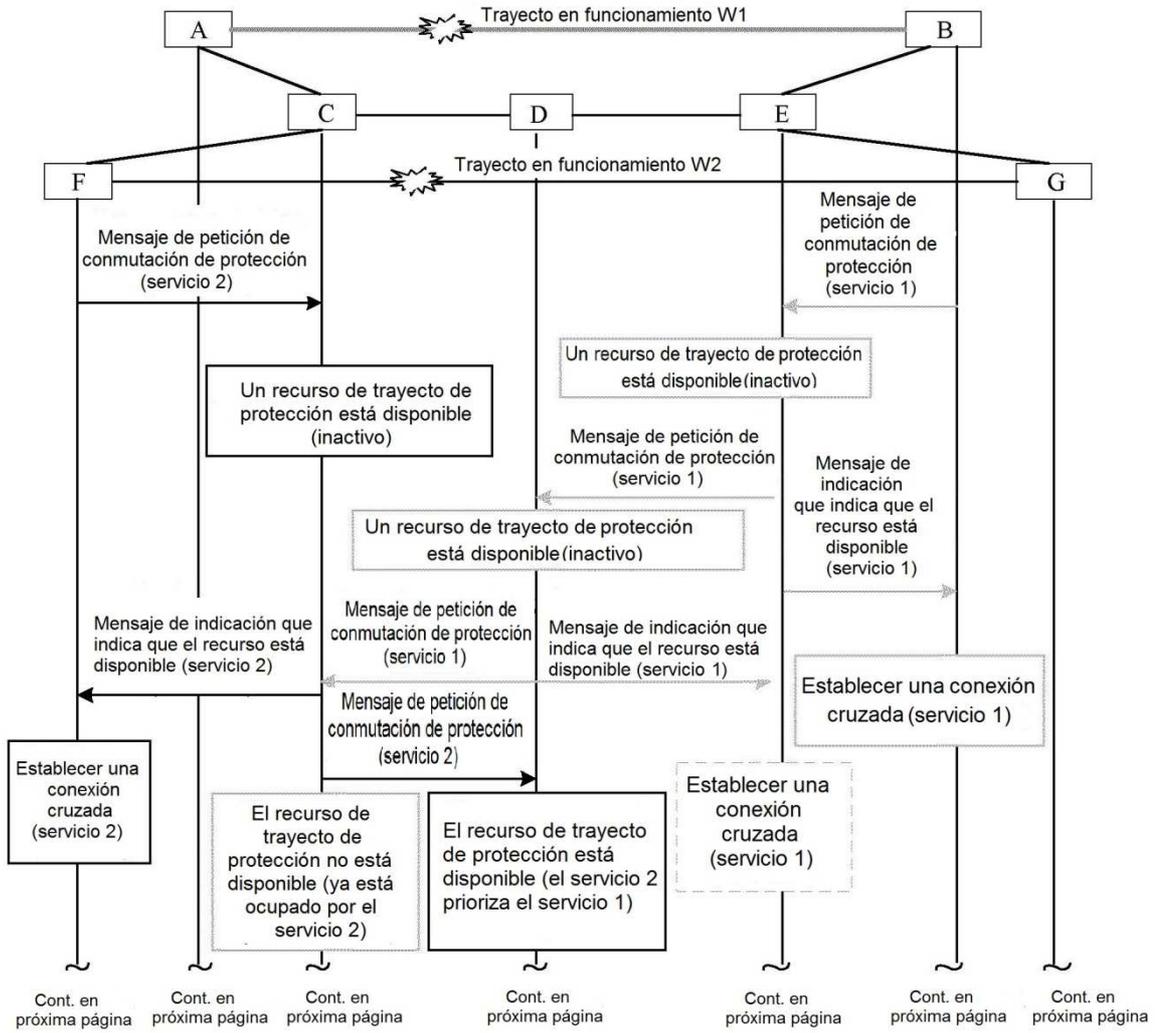


FIG. 7A

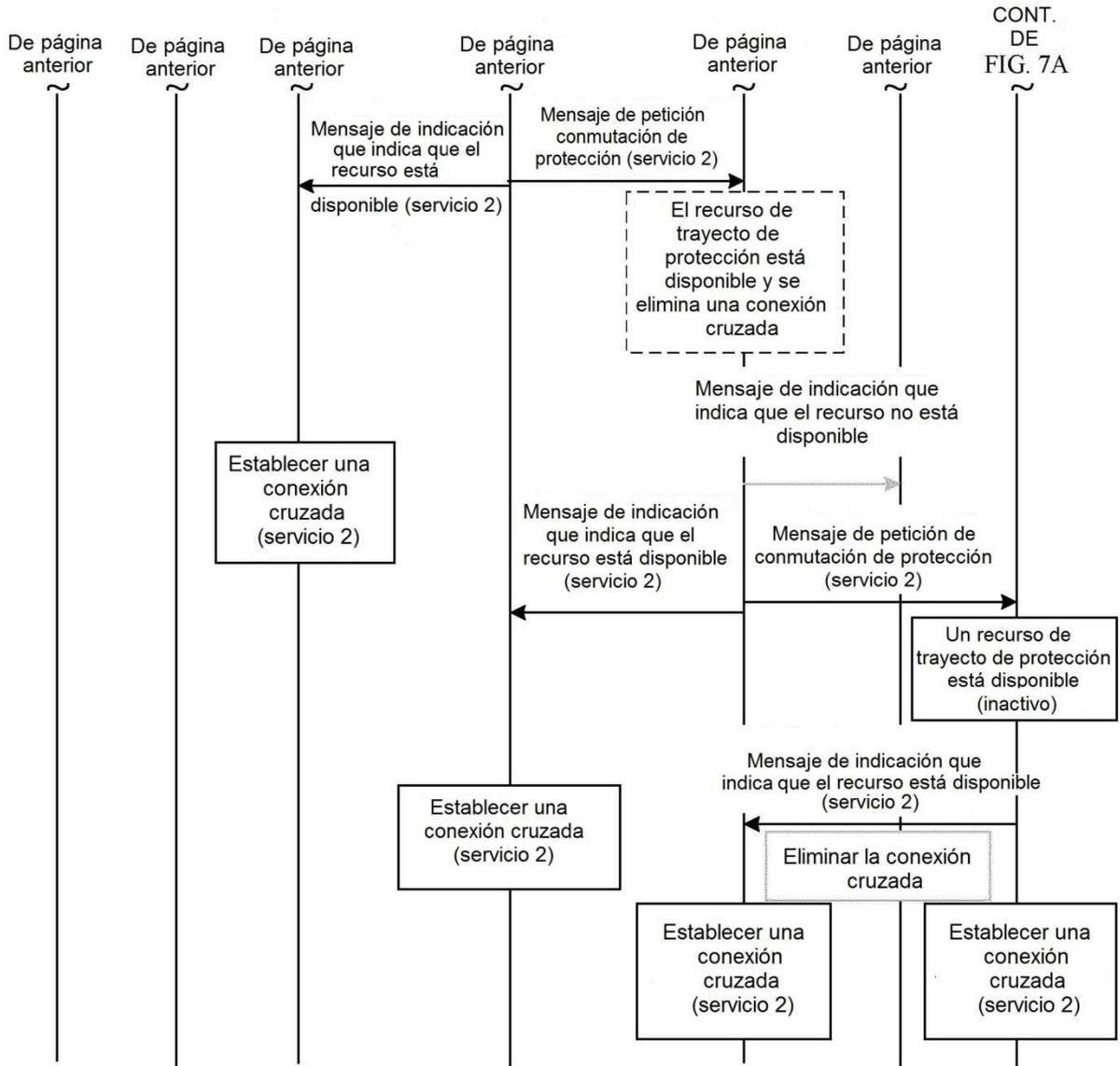


FIG. 7B

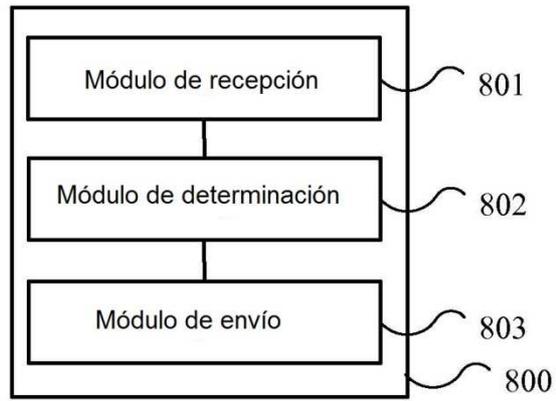


FIG. 8

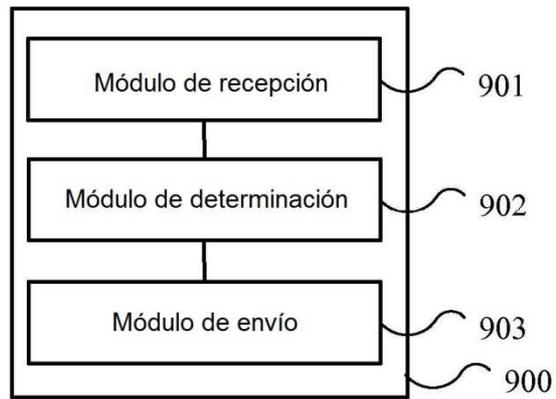


FIG. 9

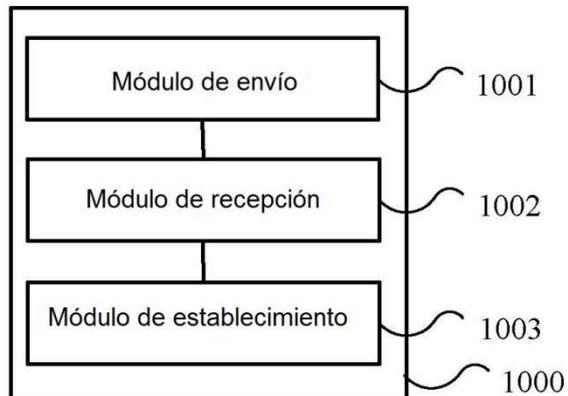


FIG. 10

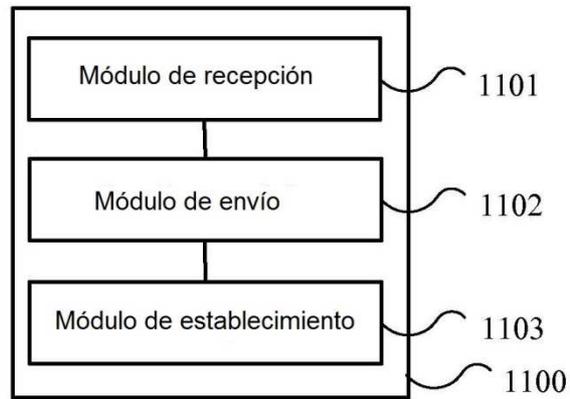


FIG. 11

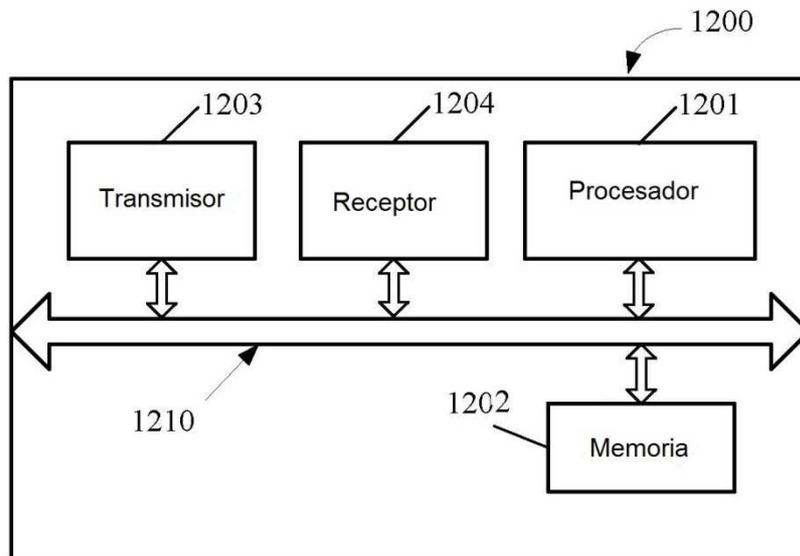


FIG. 12

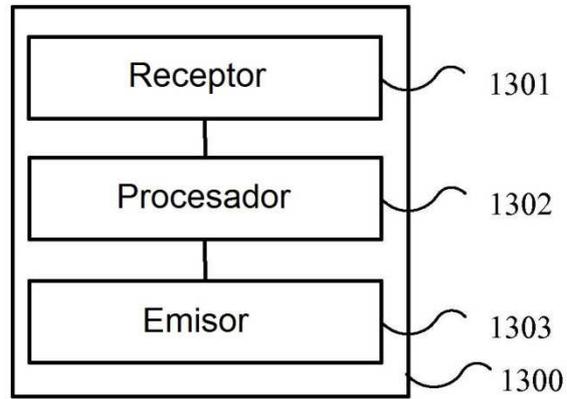


FIG. 13

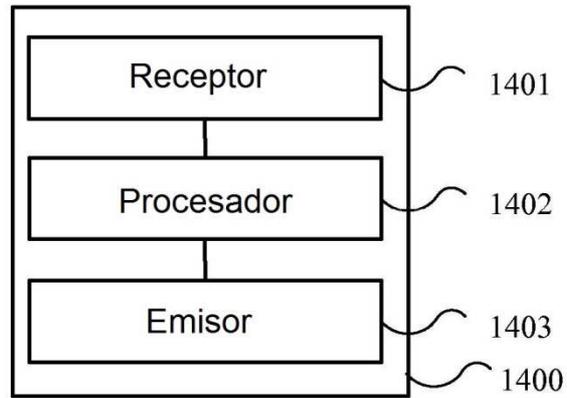


FIG. 14

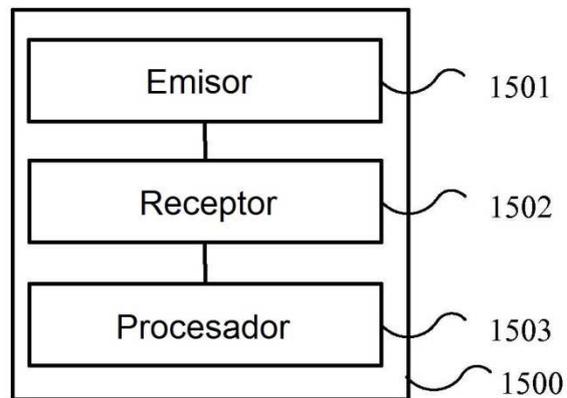


FIG. 15

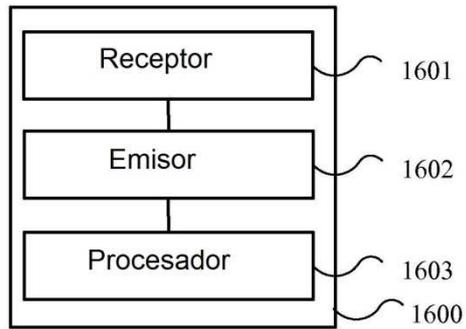


FIG. 16

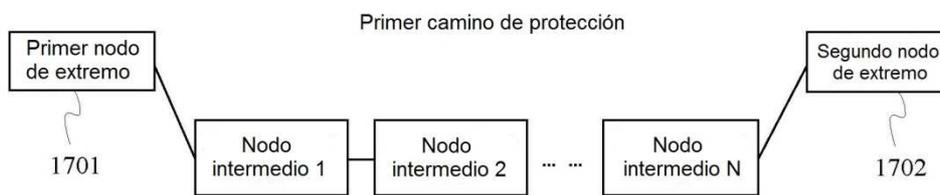


FIG. 17

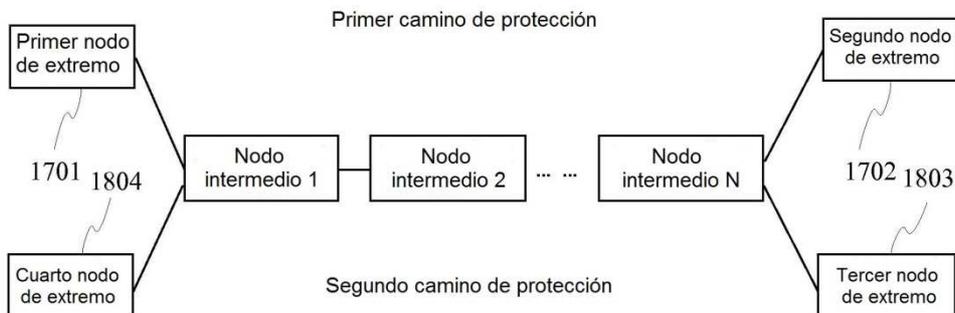


FIG. 18