

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 907**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2014 PCT/CN2014/090096**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16065634**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2014 E 14904636 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3206333**

54 Título: **Método de planificación de recursos de recuperación que permiten resistir a fallos que se producen N veces y dispositivo de transmisión óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.09.2019

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

72 Inventor/es:

**WANG, YUFEI;
WU, CHUANJUN y
SUI, ZHICHENG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 725 907 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

5 Método de planificación de recursos de recuperación que permiten resistir a fallos que se producen N veces y dispositivo de transmisión óptica

Campo técnico

10 La presente invención se refiere a tecnologías de comunicaciones y, en particular, a un método de planificación de un recurso de recuperación que permite resistir a fallos que se producen N veces y un dispositivo de transmisión óptica.

Antecedentes de la invención

15 Una red de transporte es una red en la que se completa una función de transferencia y transmisión de información entre nodos en diferentes ubicaciones. Un servicio de red de transporte debe estar protegido con el fin de evitar una interrupción del servicio causada por un fallo de recursos de red, de modo que se garantice la ejecución normal del servicio. Un fallo de una sola vez, fallos de dos veces, fallos de N veces, o similares, pueden suceder en la red, y el fallo, en este caso, puede ser un fallo de enlace o un fallo de nodo. Los fallos de dos veces se utilizan, a modo de ejemplo, y los fallos de dos veces significan que, cuando un enlace en la red es defectuoso y no se recupera, otro enlace también es defectuoso. De forma alternativa, cuando un nodo en la red está defectuoso y no se recupera, otro nodo también es defectuoso. Diferentes servicios tienen diferentes requisitos de resistencia a fallo, por ejemplo, un servicio puede ser un servicio que puede resistir un fallo de una sola vez, un servicio que puede resistir fallos de dos veces, un servicio que puede resistir fallos de tres veces, o similares. El servicio que puede resistir los fallos de N veces en el presente documento significa que, cuando se producen fallos de N veces consecutivos en la red, para cada fallo, se puede seleccionar una ruta de recuperación adecuada de conformidad con un estado de recurso de red actual, con el fin de recuperar el servicio desde una interrupción, es decir, el servicio se puede recuperar, de forma fiable, de N interrupciones de fallo consecutivas.

30 El documento de A. Kvalbein, et al, titulado: "Recuperación rápida de fallos de enlace utilizando capas de enrutamiento resistentes", Procedimientos del Simposio Internacional IEEE sobre Ordenadores y Comunicaciones, 27 de junio de 2005 (27-06-2005), páginas 554-560, muestran un método para la recuperación de la red denominado Capas de Enrutamiento Resistente (RRL). En una topología completamente conectada cuando se interrumpe un servicio, los recursos de recuperación predefinidos de diferentes servicios se pueden compartir si las rutas de funcionamiento no se interrumpen al mismo tiempo. En otra solución, se utiliza una tecnología de carga ligera de red, es decir, se planifica un recurso de recuperación para un servicio interrumpido durante un fallo mediante el control de la utilización del enlace.

40 Sin embargo, en la solución de recuperación predeterminada, se calcula, por anticipado, una ruta de recuperación de cada servicio, y las diferentes rutas de recuperación no se pueden seleccionar de conformidad con diferentes fallos; por lo tanto, se requiere una gran cantidad de recursos de recuperación, y la solución es costosa. En la tecnología de carga ligera de la red, con el fin de mejorar la tasa de éxito de recuperación del servicio, se requiere una carga relativamente liviana y, en consecuencia, aumentan los costes; además, puesto que la carga se establece solamente de conformidad con datos empíricos, la fiabilidad de resistencia a fallos de múltiples veces, por parte de un servicio, es deficiente.

Sumario de la invención

50 Las formas de realización de la presente invención dan a conocer un método para planificar un recurso de recuperación para poder resistir fallos de N veces y un dispositivo de transmisión óptica, de modo que se resuelva un problema de la técnica anterior de altos costes y deficiente fiabilidad en un escenario operativo de resistencia a fallos que se repiten múltiples veces.

55 Un primer aspecto de la presente invención da a conocer un método para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces, que incluye:

60 la planificación, en un dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde para cada servicio interrumpido el recurso de recuperación planificado, utilizando una ruta óptima en múltiples rutas de recuperación diferentes, correspondientes al servicio durante una interrupción, se utiliza como el recurso de recuperación óptimo del servicio interrumpido; y

65 la planificación, por el dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de la red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de

N veces, para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa que corresponde a servicios interrumpidos durante los fallos de N veces;

5 en donde la planificación, en el dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de la red, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces, para fallos de N veces preestablecidos, incluye:

10 el paso, por el dispositivo de transmisión óptica, a través de los fallos de N veces como los fallos de N veces preestablecidos, y la determinación de cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;

15 la planificación, por el dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, y cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces, del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;

la actualización, por el dispositivo de transmisión óptica, del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces; y

20 la realización, de forma repetida, por el dispositivo de transmisión óptica, de las etapas anteriores hasta alcanzar una cantidad predeterminada de veces de repetición.

De conformidad con el primer aspecto, en una primera forma de puesta en práctica posible, la planificación, en un dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de red preestablecida, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, incluye:

25 la realización, de forma repetida, por el dispositivo de transmisión óptica, de las siguientes etapas aumentando K hasta que K sea igual a N-1, en donde K aumenta de 1 en uno cada vez:

30 el paso a través de fallos de K veces como fallos de K veces preestablecidos; la determinación un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces; y la planificación, de conformidad con la información de planificación de la red y el recurso de recuperación óptimo, de un recurso de recuperación para resistir fallos de K veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces.

35 Un segundo aspecto de la presente invención da a conocer un dispositivo de transmisión óptica para resistir fallos de N veces, que incluye:

40 un primer módulo de planificación, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red preestablecida, un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual que 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo que corresponde a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde para cada servicio interrumpido, el recurso de recuperación planificado utilizando una ruta óptima entre múltiples rutas de recuperación diferentes, correspondientes al servicio durante una interrupción, se utiliza como el recurso de recuperación óptimo del servicio interrumpido; y

45 un segundo módulo de planificación, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces, para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa que corresponde a servicios interrumpidos durante los fallos de N veces;

50 en donde el segundo módulo de planificación está configurado, concretamente, para:

55 el paso a través de fallos de N veces como los fallos de N veces preestablecidos, y determinar cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;

la planificación, de conformidad con el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, y cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces, del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;

60 la actualización del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces; y

la realización, de forma repetida, de las etapas anteriores hasta alcanzar una cantidad predeterminada de veces de repetición.

65 De conformidad con el segundo aspecto, en una primera forma de puesta en práctica posible, el primer módulo de planificación está configurado, específicamente, para:

la realización, de forma repetida, de las etapas siguientes aumentando K, hasta que K sea igual a N-1, en donde K aumenta de 1 en uno cada vez:

- 5 el paso, a través de fallos de K veces como fallos de K veces preestablecidos; la determinación de un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces; y la planificación, de conformidad con la información de planificación de red, y el recurso de recuperación óptimo, de un recurso de recuperación para resistir fallos de K veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces.
- 10 Las formas de realización de la presente invención dan a conocer un método para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces, y el método incluye: la planificación, en un dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de red preestablecida, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N -1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo que
- 15 corresponde a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos; y la planificación, por el dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de la red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces, es un recurso de recuperación óptimo en la red completa correspondiente a los servicios interrumpidos durante los fallos
- 20 de N veces. En la técnica anterior, se planifica un recurso de recuperación sobre la base de si las rutas de funcionamiento de los servicios están separadas; por lo tanto, los recursos de recuperación de los servicios se comparten en un grado relativamente pequeño, lo que causa un desperdicio de recursos. En las soluciones técnicas dadas a conocer en la presente invención, se planifica un recurso de recuperación basado en un fallo; de esta forma, se reducen los costes de los recursos de recuperación y se mejora la fiabilidad de planificación de los recursos de
- 25 recuperación.

Breve descripción de los dibujos

- 30 Con el fin de describir, con mayor claridad, las soluciones técnicas en las formas de realización de la presente invención, a continuación, se describen brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las formas de realización o la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción muestran algunas formas de realización de la presente invención, y los expertos en la técnica pueden derivar otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin necesidad de esfuerzos creativos.
- 35 La Figura 1 es un diagrama de flujo de un método para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención;
- La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces de conformidad con la forma de realización 2 de la presente invención;
- 40 La Figura 3a es un diagrama esquemático de un recurso de red antes de que se planifique un recurso de recuperación;
- La Figura 3b es un diagrama esquemático de la planificación de un recurso de recuperación;
- 45 La Figura 3c es un diagrama esquemático de la planificación de un recurso de recuperación de conformidad con la forma de realización 2 de la presente invención;
- La Figura 4a es otro diagrama esquemático de un recurso de red antes de que se planifique un recurso de
- 50 recuperación;
- La Figura 4b es otro diagrama esquemático de la planificación de un recurso de recuperación;
- La Figura 4c es otro diagrama esquemático de la planificación de un recurso de recuperación de conformidad con la
- 55 forma de realización 2 de la presente invención;
- La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de transmisión óptica para resistir fallos de N veces de conformidad con la forma de realización 3 de la presente invención; y
- 60 La Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de transmisión óptica para resistir fallos de N veces de conformidad con la forma de realización 4 de la presente invención.

Descripción de formas de realización

- 65 Con el fin de hacer más claros los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de las formas de realización de la presente invención, a continuación, se describen, de forma clara y completa, las soluciones técnicas en las formas

de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las formas de realización de la presente invención. Evidentemente, las formas de realización descritas son algunas, pero no la totalidad de las formas de realización de la presente invención. Todas las demás formas de realización obtenidas por expertos en la técnica, sobre la base de las formas de realización de la presente invención, sin necesidad de esfuerzos creativos, caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

La Figura 1 es un diagrama de flujo de un método para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces de conformidad con la forma de realización 1 de la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 1, el método incluye las etapas siguientes:

S100. La planificación, en un dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de red preestablecida, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos.

S101. El dispositivo de transmisión óptica planifica, de conformidad con la información de planificación de red, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos.

Las etapas anteriores se pueden realizar por un dispositivo de transmisión óptica. De conformidad con el método en esta forma de realización, el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces se puede planificar si los recursos de red son suficientes, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, es decir, se planifica un recurso de recuperación para resistir al menos fallos de dos veces. Ha de tenerse cuenta que, los fallos de N veces resistentes, en este caso, significan que al menos un servicio, entre varios servicios soportados por una red, puede resistir fallos de N veces, es decir, si se producen cualesquiera fallos de N veces en la red, por cada fallo, se puede seleccionar un recurso de recuperación adecuado de conformidad con un estado de recurso de red actual, con el fin de recuperar el servicio a partir de una interrupción, es decir, el servicio se puede recuperar, de forma fiable, de N interrupciones de fallo consecutivas. Evidentemente, los diversos servicios soportados por la red pueden tener un mismo requisito de resistencia a fallos, o pueden tener diferentes requisitos de resistencia a fallos, lo que no está aquí limitado.

Más concretamente, cuando se está planificando el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces, el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces puede ser planificado primero, para los fallos de (N-1) veces preestablecidos, en el dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de red preestablecida. En este proceso de planificación, se utiliza una regla de recuperación óptima de servicio interrumpido, es decir, cuando se produce un fallo en la red, se configura un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante el fallo para el servicio interrumpido. Por lo tanto, el recurso de recuperación, planificado de conformidad con la regla, para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos.

De hecho, un recurso de recuperación puede ser un dispositivo de red, tal como un relé, que puede poner en práctica el reenvío de servicios. Un servicio A, soportado por la red se utiliza a modo de un ejemplo. Por ejemplo, si el servicio A es enrutado desde un lugar de inicio S a un destino D, debido a que puede existir más de una ruta desde S a D, pueden existir múltiples opciones cuando se configura una ruta de recuperación para A. Por lo tanto, sigue todavía garantizado que el servicio se puede enrutar desde S a D cuando se interrumpe el servicio. Los diferentes recursos de recuperación corresponden a diferentes rutas de recuperación. En el método en esta forma de realización, cuando se está planificando un recurso de recuperación, el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces se planifica utilizando la regla de recuperación óptima de servicio interrumpido, es decir, un recurso de recuperación planificado utilizando una ruta óptima entre múltiples rutas de recuperación diferentes que corresponden a cada servicio durante una interrupción, se puede utilizar como un recurso de recuperación óptimo del servicio interrumpido, para recuperar el servicio interrumpido correspondiente. La ruta óptima en este documento puede ser, a modo de ejemplo, una ruta en la que el servicio se encamina en el menor tiempo posible, lo que no está limitado en este documento. Un recurso planificado en la forma anterior es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio. A modo de ejemplo, de forma opcional, fallos de una sola vez, fallos de dos veces, ..., y fallos de (N-1) veces en la red se pueden considerar en sentido transversal, y se planifica una fuente de recuperación en la red de conformidad con un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante cada fallo. De esta forma, cuando se produce un fallo de una sola vez, fallos de dos veces, ..., o fallos de (N-1) veces en la red, se puede garantizar que cada servicio interrumpido puede recuperarse de conformidad con una ruta óptima del servicio interrumpido.

De forma opcional, la información de planificación de red en este documento puede ser información de topología de red antes de que se planifique un recurso de recuperación, e información de ruta de funcionamiento de cada servicio soportado por la red.

A continuación, después de que se planifica el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, el dispositivo de transmisión óptica puede planificar, de conformidad con la información de planificación de la red, y el recurso de recuperación para resistencia a fallos de (N-1) veces, el recurso de recuperación para resistir los fallos de

N veces para los fallos de N veces preestablecidos. En este proceso de planificación, se utiliza una regla de recuperación óptima en la red completa, es decir, cuando se produce un fallo en la red, se configura un recurso de recuperación óptimo en la red completa para cada servicio interrumpido durante el fallo. Por lo tanto, el recurso de recuperación, planificado de conformidad con la regla, para resistir fallos de N veces, es un recurso de recuperación
 5 óptimo en la red completa que corresponde a los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces. A modo de ejemplo, la regla de recuperación óptima en la red completa, dada aquí a conocer, puede indicar que los menos recursos se ocupen por un servicio que puede resistir fallos de N veces. Se planifica un recurso de recuperación de conformidad con la regla; por lo tanto, cuando se producen fallos de N veces, se puede garantizar que la recuperación óptima de servicios interrumpidos en la red completa se puede poner en práctica, de forma fiable en
 10 una forma operativa que utilice la menor cantidad de recursos de recuperación. Evidentemente, en este caso, las rutas de recuperación de los servicios interrumpidos pueden no ser necesariamente óptimos, pero una cantidad total de recursos de recuperación utilizados para los servicios interrumpidos es la más pequeña desde una perspectiva de la red completa.

15 A continuación, se utiliza la resistencia a fallos de dos veces como un ejemplo para describir el proceso de planificación de recursos de recuperación anterior.

En primer lugar, la totalidad de los fallos de una sola vez se pueden considerar en sentido transversal, y cada fallo de una sola vez considerado en sentido transversal, en este caso, es el fallo de (N-1) previamente establecido
 20 anterior. A modo de ejemplo, si existen diez enlaces en la red, cada enlace puede interrumpirse una vez y, a continuación, para cada escenario operativo de fallo, si los recursos de la red son suficientes, se planifica un recurso de recuperación de conformidad con una ruta de recuperación óptima de un servicio interrumpido durante cada fallo de una sola vez, utilizando una regla de recuperación óptima de cada servicio interrumpido. Entonces, todos los fallos de dos veces pueden ser considerados, en sentido transversal. En un ejemplo, también hay diez enlaces en la
 25 red. Cualesquiera dos enlaces, entre los diez enlaces, se interrumpen una vez, y luego, para cada escenario operativo de fallo, si los recursos de la red son suficientes, se planifica un recurso de recuperación para los servicios interrumpidos durante fallos de dos veces mediante el uso de la regla de recuperación óptima en la red completa. A modo de ejemplo, si los recursos se pueden reducir debido a que un servicio y otro servicio comparten un recurso, los recursos de recuperación en la red pueden cambiar, con el fin de garantizar que hay pocos recursos de
 30 recuperación en la red completa.

Cuando el dispositivo de transmisión óptica planifica un recurso de recuperación, si la planificación se realiza para fallos de múltiples veces juntos, cuando cambia cualquier recurso de red, un resultado de planificación anterior puede hacerse no válido. La planificación es extremadamente difícil y, en realidad, es equivalente a un aumento de
 35 recursos mediante simulación o emulación, y es difícil garantizar un efecto de optimización de algoritmo. Si la planificación se realiza por separado múltiples veces de conformidad con una cantidad de veces de resistencia de fallo, es decir, los recursos de recuperación se planifican por separado, de conformidad con la regla de recuperación óptima para la red completa, para resistir un fallo de una sola vez, y resistir fallos de dos veces, después de que se planifique un recurso de recuperación para resistir fallos de dos veces, si se produce un fallo de una sola vez en la
 40 red, cuando se está recuperando un servicio que puede resistir un fallo de una sola vez, el servicio que puede resistir un fallo de una sola vez puede tener una mejor opción debido a que los recursos de la red pueden cambiar cuando se planifica un recurso de recuperación para fallos de dos veces. Por lo tanto, el servicio que puede resistir un fallo de una sola vez puede recuperarse de conformidad con un recurso de recuperación planificado para resistir un fallo de una sola vez, pero puede recuperarse de conformidad con el recurso de recuperación
 45 seleccionado que se planifica para resistir fallos de dos veces y, por lo tanto, es posible que no se pueda poner en práctica una resistencia fiable a fallos de dos veces. En el método en esta forma de realización, debido a que un recurso de recuperación, para resistir un fallo de una sola vez, se planifica de conformidad con un recurso de recuperación óptimo de un servicio interrumpido, si los recursos de la red son suficientes, después de que suceda un fallo de una sola vez, un servicio interrumpido durante cada fallo de una sola vez se recupera de conformidad con una ruta óptima del servicio interrumpido. Por lo tanto, incluso si se puede añadir, de nuevo, un recurso de red en un
 50 proceso de planificación de un recurso de recuperación para resistir fallos de dos veces, una ruta de recuperación del servicio interrumpido durante cada fallo de una sola vez no cambia. Es decir, cuando las rutas de recuperación de los servicios afectados en diferentes escenarios operativos de fallo se solapan, los recursos se comparten, y cuando las rutas de recuperación de los servicios afectados en diferentes escenarios operativos de fallo no se
 55 solapan, los recursos no se comparten. Por lo tanto, la acción de compartir se realiza solamente de forma pasiva, y aunque los recursos pueden reducirse por la realización de la acción de compartir, la ruta de recuperación de un servicio no cambia. Después de que se produzcan fallos de dos veces, puesto que, en este caso, se planifica un recurso de recuperación de conformidad con la regla óptima de red completa, se calcula una ruta de recuperación para un servicio interrumpido de conformidad con un recurso de red actual. Evidentemente, la ruta de recuperación, de la ruta interrumpida, en este caso puede ser incompatible con una ruta de recuperación óptima.

El método, dado a conocer en esta forma de realización, para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces incluye: la planificación, en un dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de red preestablecida, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos
 65 de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio

interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos; y la planificación, por el dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de la red, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa, que corresponde a los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces. En la técnica anterior, se planifica un recurso de recuperación sobre la base de si las rutas de funcionamiento de los servicios están separadas; por lo tanto, los recursos de recuperación de los servicios se comparten en un grado relativamente pequeño, lo que provoca un desperdicio de recursos. En las soluciones técnicas dadas a conocer en la presente invención, se planifica un recurso de recuperación basado en un fallo; por lo tanto, se reducen los costes de los recursos de recuperación y se mejora la fiabilidad de la planificación de los recursos de recuperación.

La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces de conformidad con la forma de realización 2 de la presente invención. Las etapas en esta forma de realización se realizan por un dispositivo de transmisión óptica. Tal como se ilustra en la Figura 2, el método incluye las etapas siguientes.

S200. La planificación, en el dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de red preestablecida, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos.

Las descripciones de esta etapa son las mismas que las de la etapa S100, y los detalles no se describen aquí de nuevo.

Además, la información de planificación de red anterior incluye información de topología de red antes de que se planifique un recurso de recuperación, e información de ruta de funcionamiento de servicios soportados por una red.

Más concretamente, esta etapa puede ponerse en práctica en la forma de circulación siguiente.

Las etapas siguientes (a) y (b) se realizan, de forma repetida, con el aumento de K hasta que K sea igual a N-1, en donde K aumenta de 1 en uno cada vez, y K, en este caso, es un número entero positivo.

(a) El dispositivo de transmisión óptica pasa a través de los fallos de K veces como fallos de K veces preestablecidos, y determina un recurso de recuperación óptimo que corresponde a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces.

Más concretamente, se puede deducir de los antecedentes de la invención que, los fallos de K veces significan que K enlaces en la red se hacen defectuosos y no se recuperan, o K nodos llegan a ser defectuosos y no se recuperan. Un fallo de enlace se utiliza como ejemplo a continuación para la descripción.

A modo de ejemplo, cuando K es igual a 1, todos los enlaces en la red se interrumpen una vez, y el dispositivo de transmisión óptica registra un servicio interrumpido durante cada fallo como un servicio interrumpido, durante un fallo de una sola vez, correspondiente a cada fallo y determina un recurso de recuperación óptimo que corresponde al servicio interrumpido durante el fallo de una sola vez, es decir, un recurso de red que puede hacer que el servicio interrumpido durante el fallo de una sola vez se recupere de conformidad con una ruta de recuperación óptima. Un método para determinar, específicamente, de conformidad con un recurso de red, un recurso de recuperación óptimo correspondiente a un servicio interrumpido es el mismo que en la técnica anterior, y los detalles no se describen aquí.

Cuando K es igual a 2, cualesquiera dos enlaces entre todos los enlaces en la red se interrumpen una vez, y se obtiene un recurso de recuperación óptimo correspondiente a los servicios interrumpidos durante fallos de dos veces de conformidad con el método anterior. Cuando K aumenta, el método es similar al método anterior y los detalles no se describen aquí.

Los fallos de K veces considerados, en sentido transversal, en esta etapa son los fallos de K veces preestablecidos.

(b) El dispositivo de transmisión óptica planifica, de conformidad con la información de planificación de red, y el recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces, un recurso de recuperación para resistir los fallos de K veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces.

Más concretamente, puesto que el recurso de recuperación óptimo, que corresponde a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces, ya se ha determinado en la etapa (a), el dispositivo de transmisión óptica puede planificar, de conformidad con la información de topología de red anterior, y la información de la ruta de funcionamiento de los servicios soportados por la red, y de conformidad con los diferentes requisitos de resistencia a fallos de diferentes servicios, el recurso de recuperación para resistir fallos de K veces, con el fin de asegurar que

cada servicio interrumpido, durante los fallos de K veces, se pueda recuperar de conformidad con una ruta de recuperación óptima del servicio interrumpido cuando se producen los fallos de K veces en la red.

5 S201. El dispositivo de transmisión óptica planifica, de conformidad con la información de planificación de red, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, un recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos.

Más concretamente, se pueden realizar las siguientes operaciones:

10 (c) El dispositivo de transmisión óptica, en primer lugar, pasa a través de los fallos de N veces como los fallos de N veces preestablecidos, y determina cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces. Este proceso es similar a la etapa anterior (a), y por ello, los detalles no se describen aquí de nuevo.

15 (d) El dispositivo de transmisión óptica puede planificar, de conformidad con el recurso de recuperación, que se planifica en la etapa S200, para resistir los fallos de (N-1) veces, y cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces, el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces. Concretamente, cuando se está realizando la planificación, se puede considerar de forma amplia, un grado de intercambio de recursos entre los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces, y se utiliza una regla de la menor cantidad de recursos en la red completa, es decir, cuando se produce un fallo en la red, se planifica un recurso de recuperación utilizando una regla de configuración de un recurso de recuperación óptimo de red completa para cada servicio interrumpido durante el fallo.

(e) El dispositivo de transmisión óptica actualiza el recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces.

25 Más concretamente, en realidad, después de que se planifique el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces, con el fin de asegurar que haya menos recursos en la red completa, el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces puede ser actualizado. A modo de ejemplo, un recurso de recuperación, en el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces, cuya utilización de recursos es menor que un valor preestablecido, se elimina y, a continuación, se realizan, de forma repetida, las etapas (c) y (d). De esta forma, puesto que los recursos de recuperación en la red cambian, también puede cambiar un recurso de recuperación de un servicio interrumpido y, además, puede cambiar el recurso de recuperación planificado para resistir los fallos de N veces. Si los recursos de recuperación añadidos recientemente en los recursos de recuperación, son nuevamente planificados durante este tiempo, para resistir fallos de N veces, son menos que los recursos de recuperación eliminados en los recursos de recuperación, planificados la última vez, para resistir fallos de N veces, se pone en práctica, una vez, la optimización en el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces. Las etapas anteriores se repiten, de esta forma, hasta que se alcanza una cantidad predeterminada de veces de repetición, de modo que se planifica un recurso de recuperación óptimo en la red completa.

40 S202. El dispositivo de transmisión óptica recupera un servicio interrumpido.

La planificación de un recurso de recuperación para un servicio es para garantizar que el servicio se pueda recuperar, de forma fiable, cuando se produce un fallo.

45 Más concretamente, cuando se produce un fallo en la red, el dispositivo de transmisión óptica puede en primer lugar, recuperar un servicio interrumpido de conformidad con un recurso de recuperación óptimo correspondiente al servicio interrumpido durante el fallo, y si al menos un servicio interrumpido no puede recuperarse, el dispositivo de transmisión óptica puede recuperar todos los servicios interrumpidos de conformidad con todos los recursos de recuperación en la red, es decir, el recurso de recuperación, que se planifica en la etapa S201, para resistir fallos de 50 (N-1) veces, y el recurso de recuperación, que se planifica en la etapa S202, para resistir los fallos de N veces.

A modo de ejemplo, si un requisito de resistencia a fallos de un servicio soportado por la red es resistir un máximo de fallos de cinco veces, en los primeros cuatro fallos, puesto que un recurso de recuperación está planificado de conformidad con una regla óptima de servicio único, se puede asegurar que todos los servicios interrumpidos se recuperan de forma fiable. Cuando se produce el quinto fallo en la red, es decir, otro enlace está defectuoso cuando no se recuperan los fallos de cuatro veces, debido a que, en este caso, se planifica un recurso de recuperación de conformidad con una regla de recuperación óptima en la red completa, si se recuperan los servicios interrumpidos de conformidad con la regla óptima de servicio único, puede producirse un error de recuperación causado por la preferencia de recursos. Por lo tanto, en este caso, un servicio interrumpido se puede recuperar, en primer lugar, de 60 conformidad con un recurso de recuperación óptimo correspondiente al servicio interrumpido durante el fallo, y no se puede realizar la recuperación, todos los servicios interrumpidos pueden recuperarse de conformidad con todos los recursos de recuperación disponibles en la red. La recuperación en este caso no garantiza, necesariamente, que todos los servicios se recuperen de conformidad con los recursos de recuperación óptimos, pero aun así se puede garantizar que todos los servicios se recuperen de manera fiable.

65

A continuación, se utiliza la recuperación de fallos de dos veces en una red de división de longitud de onda a modo de un ejemplo, para describir, en detalle, el proceso anterior de planificación de recursos y recuperación de servicios.

5 Tal como se ilustra en la Figura 3a, solamente tres servicios D1, D2 y D3 y dos nodos N1 y N2 se utilizan aquí, a modo de ejemplo, para su descripción, y los nodos N1 y N2 son nodos en rutas de recuperación de D1, D2 y D3. Tanto D1 como D2 son servicios que pueden resistir un fallo de una sola vez, y D3 es un servicio que puede resistir fallos de dos veces. Cuando se recupera D1 de un fallo de una sola vez, se requiere un relé de retransmisión en una ruta de recuperación de D1, y una posible localización del relé puede ser el nodo N1 o el nodo N2, es decir, D1 se puede recuperar cuando el relé se configura en cualquier posición de los dos nodos. Además, si tanto el nodo N1 como el nodo N2 tienen recursos de relés disponibles, el nodo N2 se utiliza, preferentemente, cuando se está recuperando D1. Conviene señalar que diferentes servicios pueden compartir un relé, y el relé se puede utilizar para poner en práctica la conversión desde una señal óptica a una señal eléctrica, amplificar la potencia de la señal y realizar una función de corrección de señal, para garantizar que un servicio pueda encaminarse, de forma fiable, hacia un destino. El relé, en este caso, es un recurso de recuperación correspondiente a D1, y el relé configurado en el nodo N2 es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a D1. De hecho, el relé anterior puede ser una placa de relé integrada en un nodo. Para D2, durante un fallo de una sola vez, se requiere, además, un relé en una ruta de recuperación de D2, y el relé se puede configurar solamente en el nodo N1. Además, el fallo de una sola vez de D1 es diferente del fallo de una sola vez de D2; por lo tanto, los dos servicios pueden compartir un relé en las rutas de recuperación, es decir, cuando se produce el fallo de una sola vez de D1, se puede recuperar D1 mediante el uso del relé, y cuando se produce el fallo de una sola vez de D2, D2 puede ser recuperado también utilizando el mismo relé. Para D3, durante el primer fallo, no se requiere ningún relé en una ruta de recuperación de D3, y el primer fallo de D3 es el mismo que el fallo de una sola vez de D1. Sin embargo, durante el segundo fallo de D3, se debe configurar un relé en una ruta de recuperación de D3, y el relé solamente se puede configurar en el nodo N2.

25 Si la planificación se realiza por separado en función de cada fallo, y la planificación se realiza cada vez de conformidad con una regla de ocupar la menor cantidad de recursos en la red completa, en este caso, los recursos de recuperación planificados por el dispositivo de transmisión óptica son dos relés, tal como se ilustra en la Figura 3b. Puesto que un relé configurado para D1 y D2 se puede compartir en el nodo N1, un recurso de recuperación para D1 y D2 es un relé R1 configurado en el nodo N1. Durante el primer fallo de D3, no se requiere ningún relé, y durante el segundo fallo, se configura un relé R2 en el nodo N2. En este caso, si se produce un fallo de una sola vez de D1 en la red, cuando se interrumpe D1 y se descubre que el relé R2 está disponible en el nodo N2 cuando se calcula una ruta de recuperación de D1 para D1, se selecciona R2 durante la recuperación del servicio de D1 puesto que el relé R2, en el nodo N2, se selecciona preferentemente para recuperar D1. En este caso D3, cuyo primer fallo es el mismo que el fallo de una sola vez de D1 también se recupera de una interrupción. Si se produce el segundo fallo, D3 se interrumpe, y puesto que un recurso de recuperación de D3, es decir, el relé R2, en el nodo N2, ya se está utilizando por D1, D3 no se puede recuperar sin el recurso de recuperación. Evidentemente, esta solución no puede garantizar la fiabilidad de la recuperación del servicio.

40 En comparación, los recursos de recuperación planificados utilizando el método dado a conocer en esta forma de realización, son tres relés. Tal como se ilustra en la Figura 3c, cuando el dispositivo de transmisión óptica planifica un recurso de recuperación para resistir un fallo de una sola vez, D1, D2 y D3 son servicios interrumpidos durante un fallo de una sola vez. Tal como se ilustra en la etapa S200, con el fin de resistir un fallo de una sola vez, el dispositivo de transmisión óptica puede configurar, de conformidad con la regla óptima de servicio único, el relé R2 en el nodo N2 para la recuperación de D1, y configurar el relé R1 en el nodo N1 para D2. Conviene señalar que, en este caso, aunque D1 puede compartir el relé en el nodo N1 con D2, la configuración del recurso de recuperación de relé de D1 no cambia, es decir, el relé requerido por D1 no está configurado en el nodo N1. Cuando D3 resiste un fallo de una sola vez, no es necesario configurar ningún relé. Cuando se planifican recursos de recuperación para resistir fallos de dos veces, D3 es un servicio interrumpido durante fallos de dos veces. Tal como se ilustra en la etapa S201, el dispositivo de transmisión óptica puede seguir la regla de recuperación óptima de red completa, es decir, un objetivo de reducción de los recursos de red, es decir, la menor cantidad de recursos de relé en esta forma de realización. Por lo tanto, el dispositivo de transmisión óptica puede configurar un relé R3 en el nodo N2 para D3. En este caso, si se produce un fallo de una sola vez de D1 en la red, cuando se interrumpe D1, se puede recuperar D1 de conformidad con una ruta óptima, es decir, se puede recuperar D1 utilizando el relé R2 en el nodo N2, y en este caso, D3, cuyo primer fallo es el mismo que el fallo de una sola vez de D1 que también se recupera de una interrupción. Si se produce un fallo de una sola vez de D2 en la red, cuando se interrumpe D2, D2 se puede recuperar, además, de conformidad con una ruta óptima, es decir, se puede recuperar D2 utilizando el relé R1 en el nodo N1. Si se produce el segundo fallo y se interrumpe D3, D3 se puede recuperar utilizando el relé R3 en el nodo N2. De esta forma, incluso si los recursos de la red aumentan debido a la planificación del recurso de recuperación para resistir fallos de dos veces, una ruta de recuperación de un servicio no cambia. Por lo tanto, no se produce el problema de que los servicios no puedan recuperarse, de manera fiable, debido a la preferencia de recursos entre los servicios.

65 Un servicio que puede resistir fallos de N veces se usa, además, a modo de un ejemplo, para describir el proceso de planificación anterior.

Tal como se ilustra en la Figura 4a, se supone que T1, T2 y T3 son, respectivamente, un servicio que puede resistir un fallo de una sola vez, un servicio que puede resistir fallos de dos veces, y un servicio que puede resistir fallos de N veces. Se requiere un relé cuando se está recuperando T1 de un fallo de una sola vez, y el relé se puede configurar en un nodo N1, o un nodo N3. Además, si tanto el nodo N1 como el nodo N3 tienen recursos de relé disponibles, el nodo N3 se utiliza, preferentemente, cuando T1 está siendo recuperado. T2 no necesita un relé cuando se recupera del primer fallo, pero necesita un relé cuando se recupera del segundo fallo, y el relé se puede configurar en un nodo N2, o el nodo N3. Además, si tanto el nodo N2 como el nodo N3 tienen recursos de relé disponibles, el nodo N3 se utiliza, preferentemente, cuando se recupera T2. T3 es un servicio que puede resistir fallos de N veces. Se supone que T3 no necesita un relé cuando se recupera de los primeros N-1 fallos, pero se requiere un relé en una ruta de recuperación de T3 para el N-ésimo fallo, y el relé solamente se puede configurar en el nodo N3.

Si la planificación se realiza por separado de conformidad con cada fallo, y la planificación se realiza cada vez de conformidad con una regla de ocupar la menor cantidad de recursos en la red completa, los recursos de recuperación planificados en este caso se ilustran en la Figura 4b. Un diagrama a la izquierda en la Figura 4b es el resultado de la planificación de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, y un diagrama a la derecha es un resultado de la planificación de un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces. Más concretamente, cuando se planifica un recurso de recuperación para resistir un fallo de una sola vez, el dispositivo de transmisión óptica puede configurar un relé R1 en el nodo N1 como un recurso de recuperación de T1, y durante un fallo de una sola vez, no es necesario configurar ningún relé en rutas de recuperación de T2 y T3.

Cuando se está planificando un recurso de recuperación para resistir fallos de dos veces, el recurso de recuperación todavía se configura utilizando la regla de recuperación óptima en la red completa, y el dispositivo de transmisión óptica puede configurar un relé R2 en el nodo N2 como un recurso de recuperación de T2. Puesto que T1 soporta solamente la resistencia a un fallo de una sola vez, no es necesario configurar un recurso de recuperación. T3 no necesita un recurso de relé cuando se está recuperando del segundo fallo.

Cuando se planifica un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces, el recurso de recuperación se configura de conformidad con la regla de recuperación óptima en la red completa, y un relé R3 en el nodo N3 puede configurarse como un recurso de recuperación de T3.

Después de que el relé R3 esté configurado en el nodo N3, este recurso de recuperación, es decir, el relé R3 se puede utilizar, además, como un recurso de recuperación configurado previamente para resistir fallos de (N-1) veces. Por lo tanto, si se produce el primer fallo en la red, cuando se interrumpe T1 y se calcula una ruta de recuperación de T1 para T1, se utiliza el relé R3 en el nodo N3. Cuando se produce el segundo fallo en la red, se interrumpe T2 y se puede recuperar T2, además, utilizando el relé R3 en el nodo N3. Por lo tanto, cuando se produce el fallo N-ésimo en la red, es probable que T3 no pueda recuperarse puesto que el recurso es solicitado preferiblemente para T1 y T2.

En comparación, cuando se está planificando un recurso de recuperación utilizando el método en esta forma de realización, puesto que los primeros N-1 fallos ocurren si los recursos son suficientes, el dispositivo de transmisión óptica configura un recurso de recuperación de conformidad con la información de planificación de red predeterminada y una regla de recuperación óptima de servicio interrumpido. Por lo tanto, no se produce un problema de prioridad de recursos. Más concretamente, tal como se ilustra en la Figura 4c, un diagrama a la izquierda en la Figura 4c es el resultado de la planificación de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, y un diagrama a la derecha es el resultado de la planificación de un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces.

Cuando se está planificando un recurso de recuperación para resistir un fallo de una sola vez, T1, T2 y T3 son servicios interrumpidos durante un fallo de una sola vez. El dispositivo de transmisión óptica puede configurar un relé R1 en el nodo N3 como un recurso de recuperación de T1 de conformidad con la regla de recuperación óptima de servicio interrumpido, y cuando T2 y T3 resisten un fallo de una sola vez, no es necesario configurar ningún relé.

Cuando se está planificando un recurso de recuperación para resistir fallos de dos veces, T1, T2 y T3 son servicios interrumpidos durante fallos de dos veces. El dispositivo de transmisión óptica puede configurar un relé R2 en el nodo N3 como un recurso de recuperación de T2 de conformidad con una regla óptima de servicio único. Puesto que T1 soporta solamente resistencia a un fallo de una vez, no es necesario planificar un recurso de recuperación para T1. Cuando T3 resiste un fallo de una sola vez, no es necesario configurar ningún relé.

Cuando se planifica un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, T1, T2 y T3 se interrumpen en su totalidad, es decir, T1, T2 y T3 son servicios interrumpidos durante fallos de (N-1) veces. T1 y T2 no admiten resistencia a fallos de (N-1) veces; por lo tanto, el dispositivo de transmisión óptica no necesita planificar recursos de recuperación para T1 y T2. T3 no necesita un recurso de relé cuando se recupera del fallo (N-1)-ésimo. Cuando se planifica un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces, el dispositivo de transmisión óptica puede configurar un relé R3 en el nodo N3 como un recurso de recuperación de T3, de conformidad con la regla de

recuperación óptima en la red completa. No es necesario planificar ningún recurso de recuperación para T1 y T2 puesto que T1 y T2 no admiten la resistencia a fallos de N veces.

De esta forma, cuando se produce un fallo, aunque los recursos de la red aumentan cuando el dispositivo de transmisión óptica planifica el recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces, puesto que los primeros N-1 servicios se recuperan de conformidad con rutas de recuperación óptimas, la preferencia de recursos causada por un aumento de los recursos de la red no se produce, y todos los servicios de la red se pueden recuperar de forma fiable.

El método, dado a conocer en esta forma de realización, para planificar un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces incluye: la planificación, en un dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos; y la planificación, por el dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de la red, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo de red completa que corresponde a los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces. En la técnica anterior, se planifica un recurso de recuperación en función de si las rutas de funcionamiento de los servicios están separadas o no; por lo tanto, los recursos de recuperación de los servicios se comparten en un grado relativamente pequeño, lo que provoca un desperdicio de recursos. En soluciones técnicas dadas a conocer en la presente invención, se planifica un recurso de recuperación basado en un fallo; por lo tanto, se reducen los costes de los recursos de recuperación y se mejora la fiabilidad de la planificación de los recursos de recuperación.

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de transmisión óptica para resistir fallos de N veces, de conformidad con la forma de realización 3 de la presente invención. Tal como se ilustra en la Figura 5, el dispositivo de transmisión óptica 1 para resistir fallos de N veces incluye un primer módulo de planificación 10 y un segundo módulo de planificación 11.

Más concretamente, el primer módulo de planificación 10 está configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos. El segundo módulo de planificación 11 está configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para los fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa, que corresponde a los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces.

Además, el primer módulo de planificación 10 está configurado, específicamente, para realizar, de forma repetida, las siguientes etapas con el aumento de K hasta que K sea igual a N-1, en donde K aumenta de 1 en uno cada vez: el paso a través de fallos de K veces como fallos de K veces preestablecidos; la determinación de un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces; y la planificación, de conformidad con la información de planificación de red, y el recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de K veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces.

Además, el segundo módulo de planificación 11 está configurado, específicamente, para: el paso a través de fallos de N veces como los fallos de N veces preestablecidos, y la determinación de cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces; planificar, de conformidad con el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, y cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces, el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces; para actualizar el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces; y para realizar, de forma repetida, las etapas anteriores hasta que se alcance una cantidad predeterminada de veces de repetición.

El dispositivo de transmisión óptica 1, dado a conocer en esta forma de realización, para resistir fallos de N veces, incluye: un primer módulo de planificación 10, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos; y un segundo módulo de planificación 11, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de la red, y el recurso de recuperación, para resistir fallos de (N-1) veces, un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa que corresponde a servicios interrumpidos durante los fallos de N veces. De conformidad

con las soluciones técnicas dadas a conocer en la presente invención, los costes de los recursos de recuperación se pueden reducir, y se puede mejorar la fiabilidad de la planificación de los recursos de recuperación.

La Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de transmisión óptica para resistir fallos de N veces de conformidad con la forma de realización 4 de la presente invención. Tal como se ilustra en la Figura 6, el dispositivo de transmisión óptica 2 para resistir fallos de N veces incluye un primer módulo de planificación 10, un segundo módulo de planificación 11 y un módulo de recuperación 20. El primer módulo de planificación 10, y el segundo módulo de planificación 11, son los mismos que los de la forma de realización anterior, y los detalles no se describen aquí de nuevo.

Más concretamente, el módulo de recuperación 20 está configurado para: cuando se produce un fallo en una red, recupera un servicio interrumpido de conformidad con un recurso de recuperación óptimo correspondiente al servicio interrumpido durante el fallo; y si no se obtiene la recuperación, recuperar todos los servicios interrumpidos de conformidad con todos los recursos de recuperación en la red.

El dispositivo de transmisión óptica 2, dado a conocer en esta forma de realización, para resistir fallos de N veces incluye: un primer módulo de planificación 10, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos; y un segundo módulo de planificación 11, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de la red, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa, que corresponde a los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces. De conformidad con las soluciones técnicas dadas a conocer en la presente invención, se pueden reducir los costes de los recursos de recuperación, y se puede mejorar la fiabilidad de la planificación de los recursos de recuperación.

En las diversas formas de realización, dadas a conocer en esta solicitud, ha de entenderse que el dispositivo y el método dados a conocer pueden ponerse en práctica de otras formas. A modo de ejemplo, la forma de realización del dispositivo descrito es simplemente a modo de ejemplo. La división de unidad o módulo es, a modo de ejemplo, simplemente una división de función lógica y puede ser otra división en la puesta en práctica real. Por ejemplo, una pluralidad de unidades o módulos se pueden combinar o integrar en otro sistema, o algunas características se pueden ignorar o no realizarse. Además, los acoplamientos mutuos mostrados o examinados, o acoplamientos directos o conexiones de comunicación, se pueden poner en práctica a través de algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos, o conexiones de comunicación, entre los dispositivos o módulos, se pueden poner en práctica en forma electrónica, mecánica u otras formas.

Los módulos descritos como partes separadas pueden, o no, estar físicamente separados, y las partes mostradas como módulos pueden, o no, ser módulos físicos, pueden situarse en una sola posición, o pueden distribuirse en una pluralidad de unidades de red. Algunos, o la totalidad, de los módulos se pueden seleccionar de conformidad con las necesidades reales con el fin de conseguir los objetivos de las soluciones de las formas de realización.

Los expertos en la técnica pueden entender que la totalidad, o algunas, de las etapas de las formas de realización del método se pueden poner en práctica mediante un programa que proporciona instrucciones al hardware pertinente. El programa se puede memorizar en un soporte de memorización legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan las etapas de las formas de realización del método. El soporte de memorización anterior incluye: cualquier soporte que pueda almacenar código de programa, tal como una memoria ROM, una memoria RAM, un disco magnético o un disco óptico.

Por último, conviene señalar que las formas de realización anteriores están destinadas simplemente a describir las soluciones técnicas de la presente invención, pero no para limitar el alcance de la presente invención. Aunque la presente invención se describe, en detalle, con referencia a las formas de realización anteriores, los expertos en la técnica deben entender que todavía se pueden realizar modificaciones a las soluciones técnicas descritas en las formas de realización anteriores, o realizar sustituciones equivalentes a algunas, o a la totalidad, de sus características técnicas, sin desviarse por ello del alcance de las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para planificar un recurso de recuperación para poder resistir fallos que se producen N veces, que comprende:

5 la planificación (S100, S200), en un dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, de un recurso de recuperación para resistir fallos que se producen (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor que o igual a 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde para cada servicio interrumpido el recurso de recuperación planificado al utilizar una ruta óptima entre múltiples rutas de recuperación diferentes, correspondientes al servicio durante una interrupción, se utiliza como recurso de recuperación óptimo del servicio interrumpido; y

15 la planificación (S101, S201), por el dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa que corresponde a los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces;

20 en donde la planificación, en el dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, comprende:

25 el paso, por el dispositivo de transmisión óptica, a través de los fallos que se producen N veces para un valor preestablecido de N y la determinación de cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;

30 la planificación, por el dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, y cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces, del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;

la actualización, por el dispositivo de transmisión óptica, del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces; y

35 la realización, de forma repetida, por el dispositivo de transmisión óptica, de las etapas anteriores hasta alcanzar una cantidad predeterminada de veces de repetición.

2. El método según la reivindicación 1, en donde la planificación, en un dispositivo de transmisión óptica, de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, de un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, comprende:

40 la realización, de forma repetida, por el dispositivo de transmisión óptica, de las siguientes etapas para aumentar K hasta que K sea igual a N-1, en donde K aumenta de 1 en uno cada vez:

45 el paso, a través de fallos de K veces como fallos de K veces preestablecidos; la determinación de un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces; y la planificación, de conformidad con la información de planificación de red y el recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de K veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces.

50 3. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, después de la planificación, en el dispositivo de transmisión óptica de conformidad con la información de planificación de red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, que comprende, además:

55 La recuperación (S202), por el dispositivo de transmisión óptica cuando se produce un fallo en una red, de un servicio interrumpido de conformidad con un recurso de recuperación óptimo correspondiente al servicio interrumpido durante el fallo; y si al menos un servicio interrumpido no se puede recuperar, se recuperan todos los servicios interrumpidos de conformidad con todos los recursos de recuperación en la red.

60 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la información de planificación de red comprende información de topología de red e información de ruta de funcionamiento de servicio.

65 5. Un dispositivo de transmisión óptica, que comprende:

- 5 un primer módulo de planificación, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red predeterminada, un recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces para fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde N es un número entero mayor o igual que 2, y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces es un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de (N-1) veces preestablecidos, en donde para cada servicio interrumpido el recurso de recuperación planificado utilizando una ruta óptima en múltiples rutas de recuperación diferentes, que corresponden al servicio durante una interrupción, se utiliza como el recurso de recuperación óptimo del servicio interrumpido; y
- 10 un segundo módulo de planificación, configurado para planificar, de conformidad con la información de planificación de red y el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces, un recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para fallos de N veces preestablecidos, en donde el recurso de recuperación para resistir los fallos de N veces es un recurso de recuperación óptimo en la red completa, correspondiente a los servicios interrumpidos durante los fallos de N veces;
- 15 en donde el segundo módulo de planificación está configurado específicamente para:
- el paso a través de los fallos de N veces como los fallos de N veces preestablecidos, y determinar cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;
- 20 la planificación, de conformidad con el recurso de recuperación para resistir fallos de (N-1) veces y cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces, del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de N veces;
- 25 la actualización del recurso de recuperación para resistir fallos de N veces; y
- la realización, de forma repetida, de las etapas anteriores hasta alcanzar una cantidad predeterminada de veces de repetición.
- 30 **6.** El dispositivo según la reivindicación 5, en donde el primer módulo de planificación está configurado, concretamente, para:
- la realización, de forma repetida, de las etapas siguiente aumentando K hasta que K sea igual a N-1, en donde K aumenta de 1 en uno cada vez:
- 35 el paso a través de fallos de K veces como fallos de K veces preestablecidos; la determinación de un recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces; y la planificación, de conformidad con la información de planificación de red, y el recurso de recuperación óptimo correspondiente a cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces, de un recurso de recuperación para resistir fallos de K veces para cada servicio interrumpido durante los fallos de K veces.
- 40 **7.** El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, que comprende, además:
- 45 un módulo de recuperación, configurado para: cuando se produce un fallo en una red, la recuperación de un servicio interrumpido de conformidad con un recurso de recuperación óptimo correspondiente al servicio interrumpido durante el fallo; y si al menos un servicio interrumpido no se puede recuperar, la recuperación de todos los servicios interrumpidos de conformidad con todos los recursos de recuperación en la red.
- 8.** El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la información de planificación de red comprende información de topología de red e información de ruta de funcionamiento del servicio.

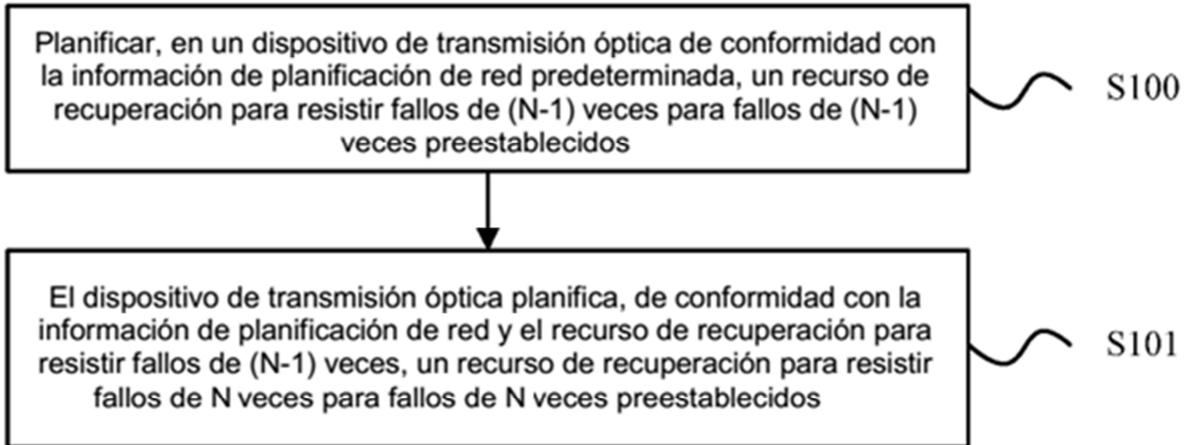


FIG. 1

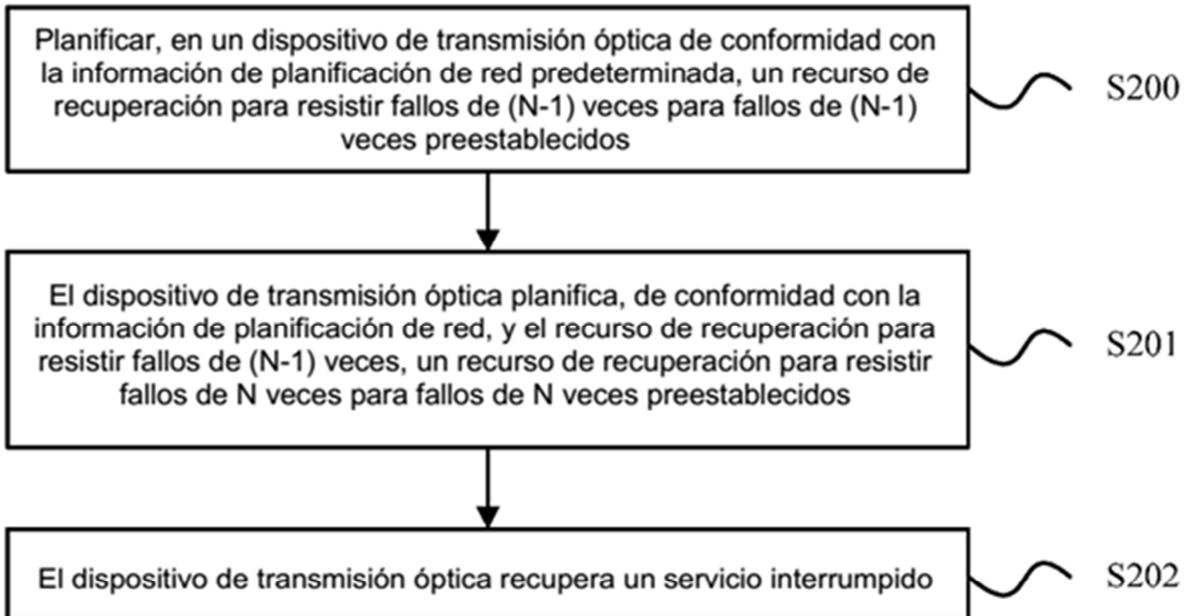


FIG. 2

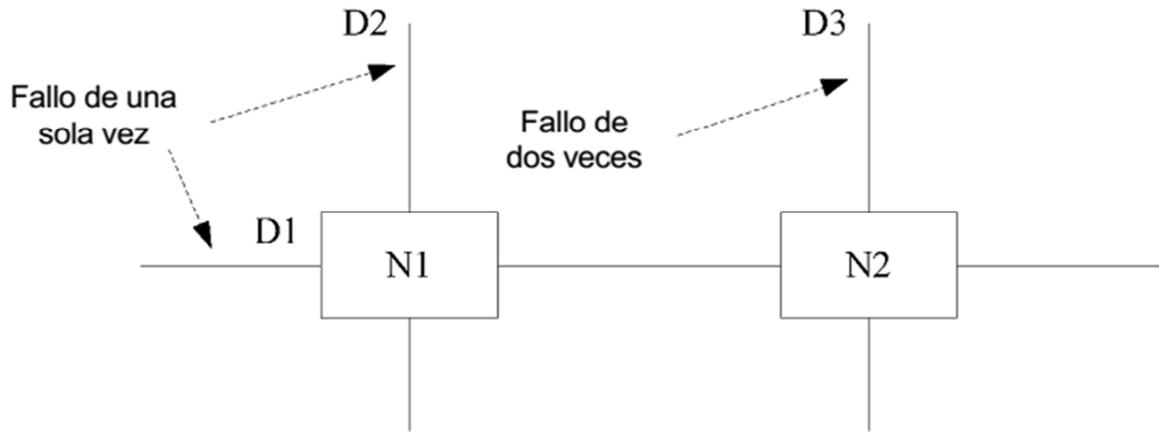


FIG. 3a

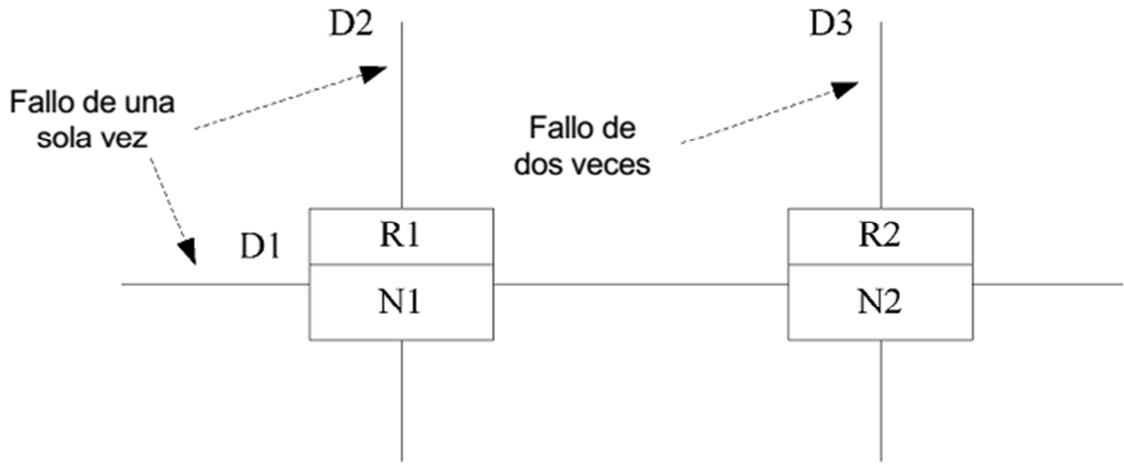


FIG. 3b

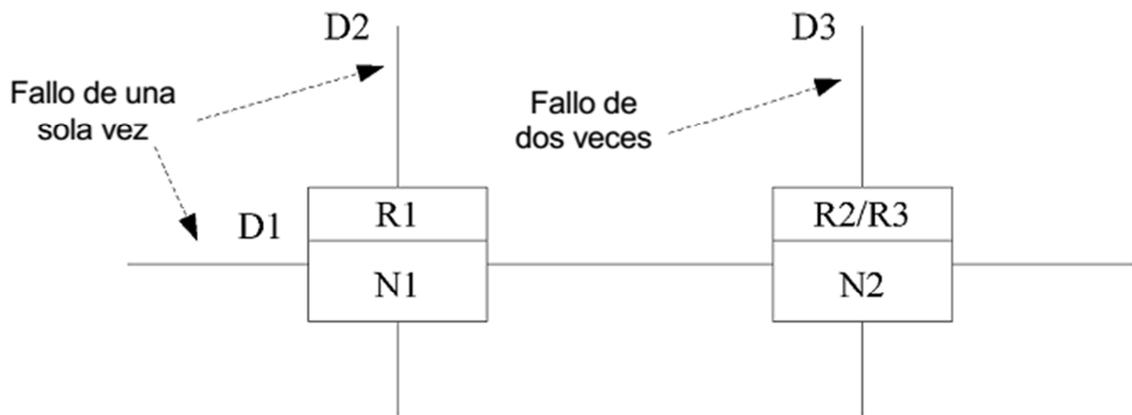


FIG. 3c

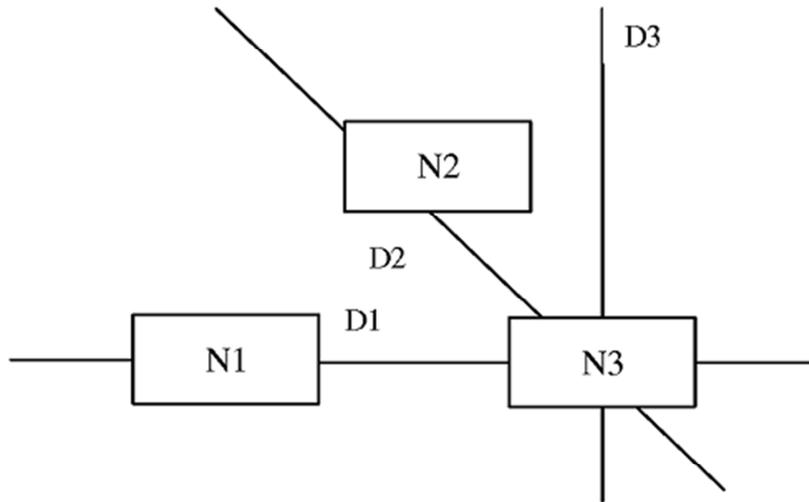


FIG. 4a

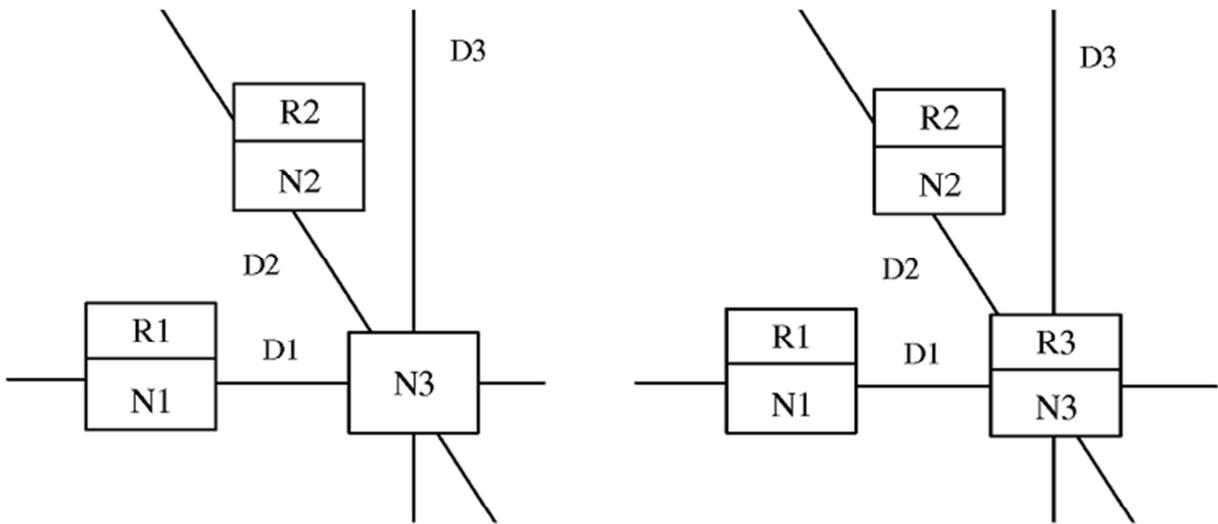


FIG. 4b

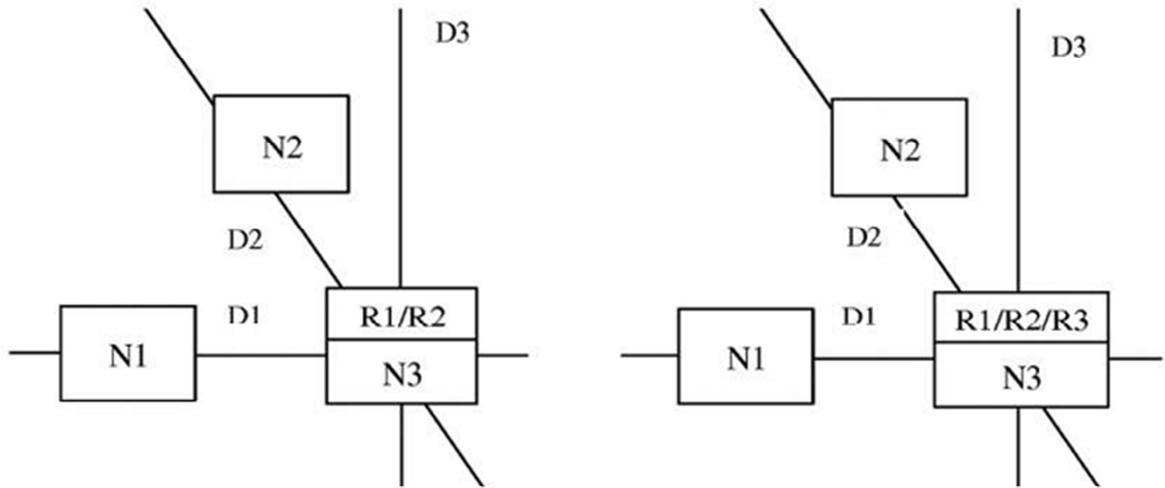


FIG. 4c

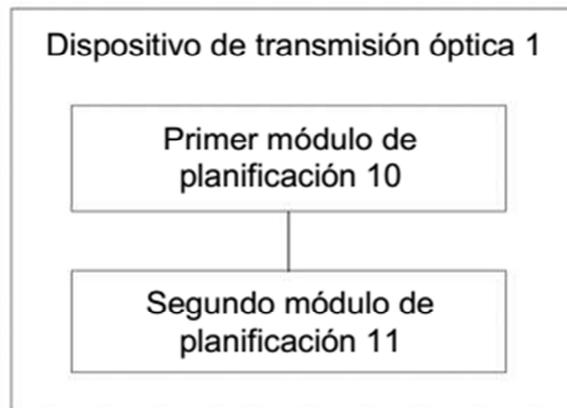


FIG. 5

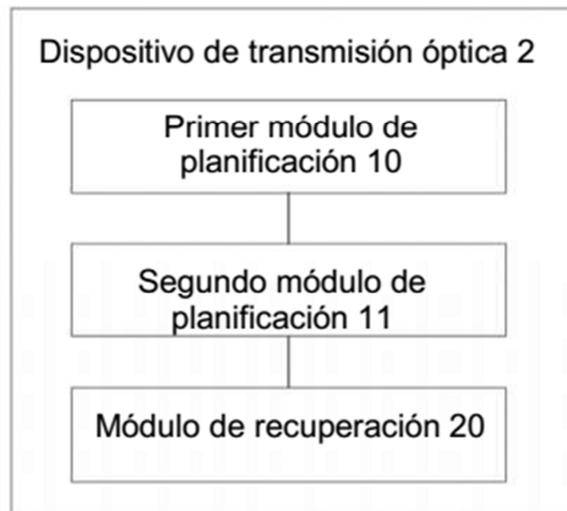


FIG. 6