

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 637**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)  
**H04L 12/26** (2006.01)  
**H04L 12/703** (2013.01)  
**H04L 12/751** (2013.01)  
**H04L 12/707** (2013.01)  
**H04L 12/741** (2013.01)  
**H04L 12/801** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2013 PCT/JP2013/080778**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO14077313**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2013 E 13856009 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 2922248**

54 Título: **Sistema de comunicación, dispositivo de control, método de control del mismo, y programa**

30 Prioridad:

**16.11.2012 JP 2012252425**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.03.2020**

73 Titular/es:

**NEC CORPORATION (100.0%)  
7-1, Shiba 5-chome Minato-ku  
Tokyo 108-8001, JP**

72 Inventor/es:

**HAYASHITANI, MASAHIRO y  
HASEGAWA, YOHEI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 745 637 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de comunicación, dispositivo de control, método de control del mismo, y programa

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un sistema de comunicación, un aparato de control, un método de control del aparato de control, y un programa. En particular, la presente invención se refiere a: un sistema de comunicación que incluye un aparato de control que controla una red de una forma centralizada; un aparato de control; un método de control del aparato de control; y un programa.

**Antecedentes de la invención**

10 En los años recientes se han visto operaciones de redes de transporte, que permiten recuperación de fallos en el plano de datos sin recurrir al plano de control. Los nodos incluidos en tal red de transporte son proporcionados con funciones de OAM (Operación Administración y Mantenimiento).

15 La publicación Kokai de patente japonesa No. JP2003-318983A describe una técnica que adopta GMPLS (Conmutación de Etiqueta de Multi Protocolo Generalizada) como el panel de control. Según el documento JP2003-318983A, cuando la recuperación de fallos se puede lograr mediante solo conmutadores ópticos (el plano de datos en JP2003-318983A), los conmutadores ópticos son conmutados. Si la recuperación de fallos no se puede lograr mediante solo tales conmutadores ópticos, el plano de control de GMPLS es controlado para lograr la recuperación de fallos.

20 Además, según la publicación de Kokai de patente japonesa No. JP2012-170161A, cuando ocurre un fallo solo en el plano de control en una red en la cual el plano de datos y el plano de control están formados por diferentes medios, la desconexión de un camino en el plano de datos durante el envío de datos es evitada.

La publicación Kokai de patente japonesa No. JP2007-053793A describe una técnica para lograr de manera eficiente la recuperación de múltiples fallos y similar mediante control distribuido.

25 La publicación Kokai de patente japonesa No. JP2008-066989A describe una técnica en la cual el plano de datos y el plano de control son gestionados de manera coordinada entre ellos. Según el documento JP2008-066989A, información de estado de rutas de confianza es adquirida mediante la sincronización del plano de datos y el plano de control.

30 Mediante la realización de la recuperación de fallos solo en el plano de datos sin recurrir al plano de control, se puede esperar una recuperación de fallos rápida. Sin embargo, si ocurren múltiples fallos, es difícil lograr una recuperación de fallos dependiendo solo del plano de datos. En tales casos, es necesario el control (control de ruta) para establecer una nueva ruta o rutas en el plano de control. Sin embargo, si el plano de control es también usado para un único fallo, cuya recuperación de fallos pueda ser esperada solo en el plano de datos, no se puede esperar una recuperación de fallos rápida.

Así, es deseable que la recuperación de fallos rápida en el plano de datos se realice cuando ocurre un único fallo y que una recuperación de fallos de confianza en el plano de control se realice cuando ocurren múltiples fallos.

35 En el plano de control según el documento JP2003-318983A, se realiza control distribuido mediante el uso de GMPLS. Así, más tiempo es requerido para determinar la ubicación o ubicaciones de un fallo o fallos, en comparación con el plano de control en el cual se realiza control centralizado. Además, aunque se gestione un único fallo, si se realiza control distribuido en el panel de control, la gestión de múltiples fallos es compleja. Como resultado, la recuperación de fallos de confianza no se puede lograr. Además, según la técnica descrita en el documento JP2003-318983A, el panel de control es notificado de la información de fallo después de que se determine que la recuperación de fallos en el plano de datos es imposible. Así, la recuperación de fallos en el panel de control se retrasa.

45 Además, la técnica descrita en el documento JP2012-170161A está dirigida para evitar la desconexión de un camino en el plano de datos cuando ocurre un fallo en el plano de control. Esto es, la técnica no tiene que ver con recuperación de fallos mediante el uso del plano de datos y el plano de control. Además, dado que la técnica descrita en el documento JP2007-053793A es una técnica de recuperación de fallos mediante el uso de control distribuido como en el documento JP2003-318983A, la gestión de múltiples fallos es compleja. Además, la técnica descrita en el documento JP2008-066989A realiza adquisición de información del estado de rutas de confianza mediante la coordinación del plano de datos y el plano de control. Esto es, un objeto principal de la técnica descrita en el documento JP2008-066989A no es la recuperación de fallos.

Los documentos WO98/24220 y WO99/09753 en el nombre de MCI Communications Corporation describen métodos y aparatos para analizar una red de telecomunicaciones y aislar fallos en la red.

El documento de Estados Unidos US6718480 en el nombre de Fujitsu Limited describe métodos y aparatos para la restauración de fallos de caminos de comunicación para una red con múltiples capas.

En vista de las circunstancias anteriores, hemos apreciado que sería deseable proporcionar: un sistema de comunicación en el cual la recuperación de fallos mediante una pluralidad de nodos y recuperación de fallos mediante un aparato de control que controla la pluralidad de nodos son usados de manera selectiva según sea apropiado; un aparato de control; y método de control del aparato de control; y un programa.

**5 Compendio de la invención**

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación, que comprende: una pluralidad de nodos cada uno de los cuales incluye funciones de Operación Administración y Mantenimiento; y un aparato de control que controla la pluralidad de nodos; donde cada uno de la pluralidad de nodos transmite una notificación de cambio de estado que incluye información sobre al menos un puerto afectado por al menos un fallo que ha ocurrido en una red compuesta por la pluralidad de nodos al aparato de control; y donde el aparato de control determina si realizar control de rutas en la red, control de rutas que incluye buscar un camino que evite un fallo que ha ocurrido en la red, en base a la notificación de cambio de estado y la información del camino y la información de la topología para la red; donde cuando un número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 1 o menos, el camino formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, el aparato de control determina no realizar el control de rutas, dejando que el fallo o fallos que ocurren en la red se recuperen mediante las funciones de Operación Administración y Mantenimiento de la pluralidad de nodos; y donde cuando el número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 2 o más, el aparato de control determina si realizar o no el control de rutas para recuperar los fallos ocurridos en la red.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de control correspondiente.

Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de control del aparato de control correspondiente.

Según un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un programa, que hace que un ordenador ejecute el método de control del aparato de control.

Este programa puede ser grabado en un medio legible por un ordenador. El medio de almacenamiento puede ser un medio de almacenamiento no transitorio tal como una memoria semiconductora, un disco duro, un medio de grabación magnético, o un medio de grabación óptico. La presente invención puede ser realizada como un producto de programa informático.

Según cada aspecto de la presente invención, se proporcionan: un sistema de comunicación en el cual la recuperación de fallos mediante una pluralidad de nodos y recuperación de fallos mediante un aparato de control que controla la pluralidad de nodos son usados de manera selectiva según sea apropiado; un aparato de control; y un método de control del aparato de control; y un programa.

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 ilustra un esquema de una realización ejemplar.

La Figura 2 ilustra una configuración ejemplar de un sistema de comunicación según una primera realización ejemplar.

La Figura 3 ilustra una configuración interna ejemplar de un aparato 20 de control.

La Figura 4 ilustra información de la topología ejemplar.

La Figura 5 ilustra información del camino ejemplar.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra una operación del sistema de comunicación según la primera realización ejemplar.

La Figura 7 ilustra una operación realizada cuando un único camino es afectado por un fallo.

La Figura 8 ilustra una operación realizada cuando tanto un camino activo como un camino de espera son afectados por fallos, respectivamente.

La Figura 9 ilustra una operación realizada cuando una pluralidad de caminos activos es afectada por fallos, respectivamente.

La Figura 10 ilustra una operación realizada cuando una pluralidad de caminos activos es afectada por fallos, respectivamente, los caminos que no comparten un camino de espera.

La Figura 11 ilustra una configuración interna ejemplar de un aparato 20a de control según una segunda realización ejemplar.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra una operación de un sistema de comunicación según la segunda realización ejemplar.

La Figura 13 ilustra una operación de determinación de una ruta de derivación.

5 La Figura 14 ilustra una configuración ejemplar de un sistema de comunicación según una tercera realización ejemplar.

La Figura 15 ilustra una configuración interna ejemplar de un controlador 30 de OpenFlow.

La Figura 16 ilustra una configuración interna ejemplar de un conmutador 40 de OpenFlow.

La Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra una operación del sistema de comunicación según la tercera realización ejemplar.

10 La Figura 18 ilustra mensajes de Estado\_puerto ejemplares.

La Figura 19 ilustra una operación de reconocimiento de las ubicaciones afectadas por un fallo realizado por una unidad 33 de determinación de control de rutas.

La Figura 20 ilustra una operación realizada cuando el controlador 30 de OpenFlow no está implicado en una recuperación de fallos.

15 La Figura 21 ilustra tablas de flujos y tablas de grupos ejemplares.

La Figura 22 ilustra la configuración de una ruta de derivación realizada por el controlador 30 de OpenFlow.

La Figura 23 ilustra tablas ejemplares actualizadas por mensajes de Mod\_flujo.

La Figura 24 ilustra tablas ejemplares actualizadas por mensajes de Mod\_flujo.

#### **Descripción detallada de realizaciones ejemplares**

20 Primero, un esquema de una realización ejemplar será descrito con referencia a la Figura 1. En el siguiente esquema, varios componentes son denotados mediante caracteres de referencia por conveniencia. A saber, los siguientes caracteres de referencia son usados meramente como ejemplos para facilitar la comprensión de la presente invención. Así, la descripción del esquema no pretende poner ninguna limitación en la presente invención.

25 Como se describió anteriormente, la recuperación de fallos rápida puede ser esperada mediante el logro de una recuperación de fallos solo en el plano de datos sin recurrir al plano de control. Sin embargo, si ocurren múltiples fallos, es difícil lograr recuperación de fallos dependiendo solo del plano de datos. Así, se demanda un sistema de comunicación en el cual la recuperación de fallos rápida en el plano de datos y la recuperación de fallos de confianza en el plano de control son usadas de manera selectiva según sea apropiado. En una realización ejemplar, la recuperación de fallos en el plano de datos se logra mediante una pluralidad de nodos que incluyen funciones de OAM, por ejemplo. Además, en una realización ejemplar, la recuperación de fallos en el plano de control se logra mediante un aparato de control que realiza control de rutas en una red compuesta por la pluralidad de nodos, por ejemplo. En una realización ejemplar, el plano de datos está formado por la pluralidad de nodos. Además, en una realización ejemplar, el plano de control está formado por el aparato de control. Además, en una realización ejemplar, el plano de datos puede ser considerado como una capa inferior, y el plano de control puede ser considerado como una capa superior del plano de datos (la capa inferior).

30 Un sistema de comunicación ilustrado en la Figura 1 es proporcionado como un ejemplo. El sistema de comunicación ilustrado en la Figura 1 incluye: una pluralidad de nodos 100 que incluyen funciones de OAM; y un aparato 101 de control que controla la pluralidad de nodos 100. Cada uno de los nodos 100 transmite una notificación de cambio de estado al aparato 101 de control. La notificación incluye información sobre un puerto o puertos afectados por un fallo o fallos que han ocurrido en una red compuesta por los nodos 100. El aparato 101 de control determina si realizar control de rutas en la red en base a la notificación de cambio de estado e información sobre una composición de la red.

40 Si el aparato 101 de control determina que no hay necesidad de realizar control de rutas en el plano de control, el aparato 101 de control no realiza ninguna operación particular. El aparato 101 de control deja la recuperación del fallo o fallos que han ocurrido en la red al plano de datos. Esto es, cuando una recuperación de un fallo o fallos puede esperarse en el plano de datos, por ejemplo, cuando ocurre un único fallo, el aparato 101 de control no está implicado en la operación de recuperación de fallos. Como resultado, en el sistema de comunicación ilustrado en la Figura 1, la recuperación de fallos rápida en el plano de datos puede lograrse.

50 Sin embargo, si el aparato 101 de control determina realizar el control de rutas en el plano de control, el aparato 101 de control realiza un control de rutas apropiado en una pluralidad de nodos 100. De este modo, cuando la

recuperación de fallos en el plano de datos no se espera, por ejemplo, cuando ocurren múltiples fallos, la recuperación de fallos de confianza puede lograrse.

En adelante, se describirán realizaciones ejemplares específicas en más detalle con referencia a los dibujos.

Primera realización ejemplar

5 Una primera realización ejemplar será descrita con referencia a los dibujos.

La Figura 2 ilustra una configuración ejemplar de un sistema de comunicación según la primera realización ejemplar. La Figura 2 ilustra una configuración que incluye los nodos 10-1 a 10-4 y un aparato 20 de control que controla los nodos 10-1 a 10-4 de una forma centralizada. En la primera realización ejemplar, el plano de datos es una red formada por la pluralidad de nodos 10-1 a 10-4. Además, en la primera realización ejemplar, el plano de control está formado por el aparato 20 de control. El plano de datos puede ser considerado como una capa inferior, y el plano de control puede ser considerado como una capa superior del plano de datos (la capa inferior).

El aparato 20 de control establece reglas de procesamiento (esto es, reglas de manejo de paquetes, denominadas en este documento como “operaciones de manejo de paquetes”) en los nodos 10-1 a 10-4, y estas operaciones de manejo de paquetes definen el procesamiento realizado en los paquetes recibidos por los nodos 10-1 a 10-4. Los nodos 10-1 a 10-4 realizan procesamiento de paquetes (envío de paquetes) según las operaciones de manejo de paquetes respectivas establecidas por el aparato 20 de control.

En la red ilustrada en la Figura 2, los caminos son establecidos entre los nodos 10-1 a 10-4. Más específicamente, los caminos P01 y P02 son establecidos en la Figura 2. El camino P01 es un camino activo (una línea continua en la Figura 2), y el camino P02 es un camino de espera (una línea punteada en la Figura 2). Cuando ocurre un fallo en el camino P01 activo, el camino P02 de espera es usado como una ruta de reserva. En la siguiente descripción, cualquiera de los nodos 10-1 a 10-4 será referido como “nodo 10” a menos que los nodos 10-1 a 10-4 necesiten ser distinguidos entre ellos.

Cuando se detecta la desconexión de una señal de comunicación, un nodo 10 transmite una notificación de cambio de estado al aparato 20 de control. En base a la notificación de cambio de estado transmitida desde el nodo 10 y la información de la topología y la información del camino almacenadas en el aparato 20 de control, el aparato 20 de control determina si realizar control de rutas para lograr la recuperación de un fallo que ha ocurrido en la red y realiza control de rutas según sea apropiado. La notificación de cambio de estado, la información de la topología, y la información del camino serán descritas a continuación en detalle.

La Figura 3 ilustra una configuración interna ejemplar del aparato 20 de control. El aparato 20 de control incluye una unidad 21 de gestión de composición de la red, una base de datos 22 de composición de la red (DB composición de la red), una unidad 23 de determinación de control de rutas, una unidad 24 de comunicación que se comunica con los nodos 10 etc.

La unidad 21 de gestión de composición de la red recibe información de la topología e información del camino desde un administrador de red a través de la unidad 24 de comunicación. La unidad 21 de gestión de composición de la red registra la información de la topología recibida y la información del camino en la DB 22 de composición de la red. De manera alternativa, el aparato 20 de control puede comunicarse mutuamente con los nodos 10, recopilar la información de la topología y la información del camino, y registrar la información de la topología y la información del camino recopilada en la DB 22 de composición de la red.

La unidad 23 de determinación de control de rutas recibe notificaciones de cambios de estados desde los nodos 10 a través de la unidad 24 de comunicación. Cuando recibe las notificaciones de cambios de estados, la unidad 23 de determinación de control de rutas se refiere a la información de la topología y la información del camino almacenadas en la DB 22 de composición de la red. La unidad 23 de determinación de control de rutas determina si se necesita el control de rutas para recuperarse del fallo en base a las notificaciones de cambios de estados, la información de la topología, y la información del camino (determina si realizar control de rutas).

Si la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que el control de rutas no es necesario para la recuperación del fallo (determina no realizar control de rutas), la unidad 23 de determinación de control de rutas no realiza ninguna operación particular. En contraste, si la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que el control de rutas es necesario para recuperarse del fallo (determina realizar control de rutas), la unidad 23 de determinación de control de rutas da instrucciones para determinar una ruta de derivación a un componente (no ilustrado) que determina la ruta de derivación, por ejemplo. De manera alternativa, la unidad 23 de determinación de control de rutas puede usar la unidad 24 de comunicación o similar para notificar al administrador de red que es necesario el control de rutas para la recuperación del fallo. Cuando se le notifica tal información, el administrador de la red establece un camino necesario para recuperarse del fallo entre los nodos 10 relevantes. De manera alternativa, el aparato 20 de control puede comunicarse mutuamente con los nodos 10, para recopilar la información de la topología y la información del camino, y registrar la información de la topología y la información del camino recopilada en la DB 22 de composición de la red.

Cada unidad (medio de procesamiento) del aparato 20 de control ilustrada en la Figura 3 puede ser realizada mediante un programa informático que causa que un ordenador que constituye la unidad correspondiente use su hardware y ejecute el correspondiente procesamiento descrito a continuación.

5 Una notificación de cambio de estado transmitida desde un nodo 10 incluye información sobre un puerto cuyo estado ha sido cambiado. Por ejemplo, cuando un nodo 10 sufre un fallo del enlace, el nodo 10 transmite una notificación de cambio de estado que incluye información sobre el puerto correspondiente al enlace que no está funcionando.

La información de la topología es información sobre la topología (el modo de conexión) de la red controlada por el aparato 20 de control. La información de la topología incluye información sobre los puertos que conectan los nodos 10.

10 La Figura 4 ilustra información de la topología ejemplar. La ilustración del aparato 20 de control es omitida en las topologías de red en la Figura 4 y los dibujos posteriores. La Figura 4(a) ilustra la topología de la red controlada por el aparato 20 de control. En la Figura 4(a), los números añadidos alrededor de líneas continuas que conectan los nodos 10-1 a 10-4 representan puertos de conexión de los nodos. La Figura 4(b) ilustra información de la topología ejemplar en la cual la topología ilustrada en la Figura 4(a) está organizada.

15 La información del camino es información sobre los caminos en la red controlados por el aparato 20 de control. La información del camino incluye información sobre caminos activos y de espera. Más específicamente, la información del camino incluye información sobre los nodos ubicados en cada camino e información sobre una asociación entre caminos activos y de espera.

20 La Figura 5 ilustra información del camino ejemplar. Como se ilustra en la Figura 5(a), dos caminos (caminos P01 y P02) se establecen en la topología ilustrada en la Figura 4(a).

El camino P01 es un camino activo en el cual los nodos 10-1 y 10-4 están ubicados. El camino P02 es un camino de espera en el cual los nodos 10-1, 10-2, y 10-4 están ubicados.

25 La Figura 5(b) ilustra información del camino ejemplar en la cual estos elementos de información están organizados. Como se puede ver a partir de la Figura 5(b), el aparato 20 de control reconoce que el camino P02 es el camino de espera para el camino P01 que sirve como un camino activo.

A continuación, una operación ejemplar según la presente realización ejemplar será descrita con referencia a los dibujos. La Figura 6 es solo un ejemplo, y la operación del sistema de comunicación según la presente realización ejemplar no está limitada a la ilustrada en el diagrama de flujo en la Figura 6. La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra una operación del sistema de comunicación según la primera realización ejemplar.

30 En el paso S01, la unidad 23 de determinación de control de rutas en el aparato 20 de control recibe notificaciones de cambios de estados a través de la unidad 24 de comunicación.

35 En el paso S02, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina qué camino o caminos están afectados por un fallo o fallos que han ocurrido en la red, en base a la información sobre los puertos cuyos estados han sido cambiados, la información de la topología, y la información del camino. La información sobre los puertos está incluida en las notificaciones de cambios de estados recibidas.

40 En el paso S03, después de determinar el camino o caminos afectados, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina el número de caminos afectados. Si el número de caminos afectados es 1 o menos, la unidad 23 de determinación de control de rutas finaliza el presente procesamiento en la Figura 6 (Sí en el paso S03). Si el número de caminos afectados es 1 o menos, tanto si el camino es un camino activo como si es un camino de espera, el aparato 20 de control no realiza ninguna operación particular. Esto es, si el número de caminos afectados es 1 y el camino es un camino activo, las funciones de OAM de los nodos 10 relevantes activan un camino de espera. De este modo, el nodo 10 logra la recuperación de fallos por sí mismo. En contraste, si el número de caminos afectados es 1 y el camino es un camino de espera, dado que no hay afectación de un camino activo, el enlace se mantiene.

45 La Figura 7 ilustra una operación realizada cuando un único camino es afectado por un fallo. La siguiente descripción se hará asumiendo que un fallo ha ocurrido en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4 en la red ilustrada en las Figuras 4 y 5. Si el fallo ocurre, cada uno de los nodos 10-1 y 10-4 transmite una notificación de cambio de estado al aparato 20 de control.

50 A partir de las notificaciones de cambios de estados, la unidad 23 de determinación de control de rutas reconoce que el estado de un puerto 2 del nodo 10-1 y el estado de un puerto 2 del nodo 10-4 ha cambiado. Mediante la referencia a la información sobre los puertos 2 de los nodos 10-1 y 10-4 respectivos en la información de la topología, la unidad 23 de determinación de control de rutas reconoce que un fallo ha ocurrido en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4. Además, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina el camino afectado a partir de las ubicaciones afectadas por el fallo en el enlace (los nodos 10-1 y 10-4 en el ejemplo en la Figura 7) y la información del camino.

En el ejemplo en la Figura 7, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que el camino P01 activo está afectado por el fallo. Dado que solo un camino activo está afectado, las funciones de OAM pueden lograr la recuperación de fallos en el plano de datos. Esto es, en el caso de un único fallo, la recuperación de fallos rápida puede lograrse sin recurrir al panel de control.

- 5 Si el número de caminos afectados es 2 o más (No en el paso S03), la unidad 23 de determinación de control de rutas realiza los pasos necesarios entre los pasos S04 al S07. Esto es, cuando ocurren múltiples fallos en la red, la unidad 23 de determinación de control de rutas puede realizar los pasos necesarios entre los pasos S04 al S07.

10 En el paso S04 en la Figura 6, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina si tanto un camino activo como un camino de espera asociado con él son afectados por fallos. Si tanto el camino activo como el camino de espera están afectados por fallos (Sí en el paso S04), la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que el control de rutas es necesario (determina realizar control de rutas), la unidad 23 de determinación de control de rutas realiza control de rutas (paso S06).

15 La Figura 8 ilustra una operación realizada cuando tanto un camino activo como un camino de espera son afectados por fallos, respectivamente. En la Figura 8, un fallo también ha ocurrido en el enlace entre los nodos 10-2 y 10-4, además del fallo en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4.

20 En tal caso, a partir de las notificaciones de cambios de estados transmitidas desde los nodos 10-1, 10-2, y 10-4, la unidad 23 de determinación de control de rutas reconoce que el estado del puerto 2 del nodo 10-1, el estado de un puerto 2 del nodo 10-2, y los estados de un puerto 1 y el puerto 2 del nodo 10-4 han sido cambiados. Mediante la referencia a la información sobre cada uno de los puertos en la información de la topología, la unidad 23 de determinación de control de rutas reconoce que un fallo ha ocurrido en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4 y entre los nodos 10-2 y 10-4. Además, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina los caminos afectados a partir de las ubicaciones afectadas por los fallos en los enlaces (los nodos 10-1, 10-2, y 10-4 en el ejemplo en la Figura 8) y la información del camino.

25 En el ejemplo en la Figura 8, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que el camino P01 que sirve como un camino activo y el camino P02 que sirve como un camino de espera asociado con el camino P01 están afectados por los fallos. Dado que tanto un camino activo y un camino de espera preparado como reserva de un camino activo están afectados por fallos, el uso de las funciones de OAM no puede lograr la recuperación de fallos en el plano de datos. Así, la recuperación de fallos en el plano de control mediante el uso del aparato 20 de control es realizada (paso S06).

- 30 Si tanto un camino activo como un camino en espera correspondiente a él no están afectados por fallos (No en el paso S04), la unidad 23 de determinación de control de rutas realiza el paso S05.

35 En el paso S05, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina si una pluralidad de caminos activos que comparten un camino en espera es afectada por fallos. Si tales caminos activos son afectados por fallos (Sí en el paso S05), la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que el control de rutas es necesario (determina realizar control de rutas), la unidad 23 de determinación de control de rutas realiza control de rutas (paso S07).

40 La Figura 9 ilustra una operación realizada cuando una pluralidad de caminos activos es afectada por fallos, respectivamente. La Figura 9 será descrita asumiendo que la información del camino ilustrada en la Figura 9(b) sobre la topología ilustrada en la Figura 4(a) ha sido establecida. Tres caminos (caminos P01 a P03) son formados en una red ilustrada en la Figura 9(a).

El camino P01 es un camino activo en el cual los nodos 10-1 y 10-4 están ubicados. El camino P03 es un camino activo en el cual los nodos 10-1, 10-3, y 10-4 están ubicados.

El camino P02 es un camino de espera en el cual los nodos 10-1, 10-2, y 10-4 están ubicados.

El camino P02 es un camino de espera para los caminos P01 y P03.

- 45 La Figura 9(b) ilustra información del camino en la cual estos elementos de información están organizados. Además, en la Figura 9(a), un fallo ha ocurrido en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4 y entre los nodos 10-3 y 10-4.

50 Cada uno de los nodos 10-1, 10-3, y 10-4 transmite una notificación de cambio de estado al aparato 20 de control. A partir de las notificaciones de cambios de estados recibidas, el aparato 20 de control reconoce que los estados del puerto 2 del nodo 10-1, un puerto 2 del nodo 10-3, y el puerto 2 y el puerto 3 del nodo 10-4 han sido cambiados. Mediante la referencia a la información sobre cada uno de los puertos en la información de la topología, la unidad 23 de determinación de control de rutas reconoce que ha ocurrido un fallo en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4 y entre los nodos 10-3 y 10-4. Además, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina los caminos afectados por los fallos en los enlaces (el nodo 10-1, 10-3, y 10-4 en el ejemplo de la Figura 9) y la información del camino. En el ejemplo en la Figura 9, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que los caminos P01 y P03 activos son los caminos afectados por los fallos.

Mediante la referencia a la información del camino, la unidad 23 de determinación de control de rutas puede reconocer que estos dos caminos activos (el camino P01 y el P03) comparten el camino P02 que sirve como un camino de espera. Cuando ocurren los fallos en dos caminos activos que comparten un camino de espera, aun si se usan las funciones de OAM en el plano de datos, uno de los fallos en los caminos activos no puede ser eliminado. Así, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina realizar recuperación de fallos en el plano de control mediante el uso del aparato 20 de control (paso S07).

La Figura 10 ilustra una operación realizada cuando una pluralidad de caminos activos es afectada por fallos, respectivamente, y los caminos no comparten un camino de espera. La Figura 10(a) ilustra una red que incluye un nodo 10-5 además de los nodos en la red ilustrada en la Figura 4(a). La Figura 10(b) ilustra la información de la topología en la cual la topología ilustrada en la Figura 10(a) está organizada.

Cuatro caminos (los caminos P01 a P04) están formados en la red en la Figura 10(a).

El camino P01 es un camino activo en el cual los nodos 10-1 y 10-4 están ubicados.

El camino P03 es un camino activo en el cual los nodos 10-1, 10-3, y 10-4 están ubicados.

El camino P02 es un camino de espera en el cual los nodos 10-1, 10-2, y 10-4 están ubicados y que es establecido como un camino de espera para el camino P01.

El camino P04 es un camino de espera en el cual los nodos 10-1, 10-5, y 10-4 están ubicados y que es establecido como un camino de espera para el camino P03.

La Figura 10(c) ilustra la información del camino en la cual estos elementos de información están organizados.

En la Figura 10(a), como en la Figura 9(a), ha ocurrido un fallo en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4 y entre los nodos 10-3 y 10-4. Así, cada uno de los nodos 10-1, 10-3, y 10-4 transmite una notificación de cambio de estado al aparato 20 de control. A partir de las notificaciones de cambios de estados recibidas, el aparato 20 de control reconoce que los estados del puerto 2 del nodo 10-1, el puerto 2 del nodo 10-3, y los puertos 2 y 3 del nodo 10-4 han sido cambiados.

Mediante la referencia a la información sobre cada uno de los caminos anteriores en la información de la topología, la unidad 23 de determinación de control reconoce que un fallo ha ocurrido en el enlace entre los nodos 10-1 y 10-4 y entre los nodos 10-3 y 10-4. Además, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina los caminos afectados a partir de las ubicaciones afectadas por los fallos en los enlaces (los nodos 10-1, 10-3, y 10-4 en el ejemplo en la Figura 8) y la información del camino. En el ejemplo en la Figura 10, la unidad 23 de determinación de control de rutas determina que los caminos P01 y P03 que sirven como caminos activos son afectados por fallos. Mediante la referencia a la información del camino, la unidad 23 de determinación de control de rutas puede reconocer que estos dos caminos activos (los caminos P01 y P03) no comparten un camino de espera. Así, las funciones de OAM realizan la recuperación de fallos en el plano de datos en cada uno de los caminos P01 y P03 activos.

De este modo, dado que la recuperación de fallos se puede realizar sin recurrir al plano de control, el aparato 20 de control no realiza ninguna operación particular. Esto es, si una pluralidad de caminos activos que comparten un camino en espera no es afectada por fallos (No en el Paso S05), la unidad 23 de determinación de control de rutas finaliza el presente procesamiento ilustrado en la Figura 6. Así, aun cuando dos o más caminos son afectados por fallos, puede haber casos donde la recuperación de fallos en el plano de control no se realiza.

Como se describió anteriormente, en base a una notificación de cambio de estado recibida desde cada nodo, el aparato 20 de control determina si la recuperación de fallos en el plano de datos es posible o la recuperación de fallos en el plano de control es necesaria. Si el aparato 20 de control determina que la recuperación de fallos en el plano de datos es posible, el aparato 20 de control no realiza ninguna operación particular. Esto es, el aparato 20 de control deja la recuperación de fallos al plano de datos.

Sin embargo, cuando ocurren múltiples fallos en la red y el aparato 20 de control determina que la recuperación de fallos en el plano de datos es difícil, el aparato 20 de control realiza el procesamiento necesario para recuperarse de los fallos. Esto es, en el sistema de comunicación según la presente realización ejemplar, cuando el aparato 20 de control recibe una notificación o notificaciones de ocurrencia de un fallo o fallos (una notificación o notificaciones de cambios de estados) desde un nodo o nodos, si la recuperación del fallo o fallos es posible solo en el plano de datos, el aparato 20 de control deja la recuperación del fallo o fallos al plano de datos. Como resultado, la recuperación de fallos rápida es lograda. Sin embargo, cuando el aparato 20 de control determina que la recuperación de fallos no puede lograrse solo en el plano de datos, por ejemplo, cuando ocurren múltiples fallos, el aparato 20 de control realiza el procesamiento apropiado. Como resultado, una recuperación de fallos de confianza en el plano de control es lograda.

Segunda realización ejemplar

A continuación, una segunda realización ejemplar será descrita en detalle con referencia a los dibujos.

5 La Figura 11 ilustra una configuración interna ejemplar de un aparato 20a de control según la presente realización ejemplar. Los mismos componentes entre las Figuras 3 y 11 son denotados con los mismos caracteres de referencia, y la descripción de ellos será omitida.

El aparato 20a de control difiere del aparato 20 de control en que el aparato 20a de control incluye una unidad 23a de determinación de control de rutas en lugar de la unidad 23 de determinación de control de rutas e incluye recientemente una unidad 25 de búsqueda de rutas.

10 Cuando se realiza el procesamiento según el diagrama de flujo ilustrado en la Figura 6, si la unidad 23a de determinación de control de rutas determina que la recuperación de fallos en el plano de control es necesaria (pasos S06 y S07 en la Figura 6), la unidad 23a de determinación de control de rutas saca información del camino necesaria para el control de rutas a la unidad 25 de búsqueda de rutas.

15 En base a la información del camino recibida y la información almacenada en la DB 22 de composición de la red, la unidad 25 de búsqueda de rutas determina una ruta de derivación necesaria para la recuperación de fallos. Además, la unidad 25 de búsqueda de rutas establece operaciones de gestión de paquetes para realizar el camino determinado en los nodos 10 relevantes a través de la unidad 24 de comunicación. Esto es, según la presente realización ejemplar, cuando la recuperación de fallos en el plano de control es necesaria, el aparato 20a de control determina una ruta de derivación para la recuperación de fallos. A continuación, el aparato 20a de control establece operaciones de manejo de paquetes para realizar el camino determinado en los nodos 10 relevantes.

20 A continuación, una operación ejemplar según la presente realización ejemplar será descrita con referencia a los dibujos. La Figura 12 es solo un ejemplo, y la operación del sistema de comunicación según la presente realización ejemplar no está limitada a lo ilustrado en el diagrama de flujo en la Figura 12. Esto es, la Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra una operación ejemplar en los pasos S06 y S07 en la Figura 6 descrita en la primera realización ejemplar.

25 Si "Verdadero" es determinado en el paso S04 o S05 en la Figura 6, el aparato 20a de control opera según el diagrama de flujo en la Figura 12.

En el paso S101, la unidad 23a de determinación de control de rutas determina que el control de rutas mediante el aparato 20a de control es necesario (determina que el aparato 20a de control necesita realizar control de rutas).

30 En el paso S102, la unidad 25 de búsqueda de rutas busca una ruta de derivación en base a los caminos objetivos de control y la información de la topología. Si "Verdadero" es determinado en el paso S04 en la Figura 6 (Sí en el paso S04), tanto los caminos activos como en espera son afectados por fallos. Así, en el paso S102 correspondiente al paso S06, la unidad 25 de búsqueda de rutas busca una ruta de derivación para el camino activo afectado por un fallo. En otras palabras, la unidad 25 de búsqueda de rutas no busca una ruta de derivación para el camino de espera.

35 Si se determina "Verdadero" en el paso S05 en la Figura 6 (sí en el paso S05), la unidad 23a de determinación de control de rutas determina que una pluralidad de caminos activos es afectada por fallos. Así, un camino de espera es usado para uno de la pluralidad de caminos activos. Un objetivo u objetivos de búsqueda de una ruta de derivación es un camino o caminos activos que no pueden ser reemplazados por el camino de espera. La presente realización ejemplar asume que un nivel de prioridad es establecido previamente en cada camino activo en base a una política de operación de la red o similar de forma que la unidad 25 de búsqueda de rutas puede determinar qué ruta de la pluralidad de caminos activos es reemplazada por el camino de espera para recuperación de fallos. Por ejemplo, los niveles de prioridad son almacenados en el aparato 20a de control y son determinados previamente por un administrador de red. De manera alternativa, el aparato 20a de control puede automáticamente determinar cuál de la pluralidad de caminos activos es reemplazado por un camino de espera para recuperación (el aparato 20a de control puede determinar los niveles de prioridad de los caminos activos).

45 En el paso S103, la unidad 25 de búsqueda de rutas determina una ruta de derivación y actualiza las operaciones de manejo de paquetes relevantes almacenadas en los nodos 10 relevantes.

50 La Figura 13 ilustra una operación de determinación de una ruta de derivación. Establecer una ruta de derivación realizada cuando tanto un camino activo como un camino en espera están afectados por fallos como se ilustra en la Figura 8 será descrito con referencia a la Figura 13.

La Figura 13(b) ilustra información del camino almacenada antes de que ocurra el fallo. Como se describió anteriormente, la unidad 25 de búsqueda de rutas busca una ruta de derivación para el camino P01 activo. La unidad 25 de búsqueda de rutas se refiere a la información del camino y reconoce que los nodos ubicados en los extremos del camino P01 activo son los nodos 10-1 y 10-4. Además, en base a las notificaciones de cambios de

estados recibidas desde los nodos 10-1, 10-2, y 10-4, la unidad 25 de búsqueda de rutas reconoce que un fallo ha ocurrido en el enlace entre el nodo 10-1 y 10-4 y entre los nodos 10-2 y 10-4.

La unidad 25 de búsqueda de rutas se refiere a la información de la topología (vea la Figura 4) y determina una ruta de derivación que evita los puertos del nodo afectados por esos fallos del enlace. Por ejemplo, en la Figura 13(a), la unidad 25 de búsqueda de rutas determina el camino P03 que se extiende entre el nodo 10-1 y 10-4 para ser la ruta de derivación. Esto es, la unidad 25 de búsqueda de rutas se refiere a la información de la topología y establece el camino P03 como la ruta de derivación para el camino P01 activo. Después de determinar la ruta de derivación, la unidad 25 de búsqueda de rutas establece operaciones de manejo de paquetes para realizar la ruta de derivación en los nodos 10 relevantes a través de la unidad 24 de comunicación. Además, la unidad 25 de búsqueda de rutas actualiza la información del camino. La Figura 13(c) ilustra información del camino ejemplar actualizada.

De este modo, según la presente realización ejemplar, cuando ocurre un fallo, el aparato 20a de control determina una ruta de derivación para recuperarse de un fallo y establece operaciones de manejo de paquetes para realizar la ruta de derivación en los nodos 10 relevantes. Como resultado, aun cuando ocurren múltiples fallos que no pueden ser gestionados solo en el plano de datos, se puede lograr una recuperación de fallos de confianza y rápida.

Tercera realización ejemplar

A continuación, una tercera realización ejemplar será descrita en detalle con referencia a los dibujos.

En un sistema de comunicación según la presente realización ejemplar, el plano de datos es formado por conmutadores OpenFlow que incluyen funciones de OAM, y OpenFlow es usado como el plano de control.

La Figura 14 ilustra una configuración ejemplar del sistema de comunicación según la presente realización ejemplar.

El sistema de comunicación ilustrado en la Figura 14 incluye un controlador 30 de OpenFlow (OFC) y conmutadores 40-1 a 40-4 de OpenFlow (OFS). Cada uno de los conmutadores 40-1 a 40-4 de OpenFlow incluye funciones de OAM. Además, los flujos son establecidos entre los conmutadores 40-1 a 40-4. Mas específicamente, en la Figura 14, los flujos F01 y F02 son establecidos. El flujo F01 es un flujo activo (una línea continua en la Figura 14), y el flujo F02 es un flujo de espera (una línea punteada en la Figura 14). El flujo F02 de espera es usado como una reserva cuando ocurre un fallo en el flujo F01 activo. En la siguiente descripción, cualquiera de los conmutadores 40-1 a 40-4 de OpenFlow será referido como un "conmutador 40 de OpenFlow" a menos que los conmutadores 40-1 a 40-4 de OpenFlow necesiten distinguirse entre ellos.

Cuando se detecta una desconexión de un enlace entre los conmutadores de OpenFlow, cada uno de los conmutadores 40 de OpenFlow relevantes transmite un mensaje de Estado\_puerto al controlador 30 de OpenFlow.

En base a los mensajes de Estado\_puerto transmitidos desde los conmutadores 40 de OpenFlow y la información de la topología y la información del flujo almacenado en el controlador 30 de OpenFlow, el controlador 30 de OpenFlow determina si el control de rutas es necesario para la recuperación de fallos (determina si realizar control de rutas). Si el controlador 30 de OpenFlow determina que el control de rutas es necesario, el controlador 30 de OpenFlow busca y determina una ruta de derivación. Además, el controlador 30 de OpenFlow transmite mensajes de Mod\_flujo a los conmutadores 40 de OpenFlow relevantes en la ruta de derivación. Los conmutadores 40 de OpenFlow actualizan sus propias tablas de flujos en base a los mensajes de Mod\_flujo recibidos, respectivamente. Al causar que los conmutadores 40 de OpenFlow procesen los paquetes recibidos según las tablas de flujos respectivas, la ruta de derivación es realizada (el flujo es realizado a través de la ruta de derivación).

La Figura 15 ilustra una configuración interna ejemplar del controlador 30 de OpenFlow según la presente realización ejemplar. Como se ilustra en la Figura 15, el controlador 30 de OpenFlow incluye una unidad 31 de gestión de composición de la red, una base de datos 32 de composición de la red (DB de composición de la red), una unidad 33 de determinación de control de rutas, una unidad 34 de búsqueda de rutas, una unidad 35 de conversión de mensajes de OpenFlow, y una unidad 36 de comunicación que se comunica con los conmutadores 40 de OpenFlow y etcétera.

Dado que las funciones de la unidad 31 de gestión de composición de la red son las mismas que las de la unidad 21 de gestión de composición de la red descritas en la primera realización ejemplar, la descripción detallada de la unidad 31 de gestión de composición de la red será omitida. La DB 32 de composición de la red es una base de datos en la cual la información de la topología y la información de flujo son almacenadas. Dado que la información de la topología es la misma que la descrita en la primera realización, la descripción detallada de la información de la topología será omitida. Además, la información del flujo se corresponde con la información del camino descrita en la primera realización ejemplar. Esto es, los atributos del flujo son definidos en la información del flujo. Por ejemplo un tipo de flujo (activo o de espera) y la información sobre un flujo de espera asociado con un flujo activo (presencia de una identificación de un flujo de espera) son definidos en la información del flujo.

Cuando la unidad 36 de comunicación recibe un mensaje de Estado\_puerto desde un conmutador 40 de OpenFlow, si el mensaje de Estado\_puerto incluye información sobre un enlace caído, la unidad 36 de comunicación notifica a la unidad 33 de determinación de control de rutas información sobre el puerto afectado por el enlace caído. Más

específicamente, si una bandera que indica un enlace caído es establecida en el mensaje de Estado\_puerto, la unidad 36 de comunicación notifica a la unidad 33 de determinación de control de rutas de la información del puerto.

5 Cuando recibe la información sobre el puerto afectado por el enlace caído desde la unidad 36 de comunicación, la unidad 33 de determinación de control de rutas se refiere a la información de la topología almacenada en la DB 32 de composición de la red y determina las ubicaciones afectadas por el fallo. Además, la unidad 33 de determinación de control de rutas se refiere a la información de flujo almacenada en la DB 32 de composición de red, y determina un flujo en el cual el fallo ha ocurrido. Entonces, la unidad 33 de determinación de control de rutas determina si se necesita establecer una ruta de derivación para el flujo. Si la unidad 33 de determinación de control de rutas determina que se necesita establecer una ruta de derivación, la unidad 33 de determinación de control de rutas notifica a la unidad 34 de búsqueda de rutas la información sobre el flujo para el cual es necesaria una ruta de derivación.

10 En base a la información sobre el flujo para el cual es necesaria una ruta de derivación, la información que ha sido creada por la unidad 33 de determinación de control de rutas, la unidad 34 de búsqueda de rutas busca una ruta de derivación que evite el fallo que ha ocurrido. La unidad 35 de conversión de mensajes de OpenFlow es notificada de la información sobre la ruta de derivación encontrada.

La unidad 35 de conversión de mensajes de OpenFlow convierte la información de la ruta de derivación suministrada desde la unidad 34 de búsqueda de rutas en un mensaje de Mod\_flujo y transmite los mensajes de Mod\_flujo a los conmutadores 40 de OpenFlow relevantes, en la ruta de derivación a través de la unidad 36 de comunicación.

La Figura 16 ilustra una configuración interna ejemplar de un conmutador 40 de OpenFlow.

20 El conmutador 40 de OpenFlow incluye una unidad 41 de comunicación, una unidad 42 de gestión de tablas, una base de datos 43 de tablas (DB de tablas), y una unidad 44 de procesamiento de envío.

La unidad 41 de comunicación es medios para realizar la comunicación con el controlador 30 de OpenFlow que controla los conmutadores 40 de OpenFlow. La unidad 41 de comunicación usa el protocolo de OpenFlow para comunicarse con el controlador 30 de OpenFlow.

25 La unidad 42 de gestión de tablas es medios para gestionar tablas almacenadas en la DB 43 de tablas. Más específicamente la unidad 42 de gestión de tablas registrar una tabla de flujos establecidos por el controlador 30 de OpenFlow en la DB 43 de tablas. Además, la unidad 42 de gestión de tablas gestiona una tabla de grupos descrita anteriormente.

30 La DB 43 de tablas es configurada mediante una base de datos que puede almacenar una tabla de flujos y una tabla de grupos que son buscadas por la unidad 44 de procesamiento de envío cuando un paquete recibido es procesado.

35 La unidad 44 de procesamiento de envío incluye una unidad 141 de búsqueda de tablas y una unidad 142 de ejecución de acciones. La unidad 141 de búsqueda de tablas es un medio para buscar en la tabla de flujos almacenada en la DB 43 de tablas una regla (acción) que tenga un campo de correspondencia que se corresponda con un paquete recibido. La unidad 142 de ejecución de acciones es un medio para realizar el procesamiento de paquetes según el procesamiento definido en el campo de instrucción en una regla encontrada por la unidad 141 de búsqueda de tablas. Cada conmutador 40 de OpenFlow procesa un paquete recibido según el procesamiento definido en su propia tabla de flujos y tabla de grupos y logra la recuperación del fallo correspondiente.

40 A continuación, una operación ejemplar según la presente realización ejemplar será descrita con referencia a los dibujos. La Figura 17 es solo un ejemplo, y la operación del sistema de comunicación según la presente realización ejemplar no está limitada a la ilustrada en el diagrama de flujo en la Figura 17.

En el paso S11, la unidad 36 de comunicación en el controlador 30 de OpenFlow recibe un mensaje de Estado\_puerto desde cada uno de los conmutadores 40 de OpenFlow relevantes.

En el paso S12, la unidad 33 de determinación de control de rutas reconoce la información sobre los puertos afectados por un enlace o enlaces caídos incluidos en los mensajes de Estado\_puerto.

45 La Figura 18 ilustra mensajes de Estado\_puerto ejemplares. La Figura 18(a) ilustra una configuración de puerto del conmutador 40 de OpenFlow. La ilustración del controlador 30 de OpenFlow será omitida en la Figura 18 y los dibujos siguientes.

50 Cada conmutador 40 de OpenFlow es proporcionado con un identificador de camino de datos gestionado por el controlador 30 de OpenFlow. Por ejemplo, el conmutador 40-1 de OpenFlow ilustrado en la Figura 18 es proporcionado con 0x0a como su identificador de camino de datos y el conmutador 40-2 de OpenFlow es proporcionado con 0x0b como su identificador de camino de datos (vea la Figura 18(b)).

Si ocurre un fallo en el flujo F01 entre los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow en la red en la Figura 18(a), cada uno de los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow transmite un mensaje de Estado\_puerto. Esto es, cada uno de los conmutadores 40 de OpenFlow transmite información sobre su puerto afectado por el enlace caído como un

mensaje de Estado\_puerto al controlador 30 de OpenFlow. La Figura 18(c) ilustra un mensaje de Estado\_puerto ejemplar transmitido desde cada uno de los conmutadores 40-1 y 40-4. Como se ilustra en la Figura 18(a), dado que los puertos 2 de los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow respectivos son afectados por el enlace caído, la información sobre esos puertos es transmitida al controlador 30 de OpenFlow.

- 5 En base a los identificadores de caminos de datos gestionados por el controlador 30 de OpenFlow y los mensajes de Estado\_puerto, el controlador 30 de OpenFlow reconoce qué puertos de los conmutadores 40 de OpenFlow están afectados por el enlace caído.

10 En el paso S13, la unidad 33 de determinación de control de rutas en el controlador 30 de OpenFlow reconoce las ubicaciones afectadas por el fallo en base a la información que ha sido transmitida desde los conmutadores 40 de OpenFlow y que es sobre los puertos afectados por el enlace caído y la información de la topología almacenada en la DB 32 de composición de la red.

15 La Figura 19 ilustra una operación de reconocimiento de ubicaciones afectadas por un fallo realizado por una unidad 33 de determinación de control de rutas. Por ejemplo, cuando la unidad 33 de determinación de control de rutas recibe los mensajes de Estado\_puerto ilustrados en la Figura 18(c), la unidad 33 de determinación de control de rutas registra información, que indica que el puerto 2 del conmutador 40-1 de OpenFlow provisto con 0x0a como su identificador de camino de datos y el puerto 2 del conmutador 40-4 de OpenFlow provisto con 0x0c como su identificador de camino de datos están afectados por el enlace caído, en la información de la topología (actualiza la información de la topología en la DB 32 de composición de la red). Como resultado, la ocurrencia de un fallo entre los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow es reconocida.

20 En el paso S14, en base a la información de la topología actualizada y la información del flujo, la unidad 33 de determinación de control de rutas determina un flujo afectado por el fallo. El flujo afectado por el fallo es un flujo que pasa a través de las ubicaciones afectadas por el fallo (en el ejemplo anterior, los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow).

25 En el paso S15, la unidad 33 de determinación de control de rutas determina si el número de subflujos afectado por un fallo o fallos es 1 o menos. Si el número de flujos afectado por un fallo o fallos es 1 o menos (Sí en el paso S15), el controlador 30 de OpenFlow finaliza el procesamiento ilustrado en la Figura 17. En tal caso, sin recurrir al panel de control, el fallo puede ser eliminado por las funciones de OAM, que se ha proporcionado a cada uno de los conmutadores 40 de OpenFlow. Así, el controlador 30 de OpenFlow no se implica en la operación de recuperación de fallos.

30 La Figura 20 ilustra una operación realizada cuando el controlador 30 de OpenFlow no se implica en la recuperación de fallos. En la Figura 20, el flujo F01 establecido como flujo activo es el flujo afectado por un fallo. Además, el flujo F02 es un flujo de espera para el flujo F01.

En la Figura 20, los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow usan tablas de grupos, respectivamente, para realizar la recuperación de fallos en el plano de datos (recuperación de fallos sin recurrir al panel de control).

35 La Figura 21 ilustra tablas de flujos y tablas de grupos ejemplares. Las Figuras 21(a) y 21(c) ilustran tablas de flujos ejemplares en los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow, respectivamente. Las Figuras 21(b) y 21(d) ilustran tablas de grupos ejemplares en los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow, respectivamente. En la Figura 21(a) y 21(c), la ilustración de los campos para la condición de expiración y la información estadística es omitida.

40 Como se ilustra en la Figura 21(a), cuando el conmutador 40-1 de OpenFlow recibe un paquete a través de un puerto 4 de él, el conmutador 40-1 de OpenFlow procesa el paquete según su tabla de grupos. Además, como se ilustra en la Figura 21(b), "Acción" y "tipo" son especificados en la tabla de grupos. En los ejemplos en las Figuras 21(b) y 21(d), "Fallo" es especificado como el tipo y un puerto monitorizado (puerto cuya vida es monitorizada) se establece como una acción. Por ejemplo, en el caso de una acción 1 ilustrada en la Figura 21(b), si la vida del puerto 2 es confirmada, el conmutador 40-1 de OpenFlow envía el paquete recibido a través del puerto 2. Por ejemplo, las señales de OAM son usadas para determinar si el puerto está vivo.

45 Además, "Fallo Rápido" es especificado como el tipo especificado en las tablas de grupos en los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow. En tal caso, los conmutadores 40-1 y 40-4 de OpenFlow buscan las acciones en orden ascendente (acción 1, acción 2...) y ejecutan una acción correspondiente a un puerto cuya vida esté determinada como vivo primero. En el ejemplo ilustrado en la Figura 21(b), la vida del puerto 2 no es reconocida mientras que la vida del puerto 1 es reconocida. Así, el conmutador 40-1 de OpenFlow ejecuta la acción 2. De este modo, cuando detecta un puerto de enlace caído, el conmutador 40 de OpenFlow envía un paquete recibido a través de un puerto determinado como vivo según su tabla de flujos y tabla de grupos que definen el procesamiento en paquetes recibidos.

50 La recuperación de fallos mediante el uso de tablas de grupos ilustrada en la Figura 21 es realizada en base a una protección 1:1. Sin embargo, la recuperación de fallos en base a la protección 1 + 1 también es posible. En el caso de recuperación de fallos en base a la protección 1 + 1, el tipo en la tabla de grupos en el conmutador 40-1 de OpenFlow extremo transmisor es establecido a "TODO". En tal caso, no se causan cambios en la operación del

- 5 conmutador extremo receptor. Si TODO es establecido en el tipo de tabla de grupos, las acciones establecidas en la tabla de grupos son ejecutadas de manera simultánea. Por ejemplo, en el ejemplo en la Figura 21(b), tanto la acción 1 y 2 son ejecutadas y los flujos son transmitidos de manera simultánea a través de los puertos 1 y 2. Como resultado, es posible realizar una operación equivalente a la protección 1 + 1 en la cual los flujos activos y de espera son transmitidos de manera simultánea y el conmutador extremo receptor selecciona uno de los dos flujos.
- Si dos o más flujos son afectados por fallos (No en paso S15), la unidad 33 de determinación de control de rutas determina si tanto un flujo activo como un flujo de espera correspondiente al flujo activo son afectados por fallos (paso S16).
- 10 Si tanto el flujo activo como el de espera son afectados (Sí en paso S16), la unidad 34 de búsqueda de rutas busca y determina una ruta de derivación para el flujo (paso S17).
- En el paso S18, la unidad 35 de conversión de mensajes de OpenFlow convierte la ruta de derivación determinada por la unidad 34 de búsqueda de rutas en un mensaje de Mod\_flujo.
- 15 En el paso S19, la unidad 35 de conversión de mensajes de OpenFlow transmite los mensajes Mod\_flujo a los conmutadores 40 de OpenFlow relevantes, respectivamente, en la ruta de derivación a través de la unidad 36 de comunicación.
- La Figura 22 ilustra el establecimiento de una ruta de derivación por el controlador 30 de OpenFlow. Los flujos F01 y F02 ilustrados en la Figura 22 son los flujos afectados por fallos. La unidad 34 de búsqueda de rutas determina un flujo F03 para ser una ruta de derivación para el flujo F01 activo. Para realizar el flujo F03, el controlador 30 de OpenFlow transmite mensajes Mod\_flujo a los conmutadores 40-1, 40-3, y 40-4 de OpenFlow, respectivamente, y actualiza las tablas de flujos de estos conmutadores de OpenFlow, respectivamente.
- 20 La Figura 23 ilustra tablas ejemplares actualizadas por los mensajes Mod\_flujo. En el flujo F03, el conmutador 40-1 de OpenFlow sirve como un conmutador de extremo transmisor. Así, el controlador 30 de OpenFlow transmite un mensaje Mod\_flujo al conmutador 40-1 de OpenFlow de forma que el flujo recibido a través del puerto 4 del conmutador 40-1 de OpenFlow es enviado a través del puerto 3 (vea la Figura 23(a)). En este caso, la acción para referirse a la tabla de grupos no está establecida en la tabla de flujos en el conmutador 40-1 de OpenFlow. Esto es porque los puertos 1 y 2 no pueden determinarse que estén vivos (vea la Figura 23(b)).
- 25 En el flujo F03, el conmutador 40-3 de OpenFlow sirve como un conmutador de retransmisión. Así, el controlador 30 de OpenFlow transmite un mensaje Mod\_flujo al conmutador 40-3 de OpenFlow de forma que el flujo recibido a través del puerto 1 del conmutador 40-3 de OpenFlow es enviado a través del puerto 2 (vea la Figura 23(c)). Esto es, dado que un nuevo flujo pasa a través del conmutador 40-3 de OpenFlow, el controlador 30 de OpenFlow transmite un mensaje de Mod\_flujo para añadir una nueva regla en la tabla de flujos.
- 30 En el flujo F03, el conmutador 40-4 de OpenFlow sirve como un conmutador de extremo receptor. Así, el controlador 30 de OpenFlow transmite un mensaje Mod\_flujo al conmutador 40-4 de OpenFlow de forma que el flujo recibido a través del puerto 3 del conmutador 40-4 de OpenFlow es enviado a través del puerto 4 (vea la Figura 23(d)). Más específicamente, una nueva condición es añadida a la tabla de flujos en el conmutador 40-4 de OpenFlow.
- 35 Además, como se ilustra en la Figura 24, el controlador 30 de OpenFlow puede transmitir mensajes Mod\_grupo para actualizar las tablas de grupos en caso de que los flujos F01 y F02 se recuperen (fallo de los flujos), además de los mensajes Mod\_flujo para cambiar las tablas de flujos.
- 40 Si tanto el flujo activo como el de espera no son afectados por fallos (No en paso S16 en la Figura 17), el controlador 30 de OpenFlow determina si una pluralidad de flujos activos que comparten un flujo de espera es afectada por fallos (paso S20).
- 45 Si tales flujos activos son afectados por fallos (Sí en el paso S20) y si solo un único flujo puede ser transmitido mediante el uso de un camino de espera, una ruta de derivación necesita ser encontrada para el o los otros flujos. Así, si una pluralidad de flujos particular que comparte un flujo de espera es afectada por fallos (Sí en el paso S20), el controlador 30 de OpenFlow realiza los pasos S17 a S19.
- Si tal pluralidad de flujos activos no es afectada por fallos (No en el paso S20), el controlador 30 de OpenFlow finaliza la operación. Esto es, en tal caso, como en el paso S15, dado que la recuperación de fallos puede ser realizada por las funciones de OAM en el plano de datos sin recurrir al plano de control, el controlador 30 de OpenFlow no se implica en la operación de recuperación de fallos.
- 50 Como se describió anteriormente, en el sistema de comunicación según la presente realización ejemplar, OpenFlow se adopta como el plano de control, y si es necesaria la recuperación de fallos se determina inmediatamente en base a los mensajes desde los conmutadores 40 de OpenFlow. Por lo tanto, es posible responder a múltiples fallos en OpenFlow de manera confiable mientras que soporta una recuperación de fallos rápida en el plano de datos mediante el uso de las funciones OAM.

Parte o todas las realizaciones ejemplares anteriores pueden ser descritas (pero no limitadas) como sigue:

Modo 1

(Vea el sistema de comunicación según el primer aspecto anterior).

Modo 2

- 5 El sistema de comunicación según el modo 1;

donde el aparato de control determina si el control de rutas es necesario para la recuperación de fallo o fallos que ha ocurrido en la red mediante el uso de la información del camino y la información de la topología sobre la red como la información sobre la composición de la red.

Modo 3

- 10 El sistema de comunicación según el modo 1 o 2;

donde, cuando el número de caminos afectados por un fallo o fallos que ha ocurrido en la red es 1 o menos, el camino que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, el aparato de control determina no realizar control de rutas.

Modo 4

- 15 El sistema de comunicación según cualquiera de los modos 1 a 3;

donde, cuando un camino activo y un camino de espera que está asociado con el camino activo son afectados por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, el aparato de control determina realizar el control de rutas.

Modo 5

- 20 El sistema de comunicación según cualquiera de los modos 1 a 4;

donde, cuando una pluralidad de caminos activos que comparte un camino de espera es afectada por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos formados por al menos dos de la pluralidad de nodos, el aparato de control determina realizar el control de rutas.

Modo 6

- 25 El sistema de comunicación según cualquiera de los modos 1 a 5;

donde, cuando el aparato de control determina que el control de rutas es necesario, el aparato de control busca un camino que evite un fallo que ha ocurrido en la red en base a la información sobre la red.

Modo 7

El sistema de comunicación según cualquiera de los modos 1 a 6:

- 30 donde cada uno de la pluralidad de nodos solicita una operación de manejo de paquetes para procesar paquetes; y

donde el aparato de control crea una operación de manejo de paquetes para procesar los paquetes recibidos en respuesta a la solicitud y notifica al menos uno de la pluralidad de nodos de la operación de manejo de paquetes creada.

Modo 8

- 35 El sistema de comunicación según cualquiera de los modos 1 a 7;

donde, cuando cualquiera de la pluralidad de nodos detecta un puerto cuyo enlace se ha caído, según una tabla de flujos y una tabla de grupos que define el procesamiento en los paquetes recibidos, el nodo envía los paquetes recibidos a través de un puerto diferente al puerto cuyo enlace está caído.

Modo 9

- 40 (Vea el aparato de control según el segundo aspecto anterior).

Modo 10

El aparato de control según el modo 9;

donde la unidad de determinación de control de rutas determina si el control de rutas es necesario para recuperarse del fallo o fallos que han ocurrido en la red mediante el uso de la información del camino y la información de la topología sobre la red como la información sobre la composición de la red.

Modo 11

- 5 El aparato de control según el modo 9 o 10;

donde, cuando un número de caminos afectados por un fallo o fallos que han ocurrido en la red es 1 o menos, el camino que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, la unidad de determinación de control de rutas determina no realizar el control de rutas.

Modo 12

- 10 El aparato de control según cualquiera de los modos 9 a 11;

donde, cuando un camino activo y un camino de espera que está asociado con el camino activo son afectados por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que están formados por al menos dos de la pluralidad de nodos, la unidad de determinación de control de rutas determina realizar el control de rutas.

Modo 13

- 15 El aparato de control según cualquiera de los modos 9 a 12;

donde, cuando una pluralidad de caminos activos que comparte un camino de espera es afectada por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos formados por al menos dos de la pluralidad de nodos, la unidad de determinación de control de rutas determina realizar el control de rutas.

Modo 14

- 20 El aparato de control según cualquiera de los modos 9 a 13, que incluye:

una unidad de búsqueda de rutas busca, cuando la unidad de determinación de control de rutas determina que el control de rutas es necesario, un camino que evite un fallo o fallos que han ocurrido en la red en base a la información sobre la red.

Modo 15

- 25 (Vea el método de control del aparato de control según el tercer aspecto anterior)

Modo 16

El método de control del aparato de control según el modo 15;

- 30 donde, en el paso de determinar si realizar el control de rutas, si el control de rutas es necesario para recuperarse del fallo o fallos que han ocurrido en la red es determinado mediante el uso de la información del camino y la información de la topología sobre la red como la información sobre la composición de la red.

Modo 17

El método de control del aparato de control según el modo 15 o 16;

- 35 donde, en el paso para determinar si realizar el control de rutas, cuando un número de caminos afectados por un fallo o fallos que han ocurrido en la red es 1 o menos, el camino que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos se determina que el control de rutas no se realiza.

Modo 18

El método de control del aparato de control según cualquiera de los modos 15 a 17;

- 40 donde, en el paso para determinar si realizar el control de rutas, cuando un camino activo y un camino de espera que está asociado con el camino activo son afectados por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, se determina que el control de rutas es realizado.

Modo 19

El método de control del aparato de control según cualquiera de los modos 15 a 18;

- 45 donde, en el paso para determinar si realizar el control de rutas, cuando una pluralidad de caminos activos que comparten un camino de espera es afectada por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, se determina que el control de rutas es realizado.

Modo 20

El método de control del aparato de control según cualquiera de los modos 15 a 19, que incluye un paso de:

buscar, cuando se determina que el control de rutas es realizado en el paso para determinar si realizar el control de rutas, un camino que evite el fallo o fallos que han ocurrido en la red en base a la información sobre la red.

5 Modo 21

(Vea el programa según el cuarto aspecto anterior).

Modo 22

El programa según el modo 21;

10 donde, en el procesamiento para determinar si realizar el control de rutas, si el control de rutas es necesario para la recuperación del fallo o los fallos que han ocurrido en la red se determina mediante el uso de la información del camino y la información de la topología sobre la red como la información sobre la composición de la red.

Modo 23

El programa según el modo 21 o 22;

15 donde, en el procesamiento para determinar si realizar el control de rutas, cuando un número de caminos afectados por un fallo o fallos que han ocurrido en la red es 1 o menos, el camino que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, se determina que el control de rutas no se realiza.

Modo 24

El programa según cualquiera de los modos 21 a 23;

20 donde, en el procesamiento para determinar si realizar el control de rutas, cuando un camino activo y un camino de espera que está asociado con el camino activo son afectados por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, se termina que el control de rutas es realizado.

Modo 25

El programa según cualquiera de los modos 21 a 24;

25 donde, en el procesamiento para determinar si realizar el control de rutas, cuando una pluralidad de caminos activos que comparten un camino de espera es afectada por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos, se determina que el control de rutas es realizado.

Modo 26

El programa según cualquiera de los modos 21 a 25; que causa que el ordenador realice el procesamiento para:

30 buscar, cuando se determina que el control de rutas es realizado en el procesamiento para determinar si realizar el control de rutas, un camino que evite el fallo o fallos que han ocurrido en la red en base a la información sobre la red.

35 Modificaciones y ajustes de las realizaciones ejemplares y los ejemplos son posibles dentro del alcance de la descripción general (incluyendo las reivindicaciones) de la presente invención y en base al concepto técnico básico de la presente invención. Además, varias combinaciones y selecciones de varios elementos descritos (incluyendo los elementos en cada una de las reivindicaciones, realizaciones ejemplares, ejemplos, dibujos, etc.) son posibles dentro del alcance de las reivindicaciones de la presente invención. Esto es, la presente invención por supuesto incluye varias variaciones y modificaciones que podrían hacerse por los expertos en la técnica según la descripción general que incluye las reivindicaciones y el concepto técnico.

40 En particular, la presente descripción describe intervalos de valores numéricos. Sin embargo, aun si la descripción no describe particularmente valores numéricos arbitrarios o pequeños intervalos incluidos en los intervalos, estos valores e intervalos deberían considerarse que han sido específicamente descritos.

## ES 2 745 637 T3

### Lista de señales de referencia

	10, 10-1 a 10-5, 100	nodo
	20, 20a, 101	aparato de control
	21, 31	unidad de gestión de composición de la red
5	22, 32	base de datos de composición de la red (DB de composición de la red)
	23, 23a, 33	unidad de determinación de control de rutas
	24, 36, 41	unidad de comunicación
	25, 34	unidad de búsqueda de rutas
	30	controlador de Open Flow
10	35	unidad de conversión de mensajes de OpenFlow
	40, 40-1 to 40-4	conmutador de OpenFlow
	42	unidad de gestión de tablas
	43	base de datos de tablas (DB de tablas)
	44	unidad de procesamiento de envío
15	141	unidad de búsqueda de tablas
	142	unidad de ejecución de acciones

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de comunicación, que comprende:

una pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) cada uno de los cuales incluye funciones de Operación Administración y Mantenimiento; y

5 un aparato (101, 20) de control que controla la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4);

donde cada uno de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) transmite una notificación de cambio de estado que incluye información sobre al menos un puerto afectado por al menos un fallo que ha ocurrido en una red compuesta por la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) al aparato de control; y

10 donde el aparato (101, 20) de control determina si realizar control de rutas en la red, el control de rutas que incluye buscar un camino que evite un fallo que ha ocurrido en la red, en base a la notificación de cambio de estado y la información del camino y la información de la topología para la red; el sistema de comunicación caracterizado en que:

15 donde, cuando un número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 1 o menos, el camino que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4), el aparato (101, 20) de control determina no realizar el control de rutas, dejando el fallo ocurrido en la red a ser recuperado por las funciones de Operación Administración y Mantenimiento de la pluralidad de nodos; y

donde cuando el número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 2 o más, el aparato de control determina si hacer o no el control de rutas para recuperar los fallos ocurridos en la red.

2. El sistema de comunicación de la reivindicación 1;

20 donde, cuando un camino activo y un camino de espera que está asociado con el camino activo son afectados por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4), el aparato (101, 20) de control determina realizar el control de rutas.

3. El sistema de comunicación de las reivindicaciones 1 o 2;

25 donde, cuando una pluralidad de caminos activos que comparten un camino de espera es afectada por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos activos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4), el aparato (101, 20) de control determina realizar el control de rutas.

4. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, 2 o 3;

donde cada uno de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) solicita una operación de manejo de paquetes para procesar paquetes; y

30 donde el aparato de control crea una operación de manejo de paquetes para procesar los paquetes recibidos en respuesta a la solicitud y notifica al menos uno de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) de la operación de manejo de paquetes creada.

5. El sistema de comunicación de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4;

35 donde, cuando cualquiera de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) detecta un puerto cuyo enlace está caído, según una tabla de flujos y una tabla de grupos que definen el procesamiento en los paquetes recibidos, el nodo envía los paquetes recibidos a través de un puerto diferente al puerto cuyo enlace está caído.

6. Un aparato (101, 20) de control, que comprende:

40 una unidad (24) de comunicación que recibe, desde el menos una de una pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) cada uno de los cuales incluye funciones de Operación Administración y Mantenimiento, una notificación de cambio de estado que incluye información sobre al menos un puerto afectado por al menos un fallo que ha ocurrido en una red compuesta por la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4); y

45 una unidad (23) de determinación de control de rutas que determina si realizar el control de rutas en la red, control de rutas que incluye buscar un camino que evite un fallo que ha ocurrido en la red, en base a la notificación de cambio de estado y la información del camino y la información de la topología para la red, el aparato (101, 20) de control caracterizado en que: donde, cuando un número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 1 o menos, el camino que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4), el aparato (101, 20) de control determina no realizar el control de rutas, dejando el fallo que ha ocurrido en la red ser recuperado por las funciones de Operación Administración y Mantenimiento de la pluralidad de nodos; y donde cuando el número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 2 o más, el aparato de control determina si realizar o no el control de rutas para recuperarse de los fallos ocurridos en la red.

50

7. Un método de control del aparato (101, 20) de control, que comprende los pasos de:

5 Recibir, desde al menos uno de una pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4) cada uno de los cuales incluye funciones de Operación Administración y Mantenimiento, una notificación de cambio de estado que incluye información sobre al menos un puerto afectado por al menos un fallo que ha ocurrido en una red compuesta por la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4); y

determinar si realizar el control de rutas en la red, control de rutas que incluye buscar un camino que evite un fallo que ha ocurrido en la red, en base a la notificación de cambio de estado y la información del camino y la información de la topología para la red, el método de control del aparato (101, 20) de control caracterizado en que:

10 donde, cuando un número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 1 o menos, el camino que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4), determina no realizar el control de rutas, dejando que el fallo que ha ocurrido en la red sea recuperado por las funciones de Operación Administración y Mantenimiento de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4); y

donde cuando el número de caminos afectados por un fallo que ha ocurrido en la red es 2 o más, determinar si realizar o no el control de rutas para recuperarse de los fallos ocurridos en la red.

15 8. El método de control del aparato (101, 20) de control de la reivindicación 7;

donde, en el paso para determinar si realizar el control de rutas, cuando un camino activo y un camino de espera que está asociado con el camino activo son afectados por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4), se determina que el control de rutas es realizado.

20 9. El método de control del aparato (101, 20) de control según la reivindicación 7 u 8;

donde, en el paso para determinar si realizar el control de rutas, cuando una pluralidad de caminos activos que comparten un camino de espera es afectada por fallos que han ocurrido en la red, cada uno de los caminos que está formado por al menos dos de la pluralidad de nodos (100, 10-1 a 10-4), se determina que el control de rutas es realizado.

25 10. Un programa, que cuando es ejecutado en un ordenador que controla un aparato (101, 20) de control causa que el ordenador ejecute los pasos del método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9.

FIG. 1

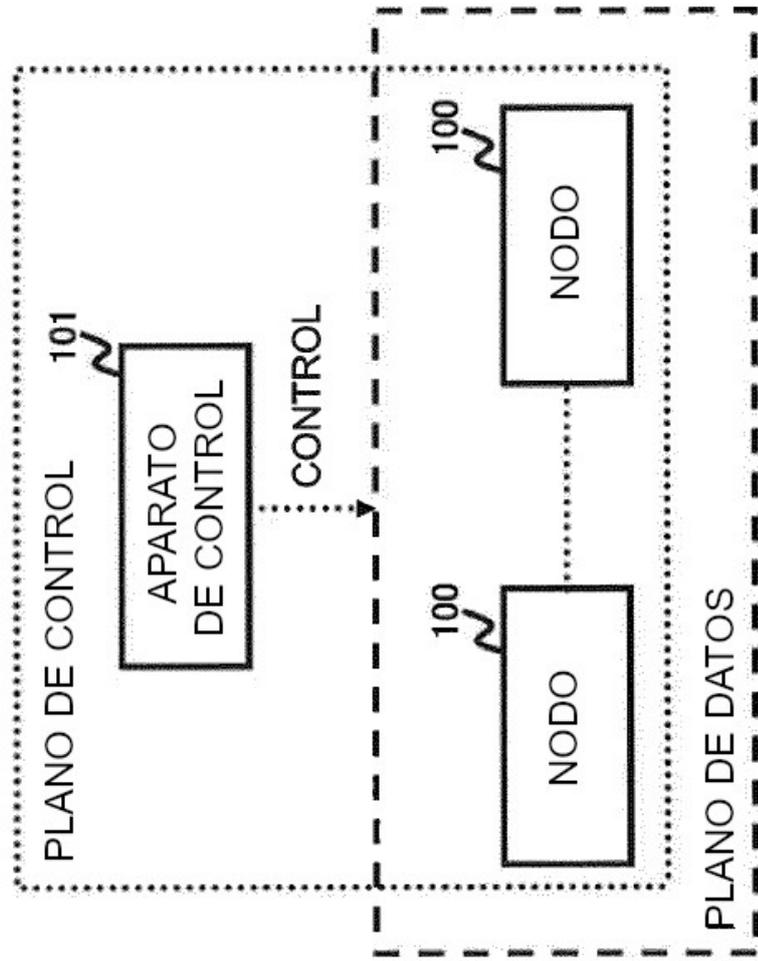


FIG. 2

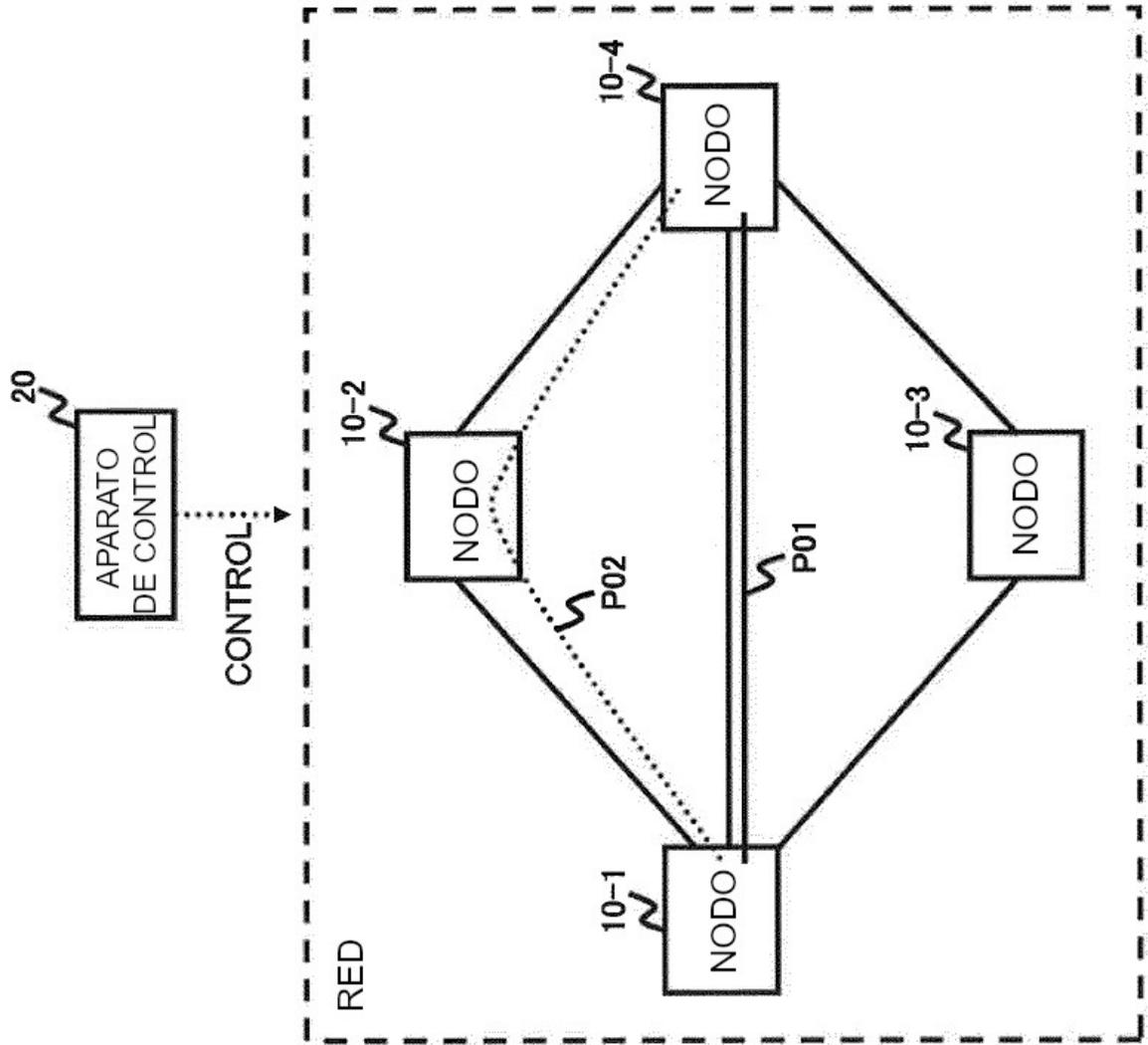


FIG. 3

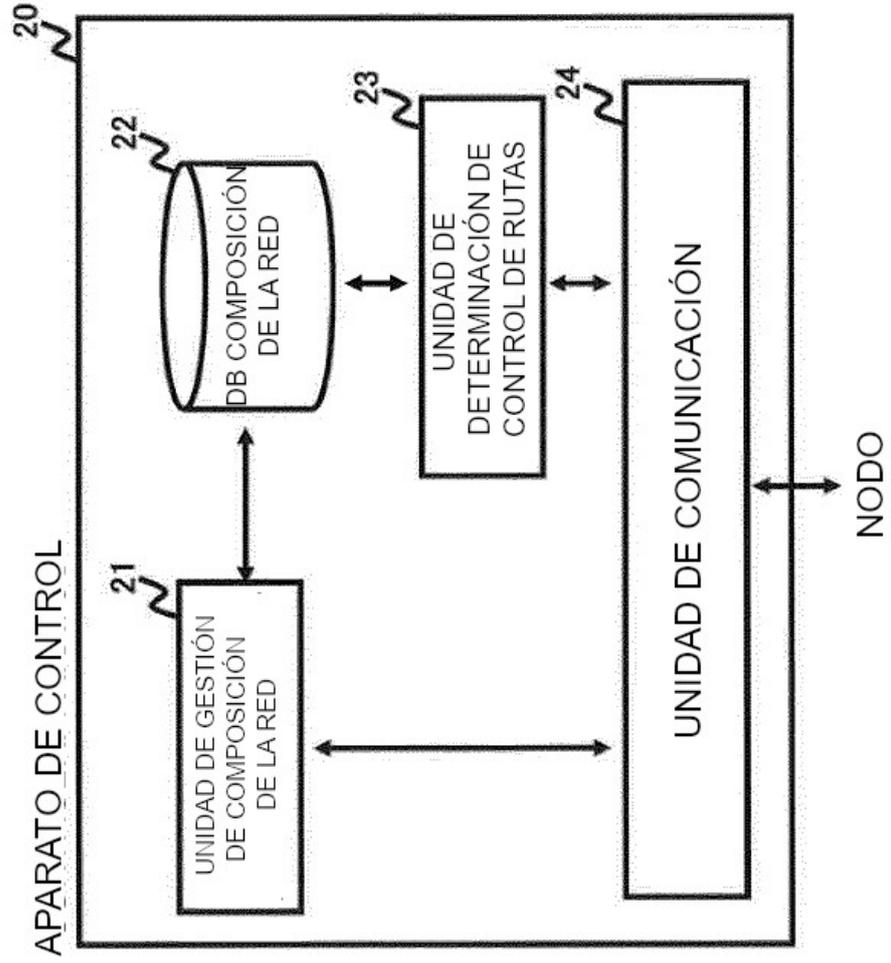
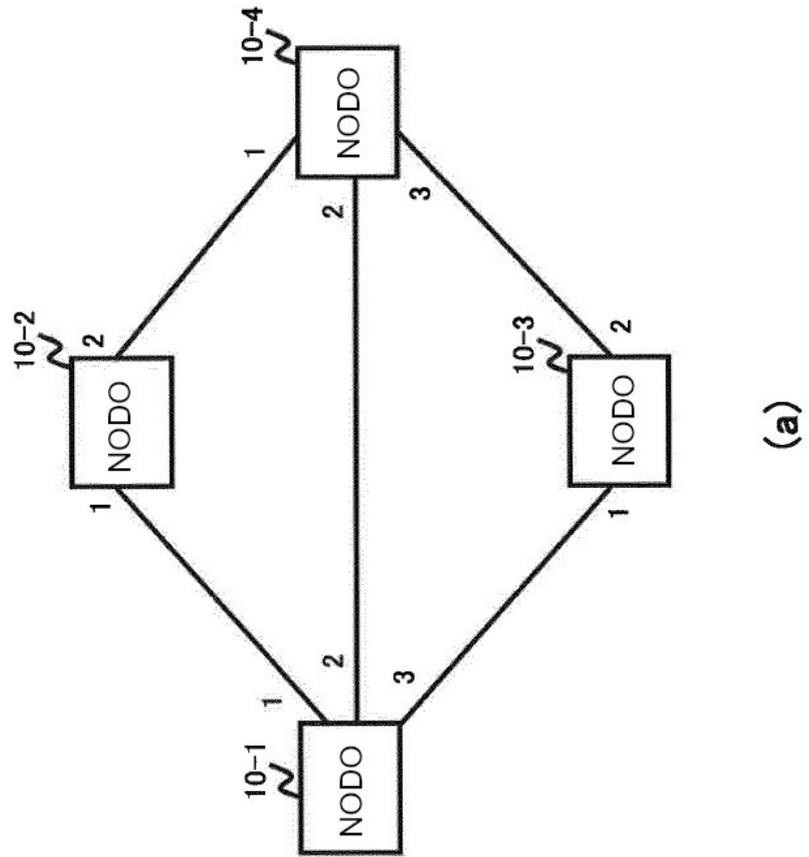


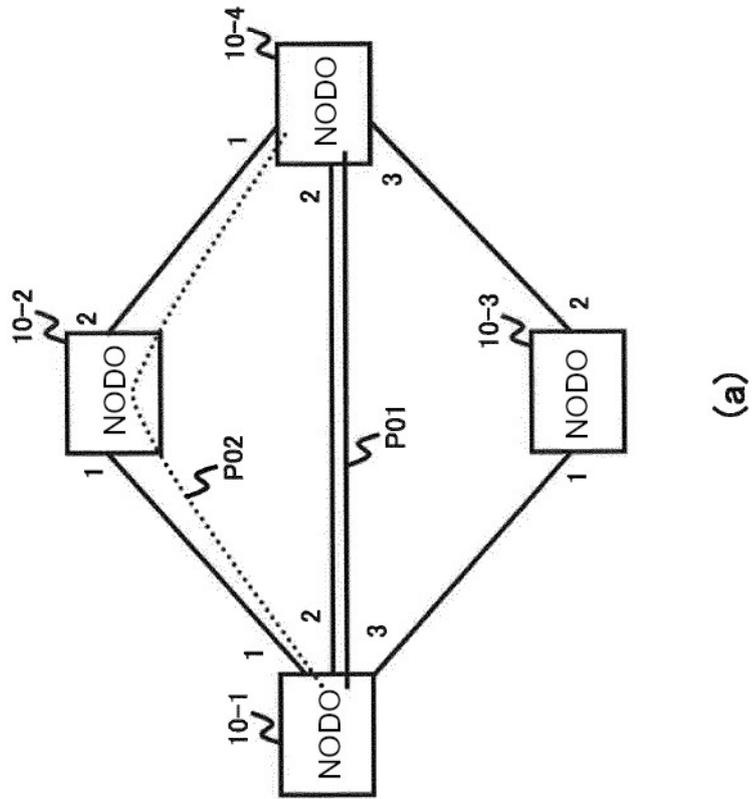
FIG. 4



NODO	PUERTO	NODO DESTINO	PUERTO
10-1	1	10-2	1
	2	10-4	2
	3	10-3	1
10-2	1	10-1	1
	2	10-4	1
10-3	1	10-1	3
	2	10-4	3
10-4	1	10-2	2
	2	10-1	2
	3	10-3	2

(b)

FIG. 5



NÚMERO DE CAMINO	TIPO DE CAMINO	NODOS EN EL CAMINO	NÚMERO DE CAMINO DEL CAMINO DE ESPERA
P01	ACTIVO	10-1,10-4	P02
P02	ESPERA	10-1,10-2,10-4	-

(b)

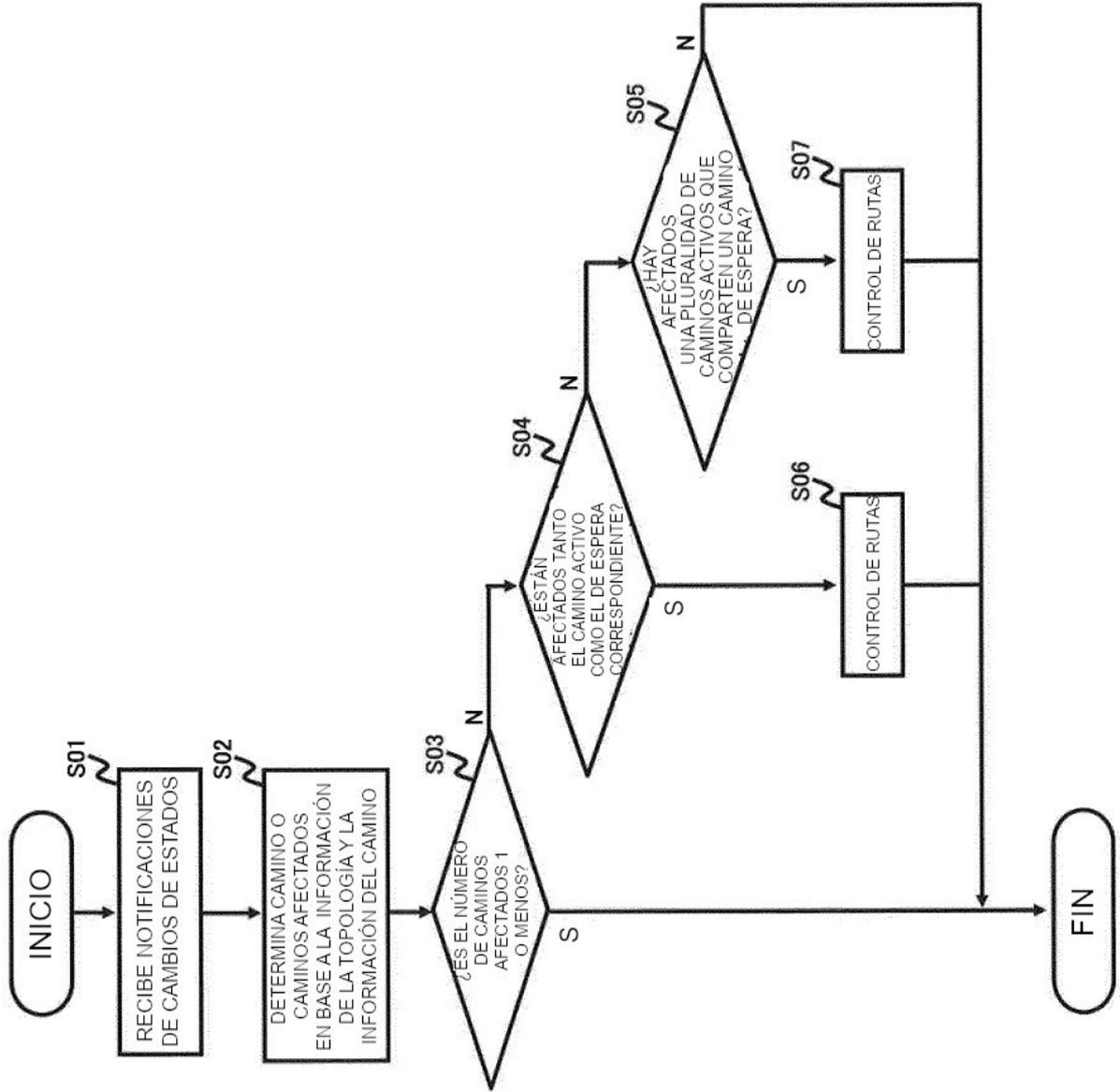


FIG. 6

FIG. 7

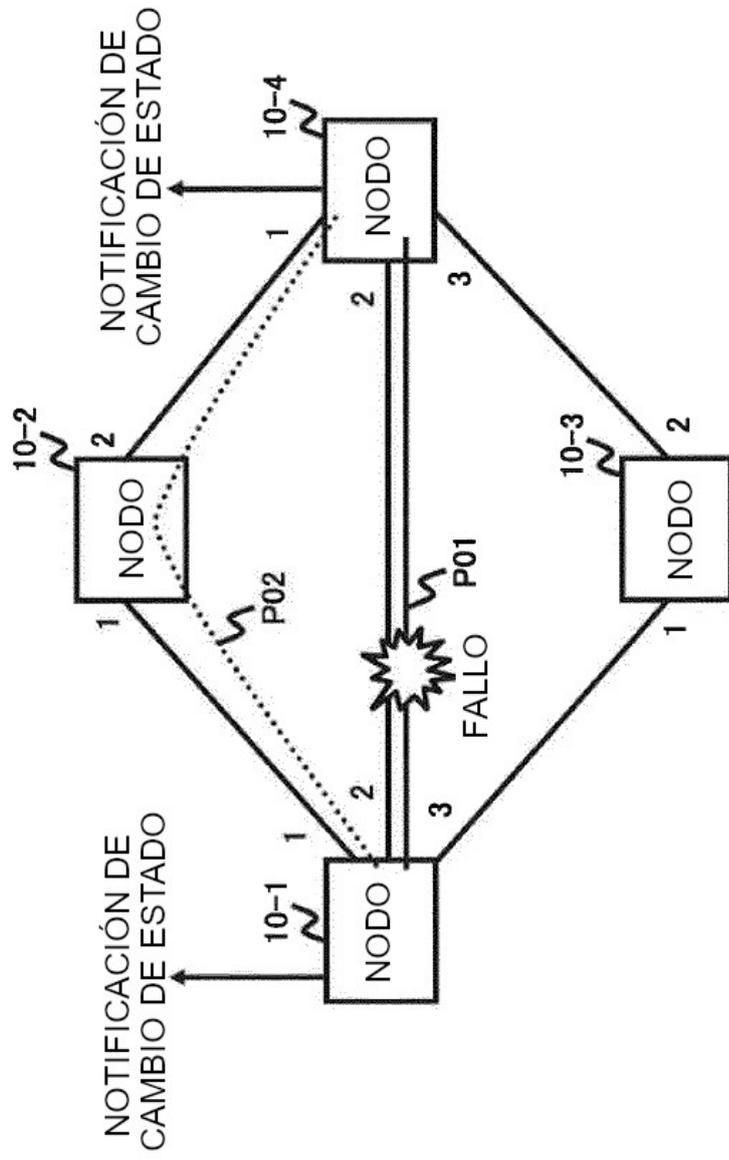


FIG. 8

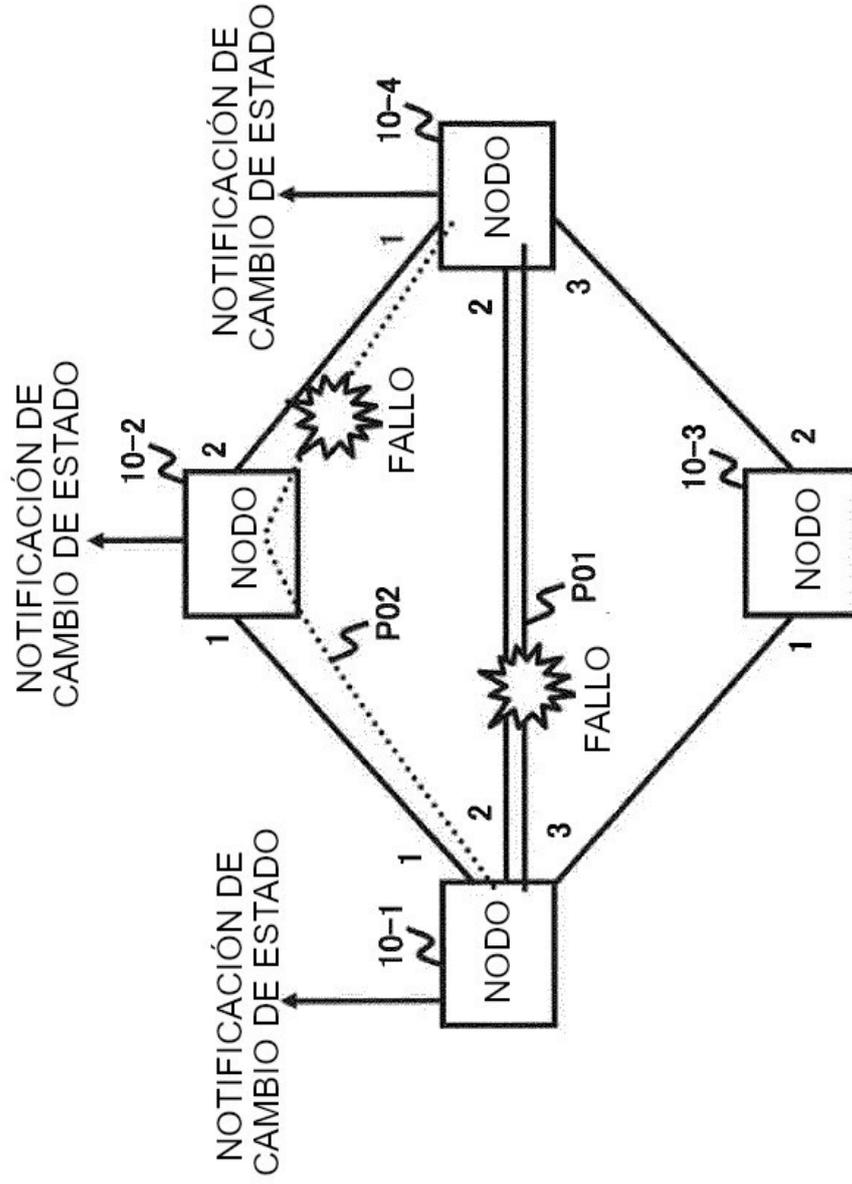
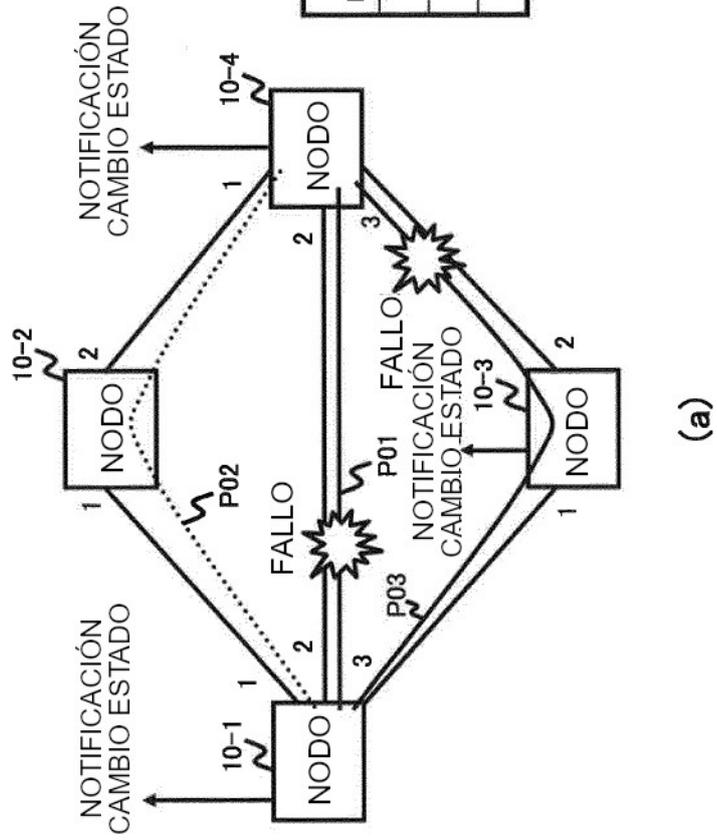


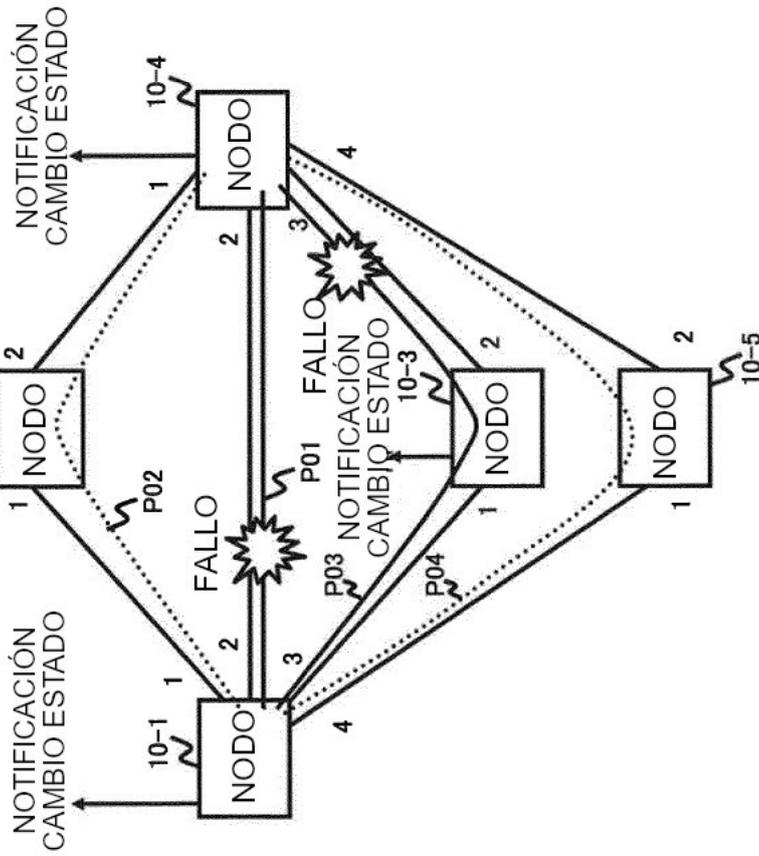
FIG. 9



NÚMERO DE CAMINO	TIPO DE CAMINO	NODOS EN CAMINO	NÚMERO DE CAMINO DE CAMINO DE ESPERA
P01	ACTIVO	10-1,10-4	P02
P03	ACTIVO	10-1,10-3,10-4	P02
P02	ESPERA	10-1,10-2,10-4	-

(b)

FIG. 10



(a)

NODO	PUERTO	NODO DESTINO	PUERTO
10-1	1	10-2	1
	2	10-4	2
	3	10-3	1
	4	10-5	1
10-2	1	10-1	1
	2	10-4	1
10-3	1	10-1	3
	2	10-4	3
10-4	1	10-2	2
	2	10-1	2
	3	10-3	2
	4	10-5	2
10-5	1	10-1	4
	2	10-4	4

(b)

NÚMERO DE CAMINO DE CAMINO	TIPO DE CAMINO	NODOS EN CAMINO	NÚMERO DE CAMINO DE CAMINO DE ESPERA
P01	ACTIVO	10-1,10-4	P02
P03	ACTIVO	10-1,10-3,10-4	P04
P02	ESPERA	10-1,10-2,10-4	—
P04	ESPERA	10-1,10-5,10-4	—

(c)

FIG. 11

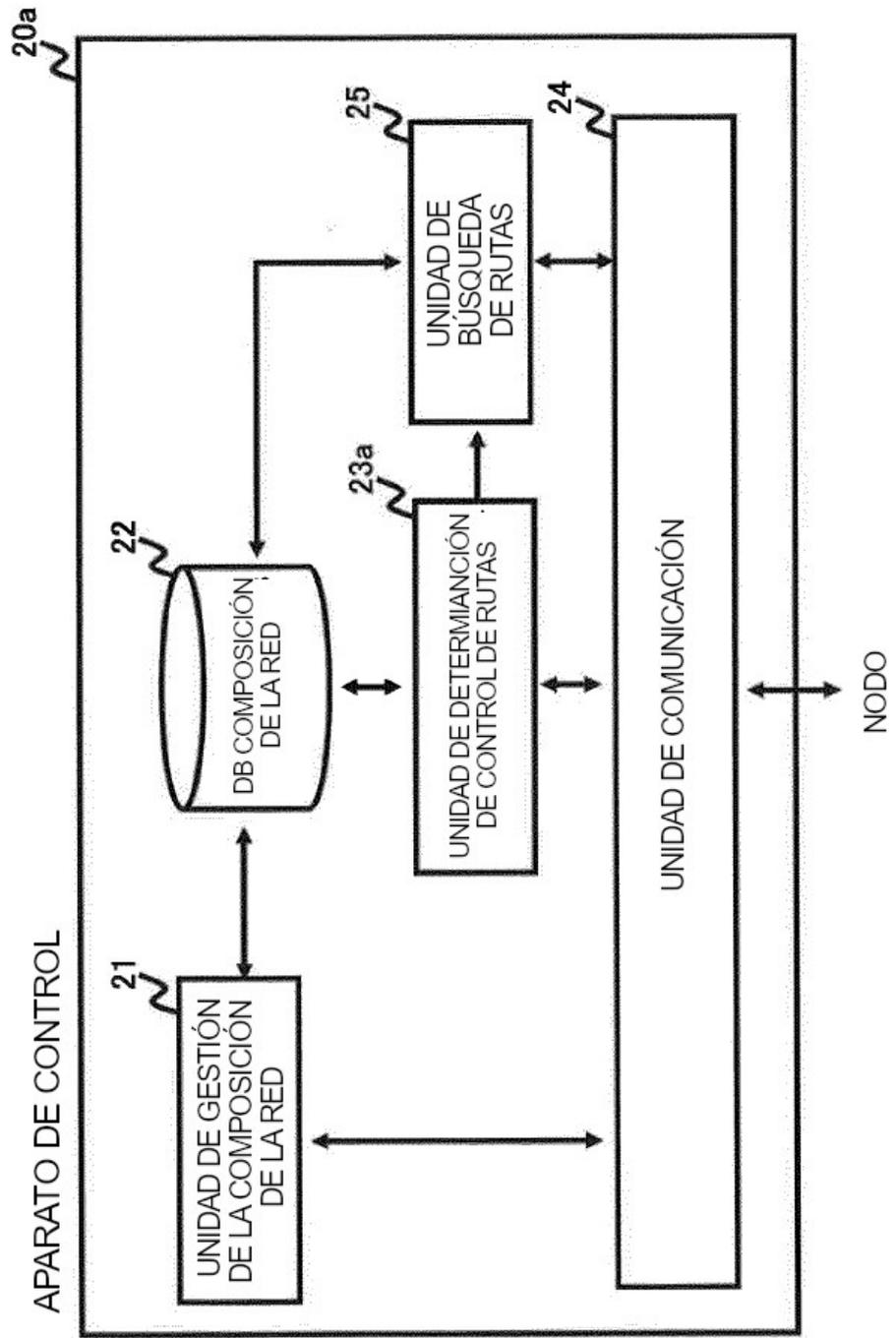


FIG. 12

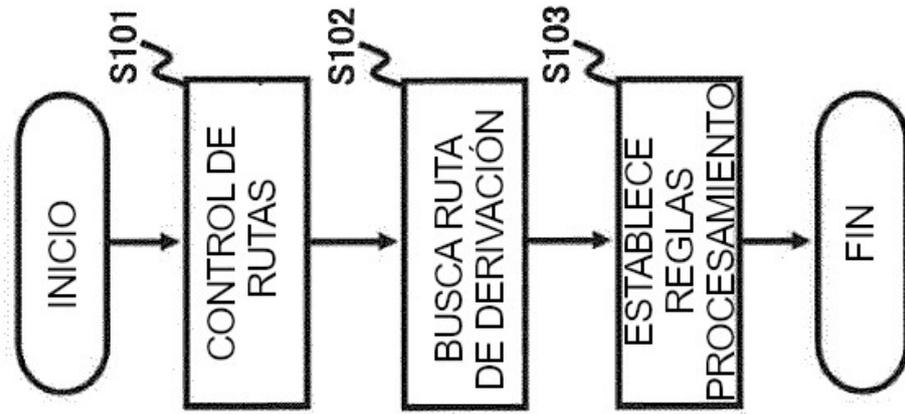


FIG. 13

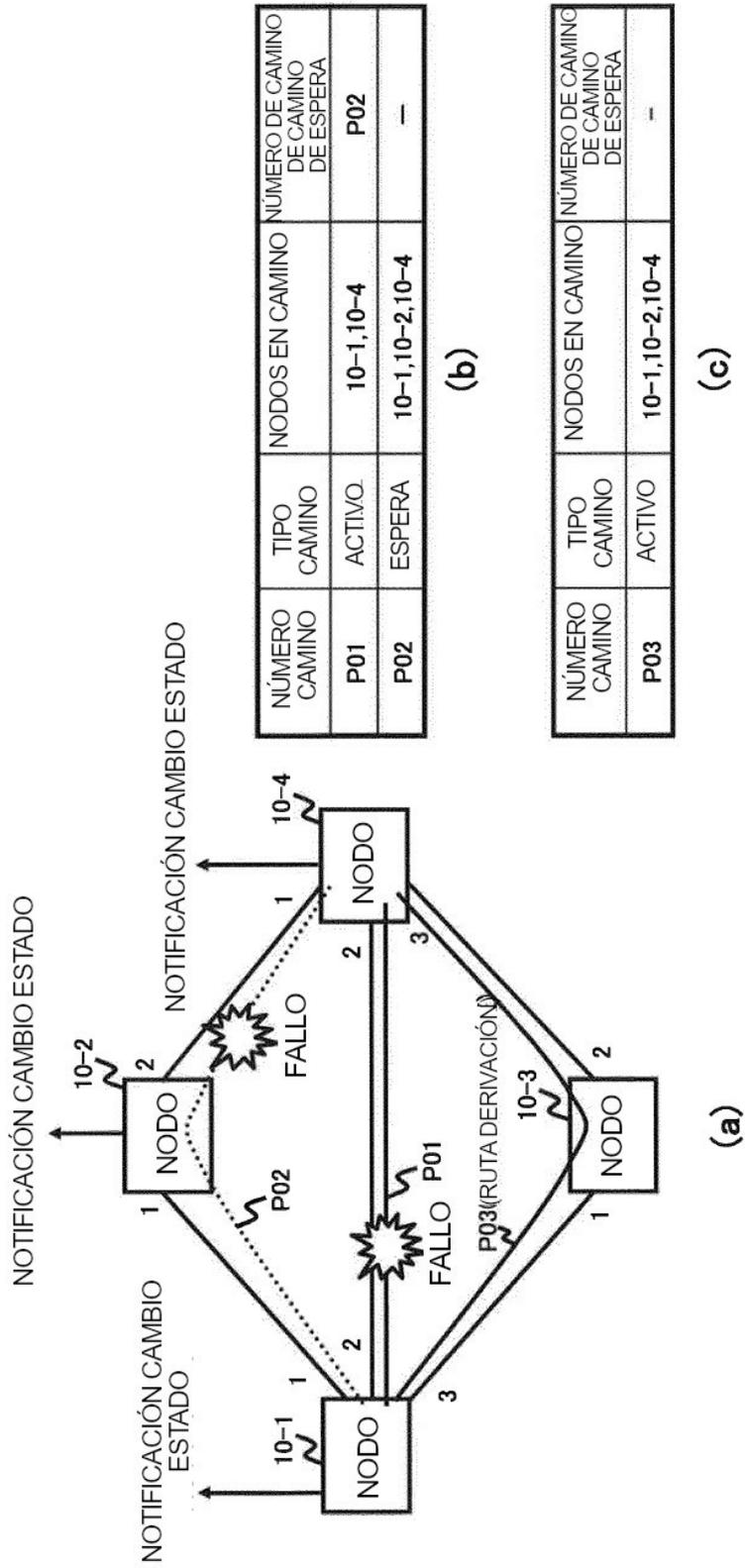


FIG. 14

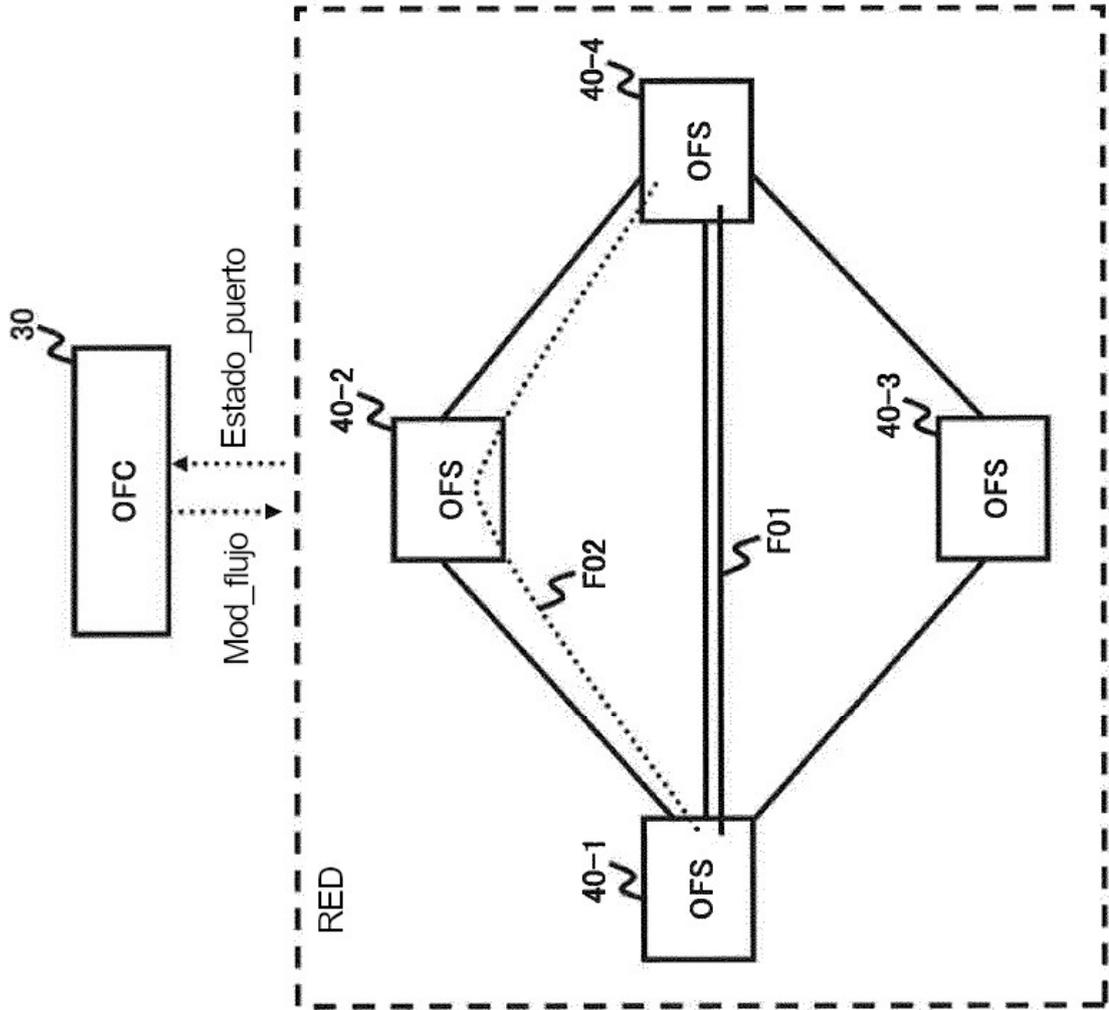


FIG. 15

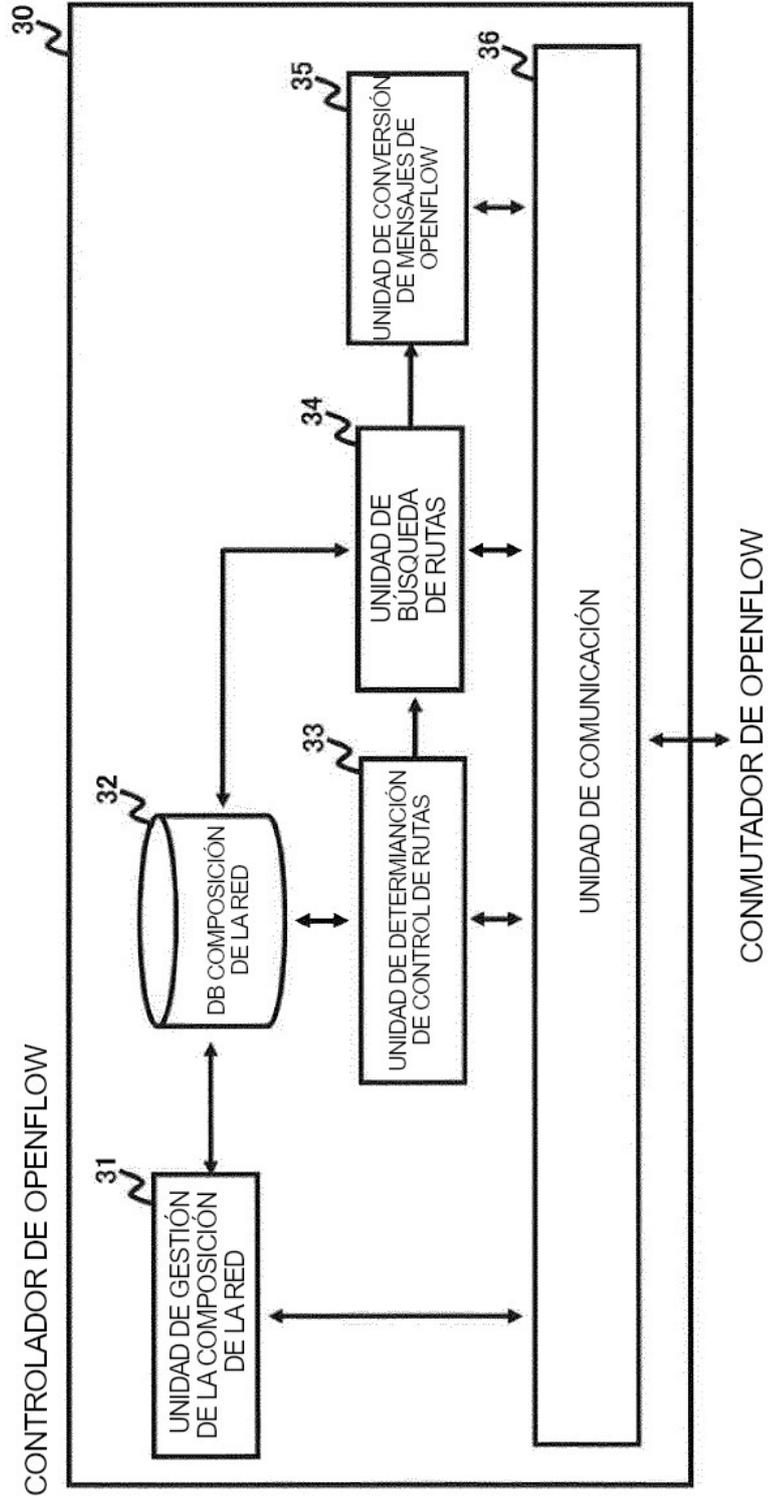


FIG. 16

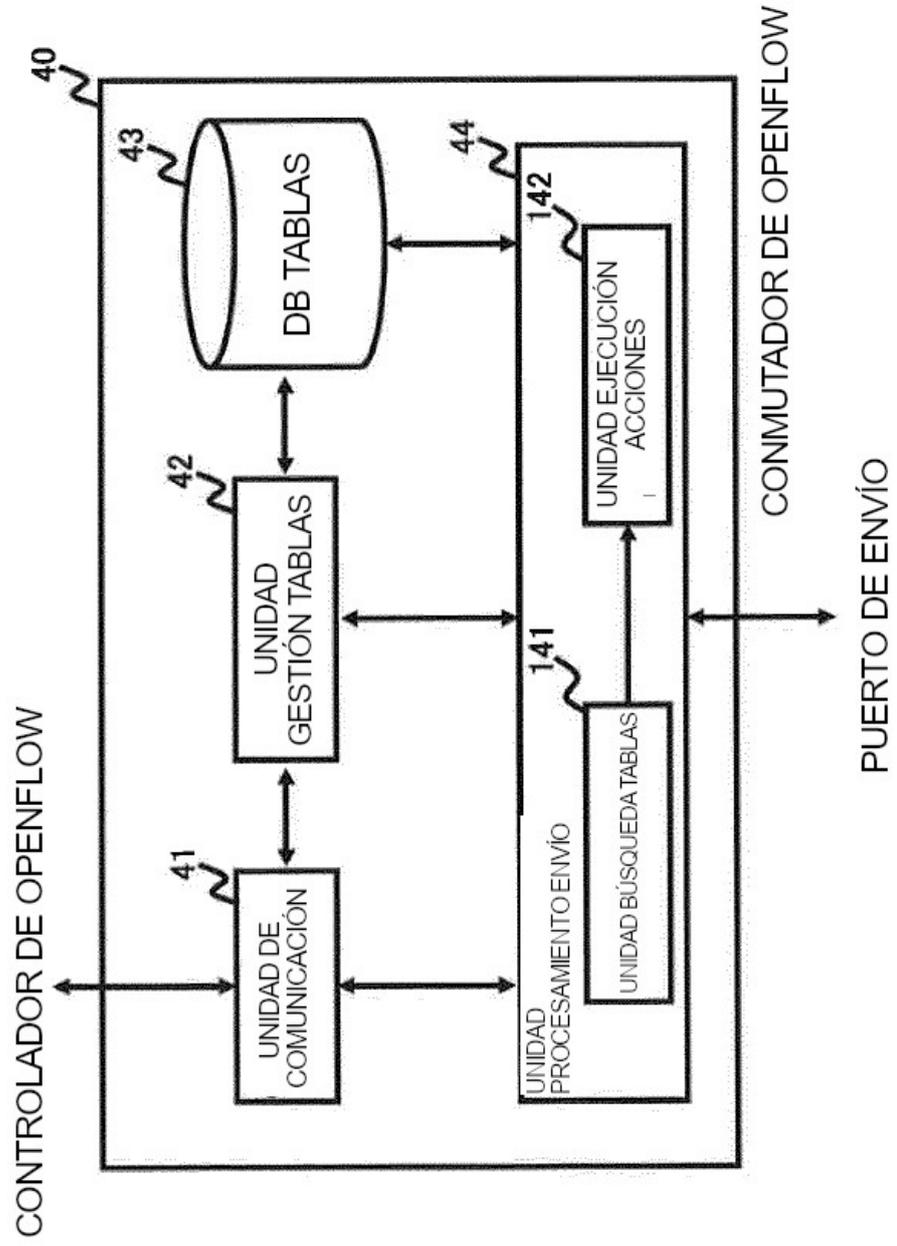


FIG. 17

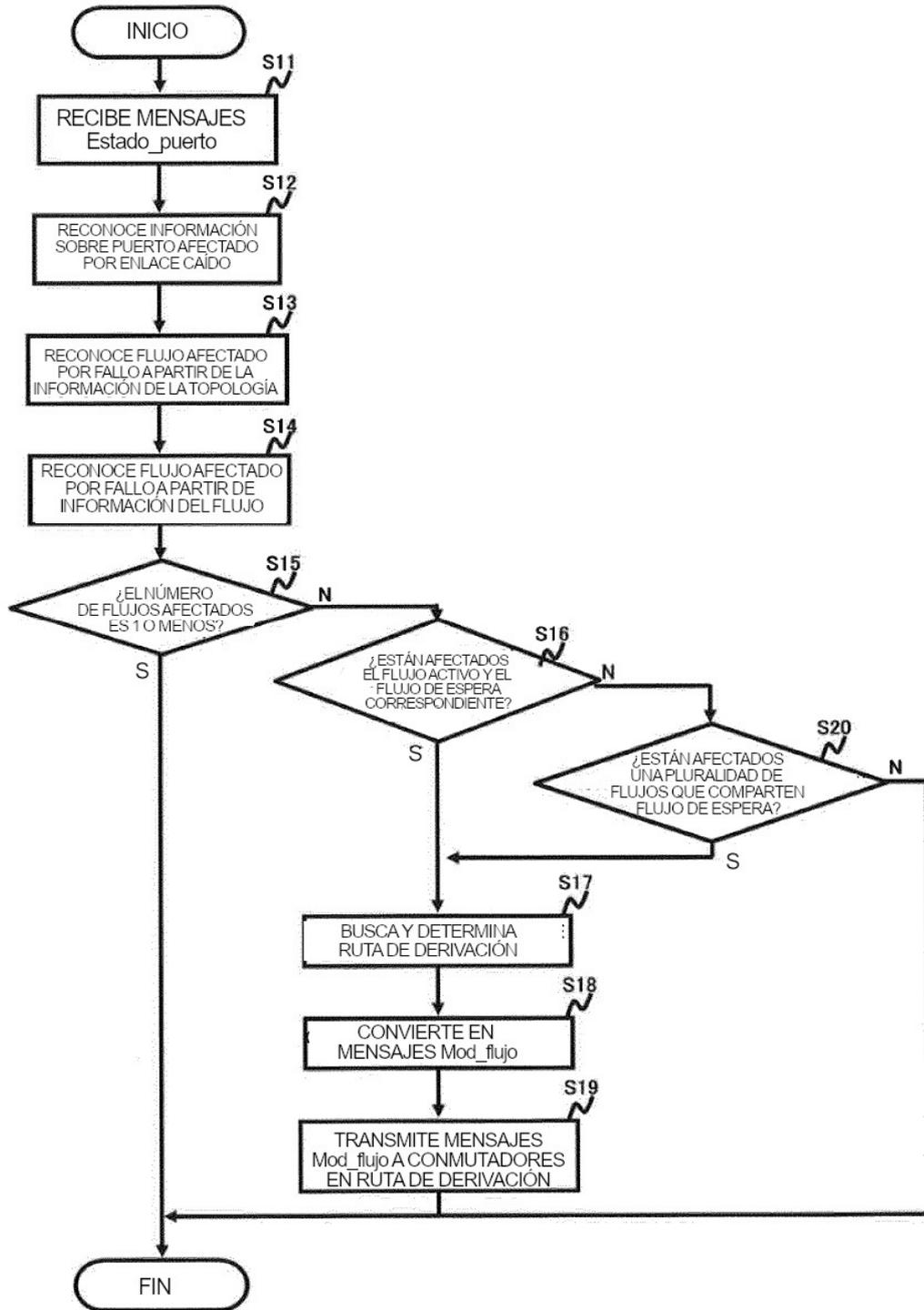


FIG. 18

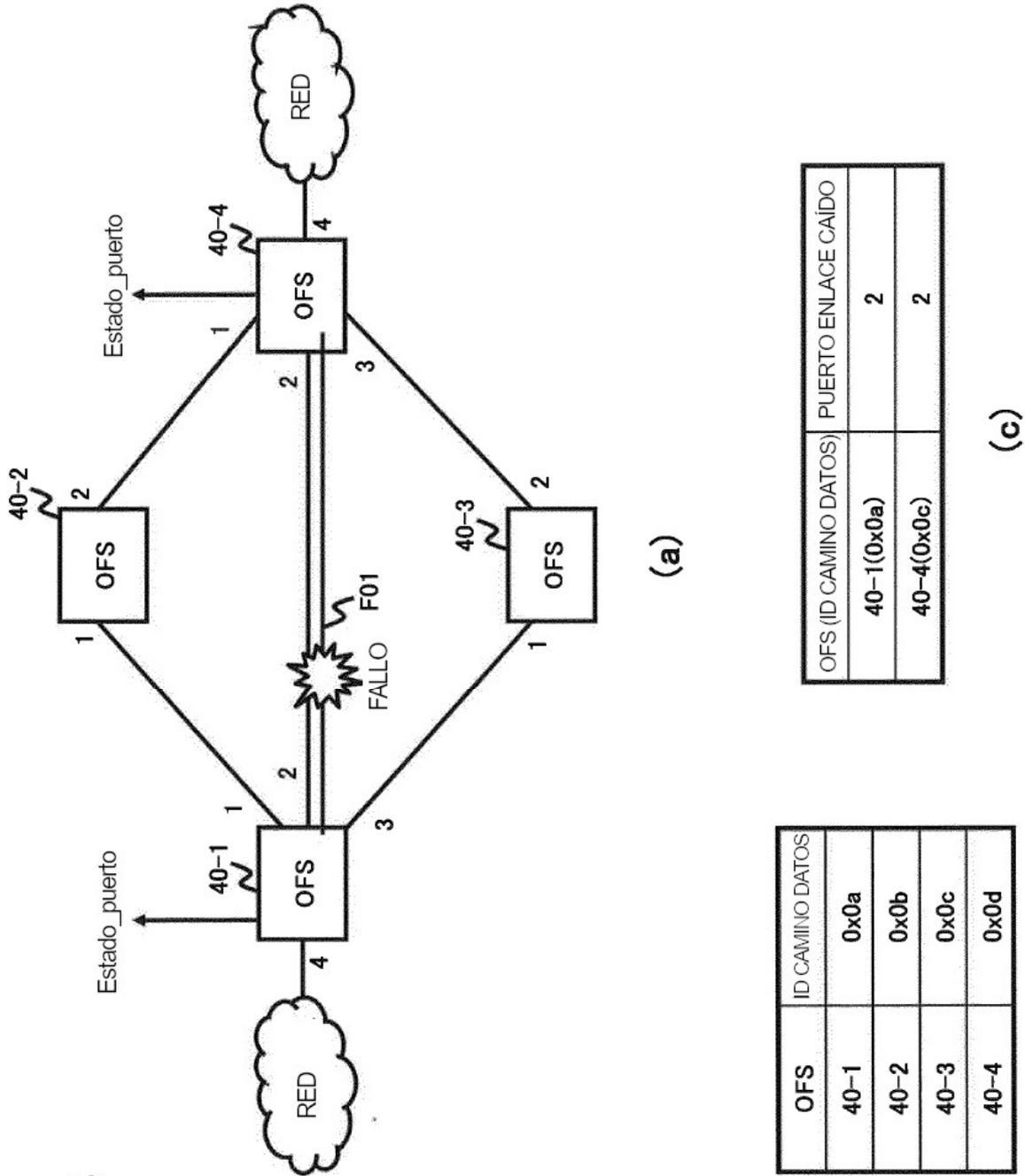






FIG. 21

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número de puerto = Puerto 4	Refiérase a la tabla de grupos
...	...

(a)

Acción	Puerto monitorizado	Tipo/Fallo Rápido
1	Puerto 2	Envíe desde puerto 2
2	Puerto 1	Envíe desde puerto 1
...	...	...

(b)

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número puerto = Puerto 1	Refiérase a la tabla de grupos
Numero puerto = Puerto 2	Refiérase a la tabla de grupos
...	...

(c)

Acción	Puerto monitorizado	Tipo/Fallo Rápido
1	Puerto 2	Envíe desde puerto 4
2	Puerto 1	Envíe desde puerto 4
...	...	...

(d)

FIG. 22

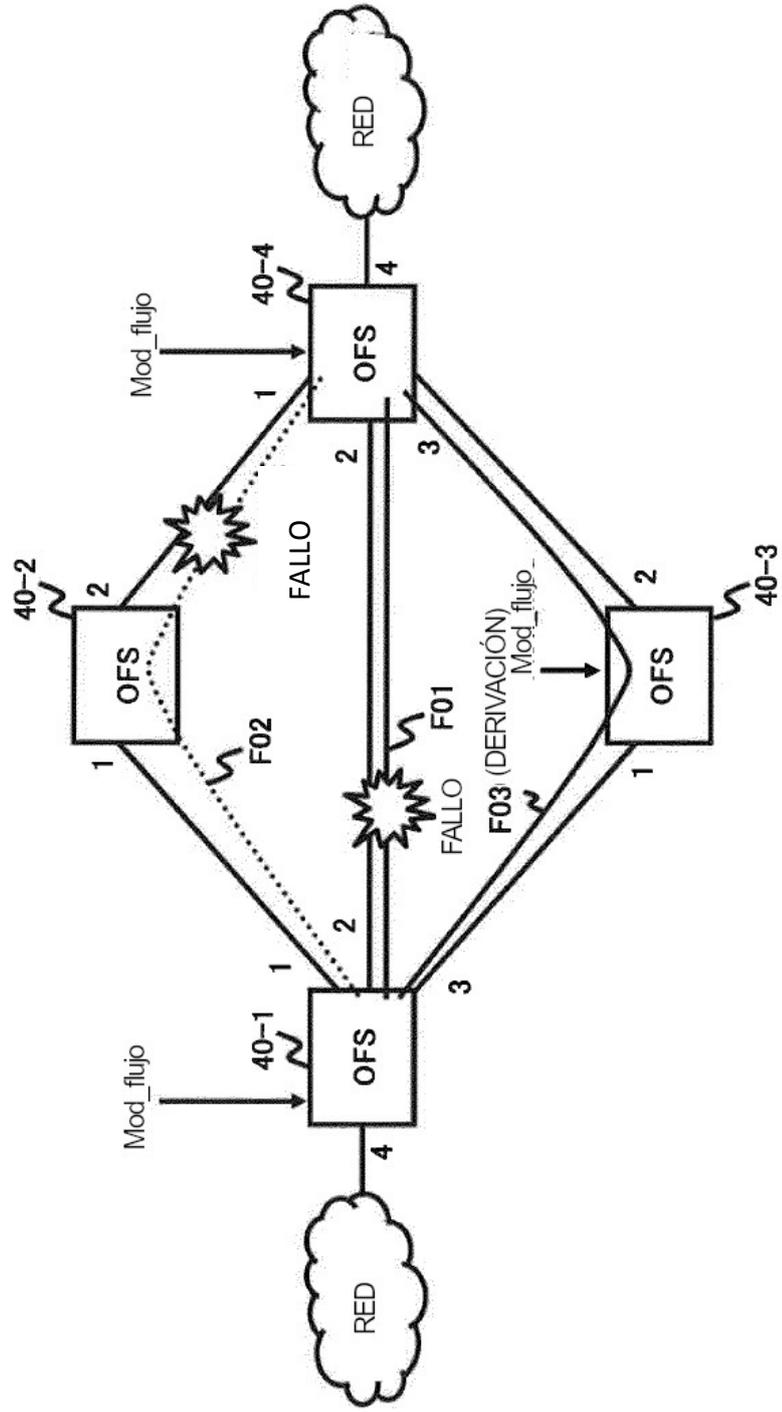


FIG. 23

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número de puerto = Puerto 4	Envíe desde puerto 3
...	...

(a)

Acción	Puerto monitorizado	Tipo/Fallo Rápido
1	Puerto 2	Envíe desde puerto 2
2	Puerto 1	Envíe desde puerto 1
...	...	...

(b)

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número puerto = Puerto 1	Envíe desde puerto 2
...	...

(c)

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número puerto = Puerto 1	Reférase a la tabla de grupos
Número puerto = Puerto 2	Reférase a la tabla de grupos
Número puerto = Puerto 3	Envíe desde puerto 4
...	...

(d)

Acción	Puerto monitorizado	Tipo/Fallo Rápido
1	Puerto 2	Envíe desde puerto 4
2	Puerto 1	Envíe desde puerto 4
...	...	...

(e)

FIG. 24

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número de puerto = Puerto 4	Refiérase a la tabla de grupos
...	...

(a)

Acción	Puerto monitorizado	Tipo/Fallo Rápido
1	Puerto 2	Envíe desde puerto 2
2	Puerto 1	Envíe desde puerto 1
3	Puerto 3	Envíe desde puerto 3
...	...	...

(b)

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número puerto = Puerto 1	Envíe desde puerto 2
...	...

(c)

Campo correspondencia	Campo instrucción
Número puerto = Puerto 1	Refiérase a la tabla de grupos
Número puerto = Puerto 2	Refiérase a la tabla de grupos
Número puerto = Puerto 3	Refiérase a la tabla de grupos
...	...

(d)

Acción	Puerto monitorizado	Tipo/Fallo Rápido
1	Puerto 2	Envíe desde puerto 4
2	Puerto 1	Envíe desde puerto 4
3	Puerto 3	Envíe desde puerto 4
...	...	...

(e)