

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 969**

51 Int. Cl.:

H04L 12/703 (2013.01)

H04L 12/707 (2013.01)

H04L 12/715 (2013.01)

H04L 12/705 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2015 PCT/CN2015/071253**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16045276**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2015 E 15844859 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3200403**

54 Título: **Método y dispositivo de reenvío de paquetes, SDN y sistema**

30 Prioridad:

24.09.2014 CN 201410495827

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

25.03.2021

73 Titular/es:

**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE Plaza, Keji Road South, Hi-Tech Industrial
Park, Nanshan District
Shenzhen, Guangdong 518057, CN**

72 Inventor/es:

YE, WEIBIN

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 813 969 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo de reenvío de paquetes, SDN y sistema

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere al campo de las comunicaciones, y en particular se refiere a un método y dispositivo de reenvío de paquetes, a una SDN (Red Definida por Software) y a un sistema.

10 Antecedentes

Una SDN es una nueva arquitectura de red. El concepto de diseño de la SDN es que un plano de control y un plano de reenvío de datos de la red están separados entre sí, y se realiza un control programable. La arquitectura típica de la SDN incluye tres capas. Una capa superior es una capa de aplicación e incluye varias funciones y aplicaciones diferentes; una capa de control en el medio es la principal responsable de procesar el diseño de los recursos del plano de datos y mantener una topología de red, información de estado y similares; y una capa de infraestructura en la capa más inferior es responsable del procesamiento de datos, el reenvío y la recopilación de estado en función de una tabla de flujo.

20 En la red existente, el control y el reenvío del tráfico se realizan dependiendo de un dispositivo de red; los sistemas operativos y el hardware especial estrechamente relacionado con las características funcionales están integrados en el dispositivo; y los sistemas operativos y el hardware especial son desarrollados y diseñados por cada fabricante. Sin embargo, en la SDN, el dispositivo de red solo es responsable del reenvío de datos puro, una arquitectura de hardware del dispositivo de red tiende a unificarse, y todas las partes del dispositivo de red tienden a ser universales entre los fabricantes. Un controlador especial de la SDN controla el plano de control que originalmente es responsable de enrutamiento, seguridad, estrategias, QoS (Calidad de servicio), ingeniería de tráfico y similares. Las funciones y características tales como enrutamiento, seguridad, estrategias, QoS (Calidad de Servicio), ingeniería de tráfico y similares pueden controlarse mediante programación. El controlador de la SDN no tiene un requisito fijo para la forma del hardware, puede ser un dispositivo, una máquina virtual o un servidor físico y puede adoptar por completo una arquitectura universal con alto rendimiento y bajo costo, tal como x86. La Figura 1 es un diagrama de arquitectura SDN en las tecnologías relevantes. Como se muestra en La Figura 1, la arquitectura SDN es una arquitectura SDN típica, y un "conmutador" en La Figura es el "dispositivo de red" anterior.

35 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra el envejecimiento de la tabla de flujo en la SDN en las tecnologías relevantes. Como se muestra en La Figura 2, en la SDN, un proceso de trabajo de la SDN es el siguiente: el controlador envía algunas tablas de flujo iniciales a los conmutadores para el reenvío de paquetes después de un primer inicio de los conmutadores. Los conmutadores reenvían los paquetes de las tablas de flujo, que no coinciden, al controlador para su procesamiento, el controlador envía nuevas tablas de flujo a los conmutadores después de calcular las nuevas tablas de flujo, y los conmutadores reenvían los paquetes de acuerdo con las nuevas tablas de flujo. Dado que se modifica la topología de la red y la capacidad de tráfico de los conmutadores es limitada, los conmutadores no guardarán todas las tablas de flujo obtenidas todo el tiempo. Cada elemento de la tabla de flujo tiene un campo de tiempo de espera, los conmutadores deben cancelar los elementos de la tabla de flujo cuando los elementos de la tabla de flujo exceden un cierto tiempo, y la operación se denomina envejecimiento. Pero el mecanismo tiene un problema: los conmutadores no pueden saber de inmediato qué elementos de la tabla de flujo son inválidos después que se interrumpe la red, los conmutadores solo pueden continuar reenviando los paquetes de acuerdo con los elementos de la tabla de flujo existentes, y se pueden obtener nuevas tablas de flujo hasta que las tablas de flujo excedan período de validez y envejezcan. Es decir, los conmutadores pueden reenviar los paquetes a una ruta incorrecta antes de que las tablas de flujo hayan envejecido, lo que provoca que una parte de las redes se interrumpa en un tiempo determinado. El problema puede aliviarse si se acorta el tiempo de envejecimiento; sin embargo, las solicitudes de la tabla de flujo en el controlador aumentan considerablemente, lo que provoca un aumento de la carga para el controlador.

55 El documento US2011/286324A1 divulga un método para la detección de fallas de enlace y la redirección de tráfico en una Red de Flujo Abierto. Los paquetes de detección de falla de enlace, tales como los paquetes de detección de reenvío bidireccional, se envían periódicamente en enlaces a los conmutadores OpenFlow pares, como a través del Perfil de transporte de conmutación de etiquetas multiprotocolo. Los paquetes de detección de fallas de enlaces se reciben de los conmutadores OpenFlow pares en los enlaces y se monitorean. Se detecta un fallo del enlace si no se reciben paquetes de detección de fallas de enlace entrantes en un enlace durante un intervalo predeterminado. En el caso de una falla del enlace, el tráfico se redirige desde el enlace que falla a un enlace de respaldo alterando las entradas en una tabla de flujo del conmutador OpenFlow.

65 El documento " Fast failover mechanism for software defined networking - OpenFlow based ", Sahri N. M y otros, FUTURE INTERNET TECHNOLOGIES, ACM, 2 Penn Plaza, Suite 701 New York NY 10121-0701 EE. UU., 18 de junio de 2014, divulga un mecanismo de conmutación automática rápido y eficiente para redirigir los flujos de tráfico a la ruta óptima cuando hay una falla en el enlace o un problema de congestión. Este mecanismo utiliza la función de

expiración de entrada de flujo del conmutador para redirigir el tráfico a la ruta de respaldo y de ayuda adicional del búfer en los conmutadores OpenFlow para reducir demora en la conmutación y la pérdida de paquetes.

5 Actualmente no se propone una solución efectiva con respecto al problema del tiempo de recuperación más prolongado de la red después de la interrupción de las tecnologías relevantes.

Resumen

10 La presente invención se define en las reivindicaciones independientes.

Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones particulares de la invención:

15 La presente descripción proporciona un método de reenvío de paquetes de acuerdo con la reivindicación 1, un dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con la reivindicación 4, una SDN de acuerdo con la reivindicación 7 y un sistema de acuerdo con la reivindicación 8, para resolver al menos el problema de un tiempo de recuperación más largo de una red después de la interrupción en las tecnologías relevantes. Las reivindicaciones 2 y 3 se refieren a realizaciones del método. Las reivindicaciones 5 y 6 se refieren a realizaciones del dispositivo.

20 A través de la presente divulgación, se detecta que el enlace en la SDN está interrumpido, el enlace de reemplazo, que se usa para reemplazar el enlace interrumpido y en el que se determina que el número de segmento de enlace en el estado bloqueado es solo uno, el enlace de reemplazo en el estado bloqueado está conectado, y el paquete se reenvía de acuerdo con el enlace de reemplazo después de la conexión, solucionando así el problema de un mayor tiempo de recuperación de la red después de la interrupción en las tecnologías relevantes, a fin de lograr un efecto de acortar el tiempo de recuperación de la red después de la interrupción.

25 Breve descripción de los dibujos

30 Los dibujos descritos en la presente memoria se usan para proporcionar una mayor comprensión de la presente divulgación y forman parte de la presente solicitud. Las realizaciones esquemáticas de la presente divulgación y la descripción de las realizaciones esquemáticas se usan para explicar la presente divulgación y no limitan la presente divulgación. En los dibujos:

La Figura 1 es un diagrama de arquitectura que ilustra una SDN en las tecnologías relevantes;

35 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra el envejecimiento de una tabla de flujo en la SDN en las tecnologías relevantes;

40 La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

La Figura 4 es un diagrama de bloques estructural que ilustra un dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

45 La Figura 5 es un diagrama de bloques estructural preferido que ilustra un dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

La Figura 6 es un diagrama de bloques estructural que ilustra un módulo de reenvío 48 en un dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

50 La Figura 7 es un diagrama de bloques estructurales que ilustra un módulo de procesamiento 46 en un dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con realizaciones de la presente descripción;

55 La Figura 8 es un diagrama de bloques estructural que ilustra una SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

La Figura 9 es un diagrama de bloques estructural que ilustra un sistema de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

60 La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

La Figura 11 es un diagrama de bloques 1 que ilustra el redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción;

65 La Figura 12 es un diagrama de bloques 2 que ilustra el redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción; y

La Figura 13 es un diagrama de bloques 3 que ilustra el redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción.

5 Descripción detallada

La presente descripción se describe a continuación en detalle con referencia a los dibujos y en combinación con las realizaciones. Cabe señalar que, las realizaciones en la presente solicitud y las características en las realizaciones se pueden combinar sin conflicto.

10 La presente realización proporciona un método de reenvío de paquetes. La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra el método de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 3, el flujo incluye las siguientes etapas:

- 15 etapa S302, se detecta que un enlace en una SDN se interrumpe;
- etapa S304, se determina un enlace de reemplazo, que se usa para reemplazar el enlace interrumpido y en el que el número del segmento de enlace en un estado bloqueado es solo uno;
- etapa S306, se conecta el enlace de reemplazo en el estado bloqueado; y
- 20 etapa S308, se reenvía un paquete de acuerdo con el enlace de reemplazo después de la conexión.

A través de las etapas anteriores, se detecta que el enlace en la SDN se interrumpe, se determina el enlace de reemplazo, que se usa para reemplazar el enlace interrumpido y en qué número de segmento de enlace en el estado bloqueado es solo uno, el enlace de reemplazo en el estado bloqueado está conectado, y el paquete se reenvía de acuerdo con el enlace de reemplazo después de la conexión, realizando así una selección rápida para el enlace de reemplazo y reenviando el paquete por el enlace de reemplazo cuando el enlace de la red se interrumpe, y resolviendo el problema de mayor tiempo de recuperación de la red después de la interrupción en las tecnologías relevantes, a fin de lograr un efecto de acortar el tiempo de recuperación de la red después de la interrupción

30 En una realización preferida, antes de la etapa de detectar que se interrumpe el enlace en la SDN, el método también incluye: la copia de respaldo de una tabla de flujo reservada utilizada para reenviar el paquete, asegurando así que la tabla de flujo original se pueda obtener rápidamente cuando la tabla de flujo necesite ser adquirida, para acortar el tiempo de actualización de la tabla de flujo.

35 En una realización preferida, la etapa de reenviar el paquete a través del enlace de reemplazo después de la conexión incluye: adquirir la tabla de flujo reservada; una tabla de flujo de actualización se determina de acuerdo con el enlace de reemplazo y la tabla de flujo reservada; y el paquete se reenvía de acuerdo con la tabla de flujo de actualización, de modo que el enlace interrumpido original se reemplaza por el enlace de reemplazo, por lo tanto, la red se recupera para que sea normal.

40 En una realización preferida, la etapa de llevar a cabo el procesamiento de la conexión en el enlace de reemplazo en el estado bloqueado incluye: los mensajes para cancelar un estado bloqueado de puertos se envían secuencialmente a conmutadores en dos extremos del enlace en el estado bloqueado; y el enlace de reemplazo está conectado de acuerdo con los mensajes.

45 La presente realización también proporciona un dispositivo de reenvío de paquetes, que se utiliza para llevar a cabo las realizaciones anteriores y los modos de implementación preferidos, y los contenidos descritos no se repiten nuevamente. Por ejemplo, un término "módulo" utilizado a continuación puede realizar una combinación de software y/o hardware con funciones reservadas. Aunque el dispositivo descrito en las siguientes realizaciones se implementa mejor mediante software, la implementación por hardware o la combinación de software y hardware también es posible y está concebida.

50 La Figura 4 es un diagrama de bloques estructural que ilustra el dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 4, el dispositivo incluye un módulo de detección 42, un módulo de determinación 44, un módulo de procesamiento 46 y un módulo de reenvío 48. El dispositivo se describe a continuación.

55 El módulo de detección 42 está configurado para detectar que el enlace en la SDN está interrumpido; el módulo de determinación 44 está conectado al módulo de detección 42 y está configurado para determinar el enlace de reemplazo que se usa para reemplazar el enlace interrumpido y en el que el número del segmento de enlace en el estado bloqueado es solo uno; el módulo de procesamiento 46 está conectado al módulo de determinación 44 y está configurado para llevar a cabo el procesamiento de la conexión en el enlace de reemplazo en el estado bloqueado; y el módulo de reenvío 48 está conectado al módulo de procesamiento 46 y está configurado para reenviar el paquete a través del enlace de reemplazo después de la conexión.

65 La Figura 5 es un diagrama de bloques estructural preferido que ilustra el dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 5, el dispositivo también

incluye un módulo de respaldo 52 además de todos los módulos que se muestran en la Figura 4. El dispositivo se describe a continuación.

5 El módulo de respaldo 52 está conectado al módulo de detección 42 y está configurado para hacer una copia de respaldo de la tabla de flujo reservada utilizada para reenviar el paquete.

10 La Figura 6 es un diagrama de bloques estructural que ilustra el módulo de reenvío 48 en el dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 6, el módulo de reenvío 48 incluye una unidad de adquisición 62, una unidad de determinación 64 y una unidad de reenvío 66. El módulo de reenvío 48 se describe a continuación.

15 La unidad de adquisición 62 está configurada para adquirir la tabla de flujo reservada; la unidad de determinación 64 está conectada a la unidad de adquisición 62 y está configurada para determinar la tabla de flujo de actualización de acuerdo con el enlace de reemplazo y la tabla de flujo reservada; y la unidad de reenvío 66 está conectada a la unidad de determinación 64 y está configurada para reenviar el paquete a través de la tabla de flujo de actualización.

20 La Figura 7 es un diagrama de bloques estructural que ilustra el módulo de procesamiento 46 en el dispositivo de reenvío de paquetes de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 7, el módulo de procesamiento 46 incluye una unidad de envío 72 y una unidad de procesamiento 74. El módulo de procesamiento 46 se describe a continuación.

25 La unidad de envío 72 está configurada para enviar secuencialmente los mensajes para cancelar el estado bloqueado de los puertos a los conmutadores en los dos extremos del enlace en el estado bloqueado; y la unidad de procesamiento 74 está conectada a la unidad de envío 72 y está configurada para llevar a cabo el procesamiento de la conexión en el enlace de reemplazo de acuerdo con los mensajes.

30 La Figura 8 es un diagrama de bloques estructural que ilustra una SDN de acuerdo con realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 8, la SDN 80 incluye cualquiera de los dispositivos de reenvío de paquetes 82 anteriores.

La Figura 9 es un diagrama de bloques estructural que ilustra un sistema de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 9, el sistema 90 incluye la SDN 80.

35 Con respecto al problema de un mayor tiempo de recuperación de la red después de la interrupción en las tecnologías relevantes, las realizaciones de la presente divulgación también proporcionan un método de redireccionamiento SDN. La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra el método de redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción. Como se muestra en la Figura 10, el método incluye las siguientes etapas:

40 etapa S1002, se hace una copia de respaldo de las tablas de flujo en una memoria de un controlador cuando el controlador envía las tablas de flujo a los conmutadores en una red;

45 etapa S1004, el controlador busca una ruta mínima hacia un lado opuesto para los conmutadores en dos extremos de un enlace de acuerdo con una situación de conexión física de la red cuando el controlador encuentra que cierto segmento del enlace está interrumpido en la red, y se requiere que el número del enlace en un estado NO_FLOOD (bloqueado) en la ruta mínima sea solo uno. La ruta mínima se denomina "ruta de reemplazo" (para evitar un bucle, los enlaces redundantes en la red están todos en un estado bloqueado). En este momento, dado que la ruta de reemplazo incluye el enlace bloqueado, la ruta de reemplazo está bloqueada);

50 etapa S1006, el controlador envía mensajes a los conmutadores en los dos extremos del enlace en el estado bloqueado para cancelar el estado NO_FLOOD del enlace, por lo tanto, el segmento original del enlace en el estado bloqueado se recupera para estar en un estado de comunicación normal, y la ruta de reemplazo está en un estado no bloqueado; y

55 etapa S1008, el controlador llama una tabla de flujo de cada conmutador en la ruta de reemplazo desde la memoria del controlador, las tablas de flujo se recalculan de acuerdo con una nueva topología que incluye la ruta de reemplazo, y las tablas de flujo se actualizan a los conmutadores correspondientes. En este momento, la ruta de reemplazo reemplaza el enlace interrumpido original y la red se recupera para que sea normal.

60 Mediante el método anterior, el redireccionamiento se puede acelerar y el tiempo anormal de la red se acorta cuando se interrumpe la red; además, el controlador solo necesita actualizar las tablas de flujo para una pequeña cantidad de conmutadores, por lo tanto, la cantidad calculada es pequeña y la carga de trabajo del controlador también se puede reducir.

65 La implementación de la solución técnica en las realizaciones de la presente descripción se describe adicionalmente en detalle en combinación con los dibujos:

La Figura 11 es un diagrama de bloques 1 que ilustra el redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción, la Figura 12 es un diagrama de bloques 2 que ilustra el redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, y la Figura 13 es un diagrama de bloques 3 que ilustra el redireccionamiento SDN de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Las figuras 11-13 son diagramas de bloques estructurales escalonados respectivamente que ilustran el redireccionamiento SDN. Como se muestra en las figuras 11-13, un controlador y siete conmutadores gestionados por el controlador están dispuestos en la red, y los conmutadores reenvían los paquetes de acuerdo con las tablas de flujo enviadas por el controlador. El controlador hace una copia de respaldo de la tabla de flujo de cada conmutador en la memoria del controlador. La red tiene rutas redundantes y, para evitar el bucle, generalmente se utiliza un algoritmo de árbol de expansión, de modo que las rutas redundantes están en un estado NO_FLOOD (bloqueado).

Se supone que se interrumpe un enlace (enlace 4-6) entre el conmutador 4 y el conmutador 6, y el conmutador 4 envía un mensaje para informar al controlador el estado de acuerdo con un protocolo openflow. El controlador calcula una ruta mínima que reemplaza el "enlace 4-6" de acuerdo con la situación de conexión física de la red después que el controlador sabe que el enlace 4-6 está interrumpido. Mediante el cálculo, se obtienen dos rutas mínimas opcionales que incluyen una ruta "conmutador 4-3-6" y una ruta "conmutador 4-5-6". En las realizaciones de la presente divulgación, el bucle se forma en la red si se incluyen dos o más de dos segmentos de rutas de reemplazo del enlace NO_FLOOD, por lo tanto, el número de enlace en el estado NO_FLOOD en la ruta de reemplazo seleccionada debe ser solo uno; y la ruta "conmutador 4-3-6" incluye un segmento de enlace NO_FLOOD, mientras que la ruta "conmutador 4-5-6" incluye dos segmentos de enlaces NO_FLOOD, por lo tanto, la ruta "conmutador 4-3-6" será seleccionada como la ruta de reemplazo.

A continuación, el controlador primero envía mensajes de cancelación del estado NO_FLOOD del puerto 2 al conmutador 3, se interrumpe una ruta desde el conmutador 3 al conmutador 6, luego el controlador envía un mensaje de cancelación del estado NO_FLOOD del puerto 4 al conmutador 6, y se interrumpe una ruta desde el conmutador 6 al conmutador 3. Por lo tanto, la ruta de reemplazo "conmutador 4-3-6" ya está en un estado desbloqueado.

Aunque la ruta de reemplazo está desbloqueada en este momento, las tablas de flujo de los conmutadores no se actualizan y el paquete no se reenvía a la ruta de reemplazo. Dado que la ruta de reemplazo incluye los conmutadores 4, 3 y 6, el controlador llama las tablas de flujo de los conmutadores 4, 3 y 6 desde la memoria, el cálculo se realiza de acuerdo con una nueva topología de red y se envían nuevas tablas de flujo a los conmutadores 4, 3 y 6. De esta manera, el paquete se ajusta desde el enlace interrumpido al enlace de reemplazo.

A través de las realizaciones anteriores de la presente descripción, el controlador puede seleccionar rápidamente los conmutadores con las tablas de flujo necesarias para actualizarse, y enviar rápidamente las nuevas tablas de flujo a los conmutadores cuando se interrumpe el enlace de la red con la premisa de no aumentar la carga para el controlador, de modo que la red se pueda recuperar rápidamente para que sea normal.

Aparentemente, los expertos en la materia deben comprender que todos los módulos o todas las etapas de la presente descripción pueden realizarse mediante un dispositivo informático universal y pueden concentrarse en un único dispositivo informático o distribuirse en una red formada por una pluralidad de dispositivos informáticos. Opcionalmente, todos los módulos o todas las etapas de la presente divulgación pueden realizarse mediante códigos de programa ejecutables por ordenador; por lo tanto, todos los módulos o todas las etapas de la presente divulgación pueden almacenarse en un dispositivo de almacenamiento y ser ejecutados por el dispositivo informático. Además, en algunas situaciones, las etapas mostradas o descritas pueden ejecutarse en una secuencia diferente de la descripción anterior; o todos los módulos o todas las etapas de la presente divulgación se hacen respectivamente en módulos de circuito integrado, o una pluralidad de módulos o etapas en los mismos se hacen en un solo circuito integrado. De esta manera, la presente divulgación no se limita a ninguna combinación específica de software y hardware.

Las descripciones anteriores son solo realizaciones preferidas de la presente divulgación, en lugar de un límite para la presente divulgación. La presente divulgación puede tener diversas modificaciones y cambios para los expertos en la materia. Cualquier modificación, mejora y similares realizadas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas se incluirán en el alcance de protección de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un método de reenvío de paquetes para una Red Definida por Software, denominada SDN, en donde la SDN comprende:
 - 5 un controlador, una pluralidad de conmutadores, enlaces entre los conmutadores, en donde los enlaces comprenden segmentos redundantes, cada uno de los segmentos redundantes está entre dos conmutadores respectivos de la pluralidad de conmutadores y está configurado en un estado bloqueado para evitar un bucle, el método comprende:
 - 10 detectar (S302), por el controlador, que se interrumpe un enlace en la SDN;
 - determinar (S304), por el controlador, un enlace de reemplazo para reemplazar el enlace interrumpido, en donde el enlace de reemplazo incluye solo un segmento redundante;
 - 15 enviar (S1006), por el controlador, mensajes para cancelar el estado bloqueado a los conmutadores en dos extremos del segmento redundante en el enlace de reemplazo, llevar a cabo el procesamiento de la conexión (S306) en el enlace de reemplazo de acuerdo con los mensajes; y
 - reenviar (S308) un paquete a través del enlace de reemplazo después de la conexión.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, antes de la detección (S302) de que el enlace en la SDN se ha interrumpido, que comprende, además:
 - 20 hacer copia de respaldo (S1002) de una tabla de flujo reservada utilizada para reenviar el paquete.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el reenvío (S308) del paquete a través del enlace de reemplazo después de la conexión comprende:
 - 25 adquirir la tabla de flujo reservada;
 - determinar una tabla de flujo de actualización de acuerdo con el enlace de reemplazo y la tabla de flujo reservada; y
 - 30 reenviar el paquete a través de la tabla de flujo de actualización.

4. Un dispositivo de reenvío de paquetes para una Red Definida por Software, denominada SDN, en donde la SDN comprende:
 - 35 un controlador, una pluralidad de conmutadores, enlaces entre los conmutadores, en donde los enlaces comprenden segmentos redundantes, cada uno de los segmentos redundantes está entre dos conmutadores respectivos de la pluralidad de conmutadores y está configurado en un estado bloqueado para evitar un bucle, el dispositivo comprende:
 - 40 un módulo de detección (42), configurado para detectar que se interrumpe un enlace en la SDN;
 - un módulo de determinación (44), configurado para determinar un enlace de reemplazo para reemplazar el enlace interrumpido, en donde el enlace de reemplazo incluye solo un segmento redundante;
 - un módulo de procesamiento (46), configurado para enviar mensajes para cancelar el estado bloqueado a los conmutadores en dos extremos del segmento redundante en el enlace de reemplazo, y para llevar a cabo el procesamiento de la conexión en el enlace de reemplazo de acuerdo con los mensajes; y
 - 45 un módulo de reenvío (48), configurado para reenviar un paquete a través del enlace de reemplazo después de la conexión.

5. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende, además:
 - 50 un módulo de respaldo (52), configurado para hacer una copia de respaldo de una tabla de flujo reservada utilizada para reenviar el paquete.

6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el módulo de reenvío (48) comprende:
 - 55 una unidad de adquisición (62), configurada para adquirir la tabla de flujo reservada;
 - una unidad de determinación (64), configurada para determinar una tabla de flujo de actualización de acuerdo con el enlace de reemplazo y la tabla de flujo reservada; y
 - una unidad de reenvío (66), configurada para reenviar el paquete a través de la tabla de flujo de actualización.

7. Una Red Definida por Software, denominada SDN, que comprende el dispositivo de las reivindicaciones 4-6.

8. Un sistema que comprende la SDN de la reivindicación 7.

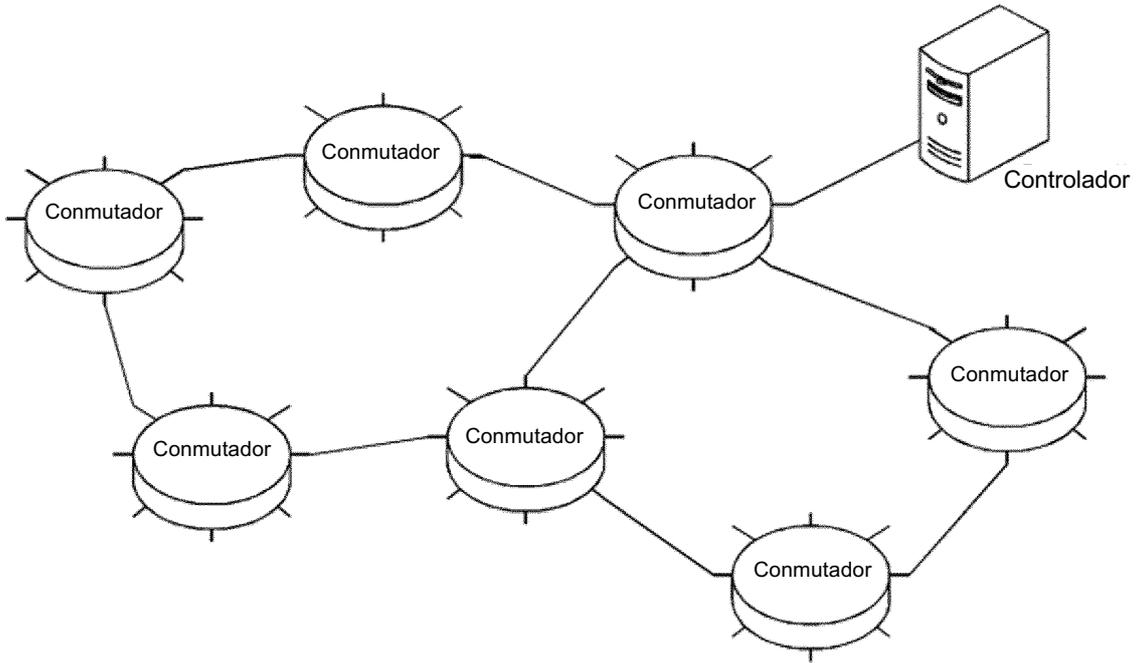


FIGURA 1

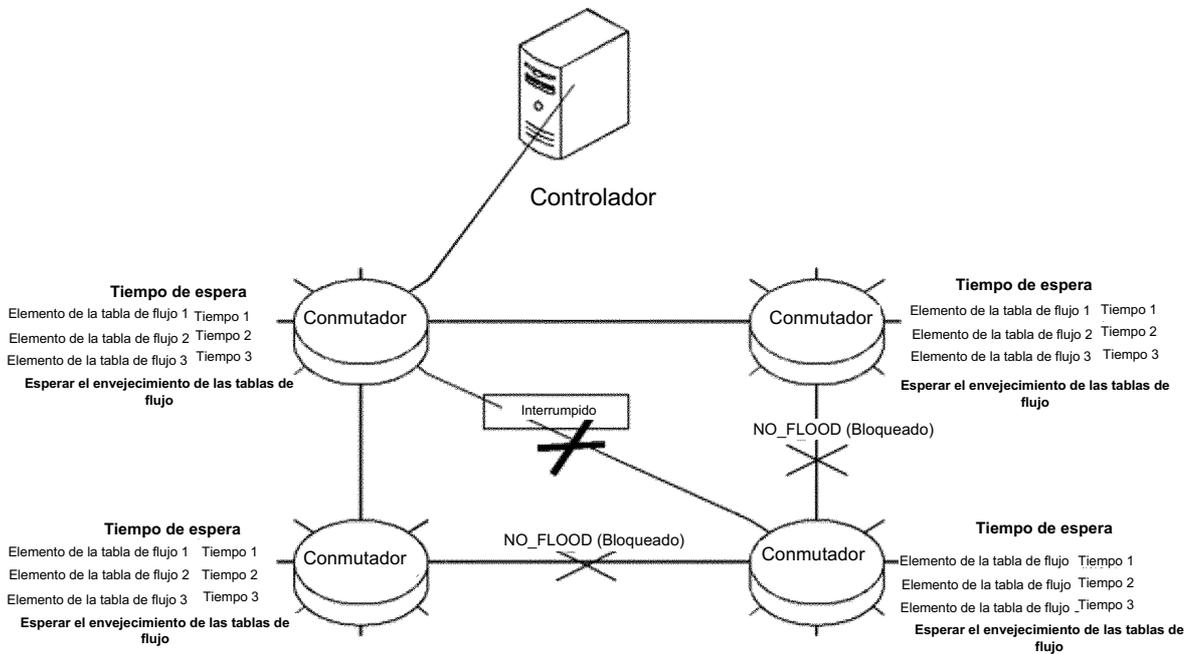


FIGURA 2

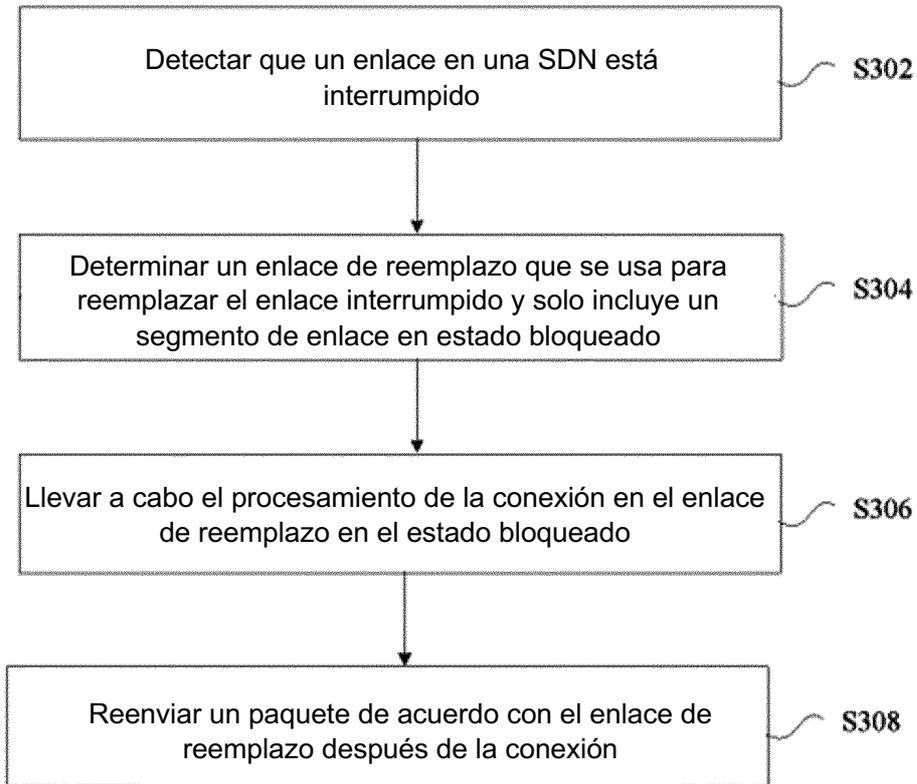


FIGURA 3

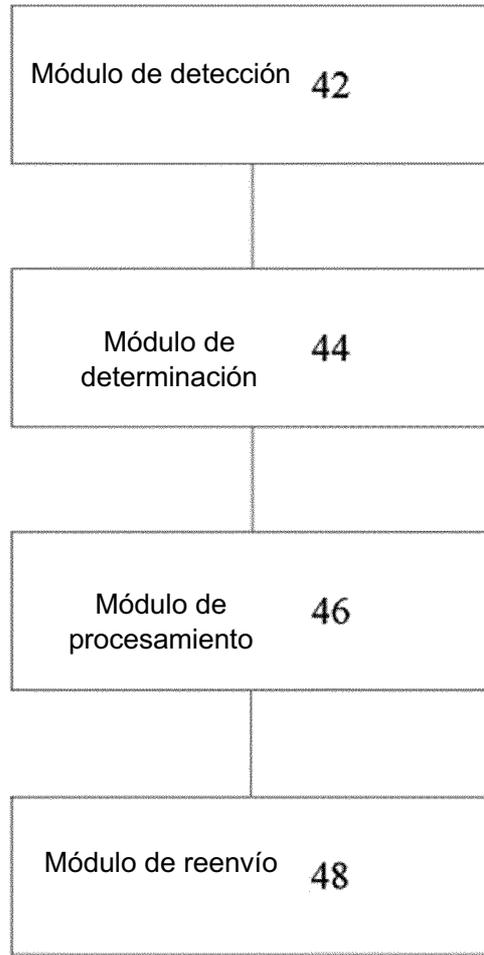


FIGURA 4

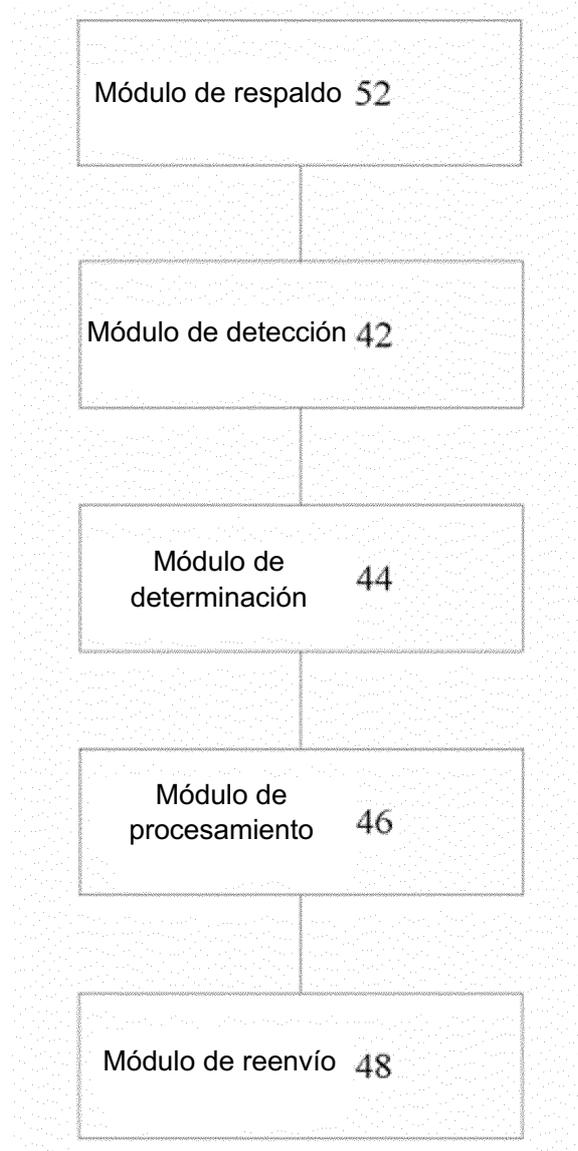


FIGURA 5

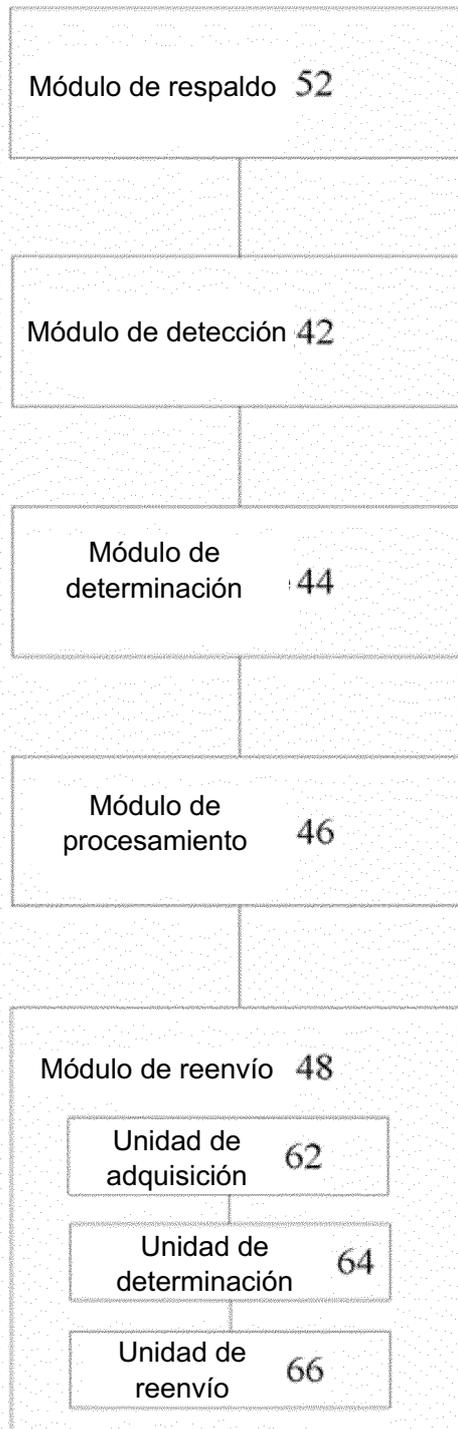


FIGURA 6

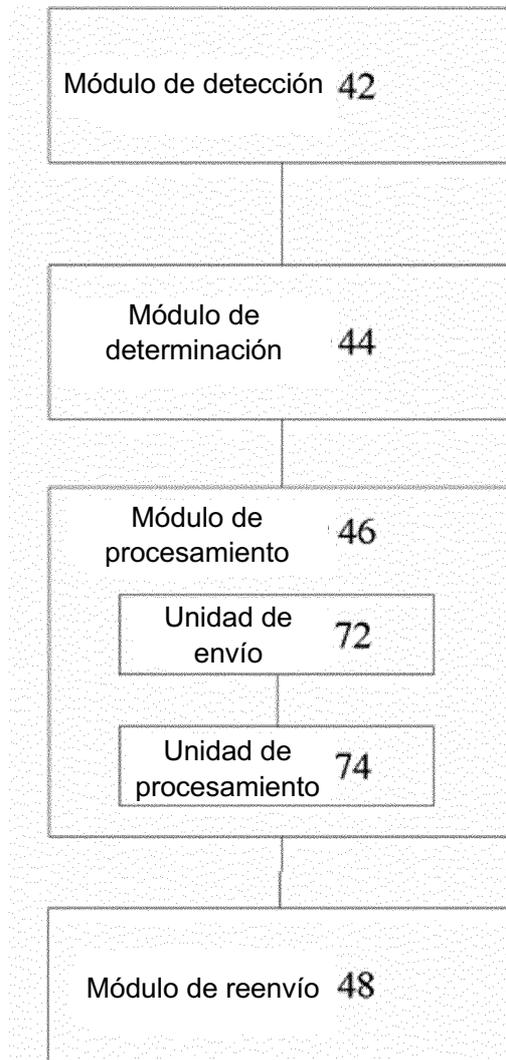


FIGURA 7

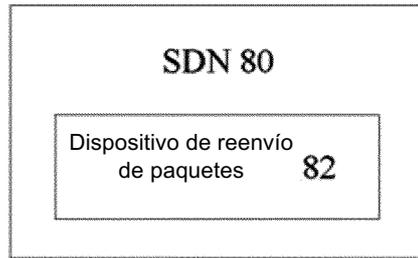


FIGURA 8

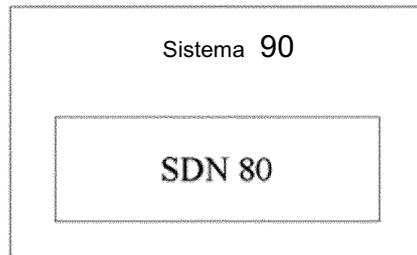


FIGURA 9

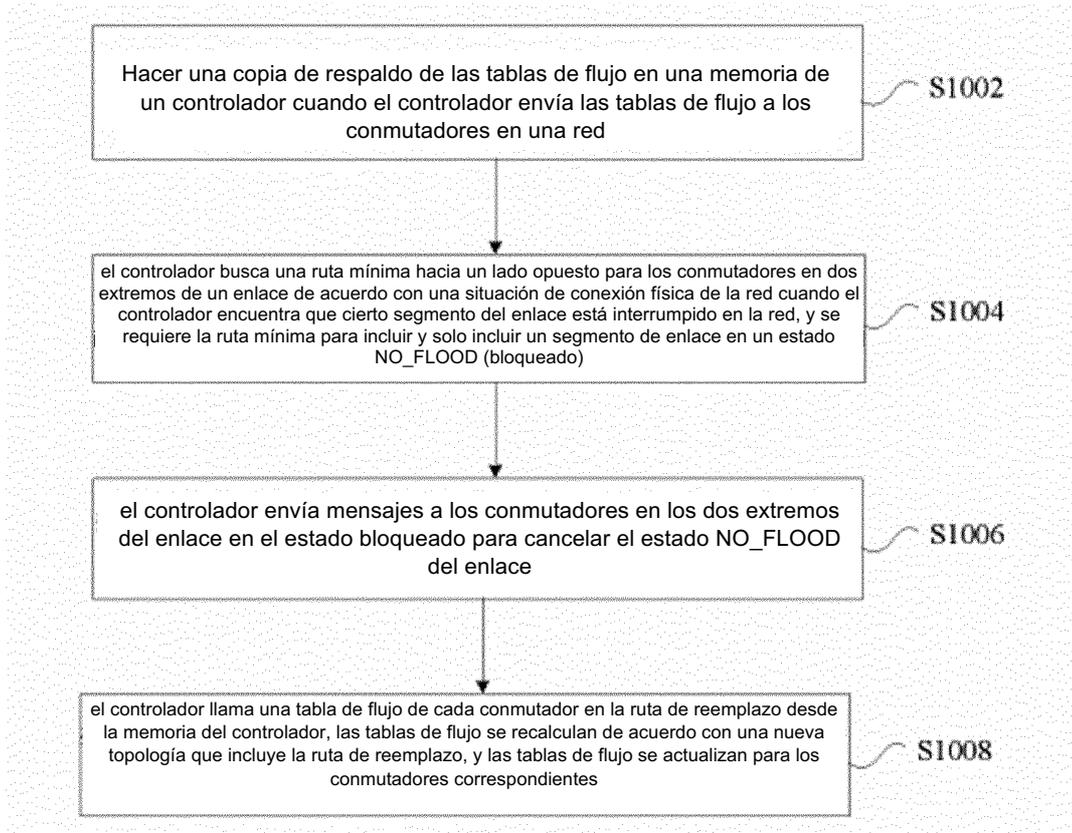


FIGURA 10

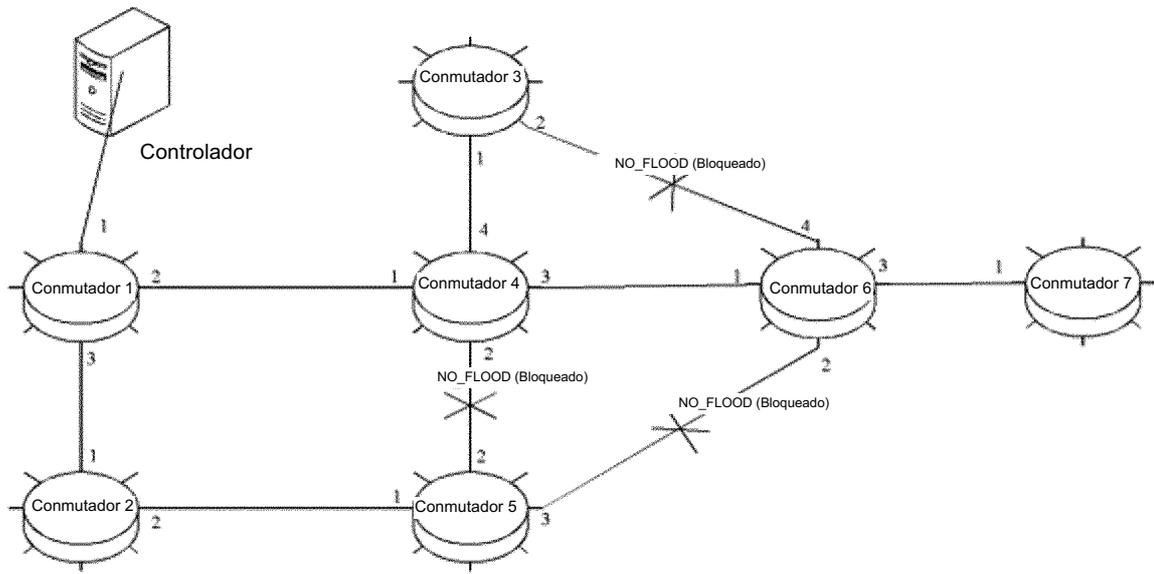


FIGURA 11

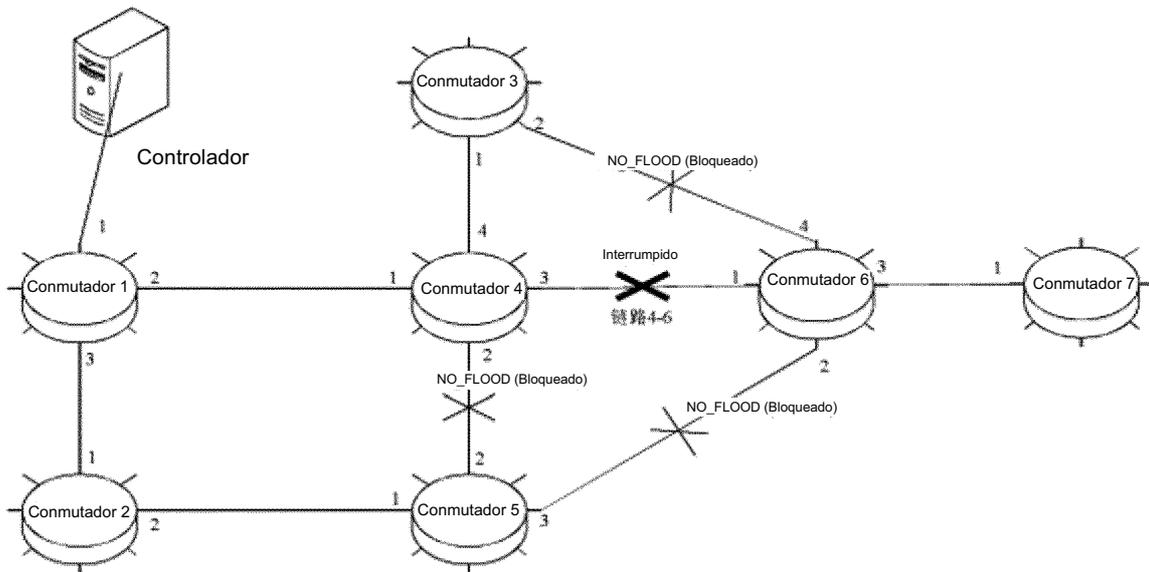


FIGURA 12

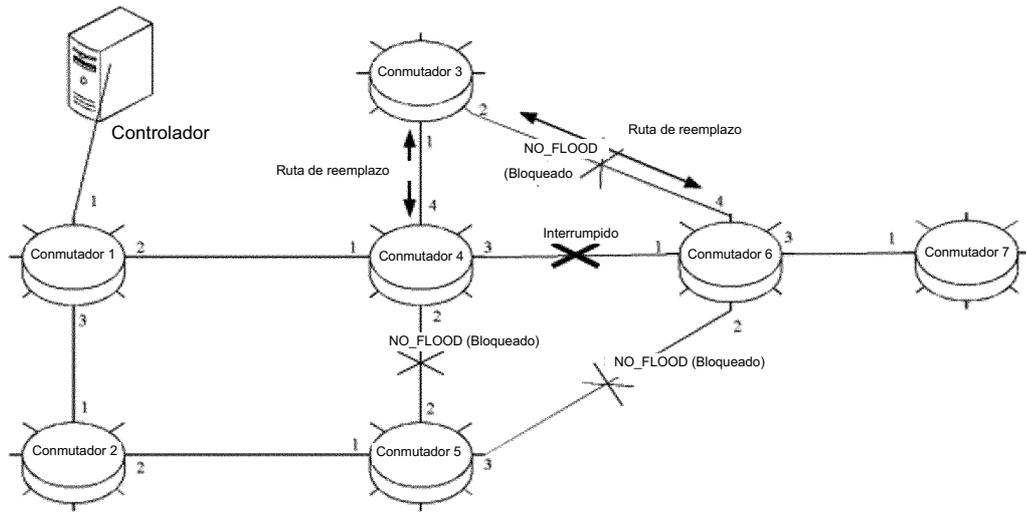


FIGURA 13