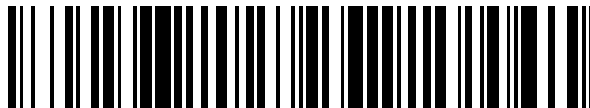


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 458**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2013 PCT/CN2013/082865**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15032026**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2013 E 13893127 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 3029905**

54 Título: **Método de descubrimiento de enlace y un controlador SDN**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.11.2017

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

72 Inventor/es:
LI, GANG

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

Observaciones :

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques
o Bemerkungen) en el folleto original publicado
por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 641 458 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 de descubrimiento de enlace y un controlador SDN

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de tecnologías de comunicaciones y en particular, a un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El funcionamiento en red definido por software (SDN) es una arquitectura de red innovadora, que separa un plano de control de una red desde una estructura real de una topología física y proporciona una interfaz programable para el plano de control, en donde los dispositivos de hardware en la topología física ya no controlan el enrutamiento de paquetes utilizando el respectivo software, sino que reenvían los paquetes de conformidad con las reglas de reenvío recibidas desde el plano de control. De este modo, en una red de un cierto alcance (o referida como un dominio SDN), una unidad lógica de control centralizada y unificada, realiza la gestión sobre la red de la gama, con el fin de resolver un problema de gestión de una gran cantidad de dispositivos de reenvío dispersos que funcionan independientemente en la red, de modo que se eliminan las tareas de diseño, despliegue, funcionamiento y mantenimiento y la gestión de la red se realiza por un punto de control y también se elimina la diferenciación de una red subyacente. La unidad lógica de control centralizada y unificada puede ser un controlador SDN, esto es, el controlador SDN proporciona un plano de control para realizar un control unificado y la gestión sobre dispositivos en el dominio SDN administrado por el controlador SDN. El controlador SDN puede controlar y gestionar, utilizando un protocolo de flujo abierto Openflow, los dispositivos en el dominio SDN administrados por el controlador SDN.

Además, el descubrimiento de enlace automático, por el controlador SDN, en el dominio SDN administrado por el controlador SDN es una premisa sobre la que el controlador SDN realiza una gestión de enlace de red SDN, un descubrimiento de topología de red automático y funciones similares. Un proceso de descubrimiento de enlace automático, por el controlador SDN en el dominio SDN administrado por el controlador SDN es principalmente: un proceso de descubrir automáticamente una relación de conexión entre puertos sobre la base de una biblioteca de puertos (es decir, puertos de dispositivos incluidos en el dominio SDN) es decir, en el dominio SDN administrado por el controlador SDN. En la técnica anterior, un método para un controlador SDN proporcionado para descubrir automáticamente un enlace de un dominio SDN administrado por el controlador SDN incluye principalmente los dos tipos siguientes:

Primer tipo: Según se ilustra en la Figura 1, un dominio SDN administrado por el controlador SDN 101 incluye dos dispositivos SW1 y SW2. El controlador SDN 101 se comunica con los dispositivos en el dominio SDN administrado por el controlador SDN 101 utilizando un mensaje Packet-out y un mensaje Packet-in en un protocolo Openflow, y un protocolo de Descubrimiento de Capa de enlace (LLDP), con el fin de realizar un descubrimiento de enlace automático. Un método para el controlador SDN 101 para descubrir automáticamente un enlace en el dominio SDN incluye principalmente las etapas siguientes:

Etapa 1: El controlador SDN 101 descubre una denominada biblioteca de puertos en el dominio SDN, en donde dicha biblioteca de puertos incluye un puerto P1 de SW1 y un puerto P2 de SW2.

Etapa 2: El controlador SDN 101 envía, por separado, un mensaje Packet-out a cada dispositivo cuyo puerto está en la biblioteca de puertos, en donde el mensaje Packet-out se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para enviar un paquete incluido en el mensaje Packet-out utilizando un puerto de salida designado por el controlador SDN 101. El mensaje Packet-out incluye un paquete LLDP, y el paquete LLDP se utiliza para indicar información sobre el controlador SDN 101, tal como una capacidad principal, una dirección de gestión, un identificador de dispositivo y un identificador de interfaz.

Etapa 3: Después de recibir un paquete Packet-out, suponiendo que da instrucciones a SW1 para reenviar un paquete LLDP incluido en el mensaje Packet-out utilizando P1, SW1 elimina una cabecera de mensaje del mensaje Packet-out y reenvía el paquete LLDP desde P1.

Etapa 4: Suponiendo que existe un enlace físico entre P1 y el puerto P2 de SW2, SW1 reenvía el paquete LLDP a partir de P1 a SW2 utilizando el puerto P2. Después de que SW2 reciba el paquete LLDP, puesto que está en una etapa de descubrimiento de enlace automático del controlador, no se genera ninguna tabla de flujos, SW2 no conoce en donde debe reenviarse el paquete LLDP. Por lo tanto, SW2 encapsula el paquete LLDP en un mensaje Packet-in, envía el mensaje Packet-in al controlador SDN 101 administrando SW2 y añade, al mensaje Packet-in, información de puerto de un puerto de entrada, P2, que recibe el paquete LLDP.

Etapa 5: Después de recibir el mensaje Packet-in, el controlador SDN 101 realiza un análisis sintáctico para encontrar que el paquete LLDP incluido en el mensaje Packet-in enviado por sí mismo, y para obtener el mensaje Packet-out utilizado para transmitir el paquete LLDP cuando el controlador SDN 101 envía el paquete LLDP, con lo

que se descubre el enlace entre P1 y P2 utilizando información de puerto del puerto de salida P1 incluida en el mensaje Packet-out e información de puerto del puerto de entrada P2 incluido en el mensaje Packet-out correspondiente.

5 Segundo tipo: Según se ilustra en la Figura 1, el controlador SDN 101 se comunica con los dispositivos en el dominio SDN administrado por el controlador SDN 101 utilizando un protocolo LLDP, con el fin de completar el descubrimiento de enlace automático. Un método para que el controlador SDN 101 descubra automáticamente un enlace en el dominio SDN incluye principalmente las etapas siguientes:

10 Etapa 1: SW1 y SW2 envían, por separado, utilizando direcciones de multidifusión, paquetes LLDP a otros dispositivos en el dominio SDN administrado por el controlador SDN 101 y el controlador SDN 101, en donde el paquete LLDP se utiliza para indicar información sobre un dispositivo que envía el paquete LLDP, tal como una capacidad principal, una dirección de gestión, un identificador de dispositivo y un identificador de interfaz.

15 Etapa 2: Después de recibir, por separado, paquetes LLDP enviados por otros dispositivos, SW1 y SW2 reenvían los paquetes LLDP recibidos a otros dispositivos en el dominio SDN administrado por el controlador SDN 101 y el controlador SDN 101 descubre, utilizando un paquete LLDP recibido, enviado por cada dispositivo, un enlace en el dominio SDN administrado por el controlador SDN 101.

20 Además, en los dos métodos anteriores dados a conocer en la técnica anterior para que un controlador SDN descubra automáticamente un enlace en un dominio SDN administrado por el controlador SDN, el controlador SDN puede solamente descubrir automáticamente un enlace en el dominio SDN administrado por el controlador SDN, pero no puede descubrir automáticamente un enlace de dominio cruzado entre dos dominios SDN administrados, por separado, por dos controladores SDN.

25 Además, los controladores SDN en la técnica anterior, tales como, un controlador de dispositivo de enrutador que administra un dispositivo de enrutamiento y un controlador de red típico que administra un dispositivo de red óptica pueden administrar dispositivos de red situados en diferentes capas de red. Puesto que el dispositivo de enrutamiento y el dispositivo de red óptica son dispositivos de red situados en diferentes capas de red y además, puesto que el dispositivo de enrutamiento y el dispositivo de red óptica están controlados por diferentes controladores SDN, pero existe un enlace entre un dispositivo de enrutamiento y un dispositivo de red óptica, no se puede descubrir automáticamente, en la técnica anterior, un enlace de dominio cruzado entre dominios SDN situados en diferentes capas.

35 El documento de XIE HUAWEI & USTC T TSOU HUAWEI (USA) D LOPEZ TELEFÓNICA I+D H YIN HUAWEI (USA), H, "Casos de utilización para ALTO con redes definidas por software; draft-xie-alto-sdn-extension-use-cases-01.txt", INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF; STANDARDWORKINGDRAFT, INTERNET SOCIETY (ISOC) 4, RUE DES FALAISES CH-1205 GINEBRA, SUIZA (20130109), PÁGINAS 1-29, sección 2.3 da a conocer casos de uso para aplicación de la optimización del tráfico de capas con SDN.

40 SUMARIO DE LA INVENCIÓN

La invención se define por las reivindicaciones 1, 6, 10 y 14.

45 Formas de realización de la presente invención dan a conocer un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo, que se utilizan para resolver un problema en la técnica anterior de que no se puede descubrir un enlace de dominio SDN cruzado.

50 Un primer aspecto de la idea inventiva da a conocer un método de descubrimiento de enlace, que incluye:

la recepción, por un primer controlador de funcionamiento en red definido por software (SDN), de un mensaje de interrogación enviado por un primer dispositivo administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el primer dispositivo, y el paquete de identificador que incluye un identificador de un segundo controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación;

el análisis sintáctico, por el primer controlador SDN, del paquete de identificador; y

60 cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del primer controlador SDN, el envío, por el primer controlador SDN, de un enlace en comunicación con el primer controlador SDN, un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que el paquete de identificador está encapsulado, en donde

65 el mensaje de encapsulación se utiliza para: cuando el segundo controlador SDN recibe el mensaje de encapsulación, la determinación, por el segundo controlador SDN, en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre un segundo

dispositivo que envía el paquete de identificador al primer dispositivo y el primer dispositivo.

5 Haciendo referencia al primer aspecto de la idea inventiva, en una primera manera de puesta en práctica posible, cuando el segundo controlador SDN es un controlador SDN primario del primer controlador SDN, el envío, a un enlace en comunicación con el primer controlador SDN, de un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador, incluye específicamente: el reenvío del mensaje de interrogación al controlador SDN primario del primer controlador SDN.

10 Con referencia al primer aspecto de la idea inventiva, en una segunda manera de puesta en práctica posible, el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio SDN administrado por el segundo controlador SDN; el envío, a un enlace en comunicación con el primer controlador SDN, de un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el mensaje de interrogación, incluye específicamente: reenviar el mensaje de interrogación al segundo controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el segundo controlador SDN que está incluido en el paquete de identificador y obtenido mediante el análisis sintáctico.

15 Con referencia a la primera manera de puesta en práctica posible del primer aspecto, o con referencia a la segunda manera de puesta en práctica posible del primer aspecto, en una tercera manera de puesta en práctica posible, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación se recibe por el primer dispositivo utilizando un puerto de entrada, y el mensaje de interrogación incluye, además, información de puerto del puerto de entrada.

20 Con referencia a la primera manera de puesta en práctica posible del primer aspecto, o con referencia a la segunda manera de puesta en práctica posible del primer aspecto, en una cuarta manera de puesta en práctica posible, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación es el paquete de identificador que se recibe por el primer dispositivo utilizando un puerto de entrada e incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida del segundo dispositivo; y el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el primer dispositivo al primer controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada.

25 Un segundo aspecto de la idea inventiva da a conocer un método de descubrimiento de enlace, que incluye:

30 el envío, por un controlador de funcionamiento en red definido por software (SDN) padre, de un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN primario a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN;

35 la recepción, por el controlador SDN padre, de un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que el paquete de identificador está encapsulado por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado;

40 el análisis sintáctico, por el controlador SDN padre, del paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación; y

45 cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, determinar, por el controlador SDN padre, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que es administrado por el segundo subcontrolador SDN. Con referencia al segundo aspecto de la idea inventiva, en una primera manera de puesta en práctica posible, el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación; el mensaje de interrogación es específicamente un mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que está encapsulado el paquete de identificador, mediante el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y la determinación, en conformidad con el paquete de identificador, de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que se administra por el segundo subcontrolador SDN que incluye específicamente: determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador de conformidad con el paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.

60 Con referencia al segundo aspecto de la idea inventiva, en una segunda manera de puesta en práctica posible, el

mensaje de indicación es utilizado específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida que incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida; el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN al segundo subcontrolador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y la determinación en conformidad con el paquete de identificador, de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que es administrado por el segundo subcontrolador SDN incluye específicamente: determinar, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace correspondiente al puerto de entrada, que están incluidos en el paquete de identificador, de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

Con referencia a la primera manera de puesta en práctica posible del segundo aspecto de la idea inventiva, o con referencia a la segunda manera de puesta en práctica posible del segundo aspecto, en una tercera manera de puesta en práctica posible, antes del envío, por un controlador SDN padre, de un mensaje de indicación a un primer subcontrolador SDN, el método incluye, además: la recepción, por el controlador SDN padre, la información de puerto comunicada por el primer subcontrolador SDN, en donde un puerto representado por la información de puerto es un puerto que se determina a partir de puertos de dispositivos administrados por el primer subcontrolador SDN y no forma ningún enlace con cualquiera de los puertos; y determinar que un puerto comunicado es el puerto de salida designado de conformidad con la información de puerto recibida, y determinar que un dispositivo al que pertenece el puerto informado es el dispositivo designado.

Un tercer aspecto de la idea inventiva da a conocer un controlador SDN, que incluye:

un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de interrogación enviado por un primer dispositivo administrado por el controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el primer dispositivo, y el paquete de identificador que incluye un identificador de otro controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación;

un módulo de análisis sintáctico, configurado para analizar el paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción y se encapsula en el mensaje de interrogación; y

un módulo de envío, configurado para: cuando se determina, en conformidad con un resultado del análisis del módulo de análisis sintáctico, que el paquete de identificador no incluye un identificador del controlador SDN, enviar, a un enlace en comunicación con el controlador SDN, un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de encapsulación se utiliza para: cuando el otro controlador SDN recibe el mensaje de encapsulación, determinar, en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el segundo dispositivo que envía el paquete de identificador al primer dispositivo y el propio primer dispositivo.

Con referencia al tercer aspecto, una primera manera de puesta en práctica posible, cuando el otro controlador SDN es un controlador SDN primario del controlador SDN, el módulo de envío está específicamente configurado para reenviar el mensaje de interrogación al controlador SDN primario del controlador SDN.

Con referencia al tercer aspecto, en una segunda manera de puesta en práctica posible, el módulo de envío está específicamente configurado para: cuando el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio SDN administrado por el otro controlador SDN, reenviar el mensaje de interrogación al otro controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el otro controlador SDN que está incluido en el paquete de identificador y se obtiene mediante análisis sintáctico.

Con referencia al tercer aspecto, en una tercera manera de puesta en práctica posible, el módulo de envío está específicamente configurado para enviar un mensaje de indicación en el que el mensaje de encapsulación está encapsulado al primer dispositivo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación.

Un cuarto aspecto de la idea inventiva da a conocer un controlador SDN padre, que incluye:

un módulo de envío, configurado para enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario a un primer subcontrolador de funcionamiento en red definido por software (SDN), en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN;

un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de interrogación reenviado por un segundo

subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que está encapsulado el paquete de identificador, a un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado;

un módulo de análisis sintáctico, configurado para analizar el paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción y está encapsulado en el mensaje de interrogación; y

un módulo de determinación, configurado para: cuando se determina, en conformidad con un resultado del análisis sintáctico del módulo de análisis sintáctico, que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, determinar, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado que recibe el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío y el dispositivo que es administrado por el segundo subcontrolador SDN.

Con referencia al cuarto aspecto de la idea inventiva, en una primera manera de puesta en práctica posible, el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación; el mensaje de interrogación recibido por el módulo de recepción es específicamente un mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que está encapsulado el paquete de identificador por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y el módulo de determinación está específicamente configurado para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.

Los efectos ventajosos de las formas de realización de la presente invención incluyen:

En conformidad con un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo dados a conocer en las formas de realización de la presente invención, un controlador SDN primario envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN; después de recibir el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, un dispositivo administrado por un segundo subcontrolador SDN encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación utilizado para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador, y envía el mensaje de interrogación al segundo subcontrolador SDN, y cuando se realiza el análisis sintáctico para encontrar que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo subcontrolador SDN, el segundo subcontrolador SDN reenvía el mensaje de interrogación al controlador SDN padre; el controlador SDN primario analiza el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación; y cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, se determina, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que administrado por el segundo subcontrolador SDN. El controlador SDN primario detecta un enlace entre subcontroladores SDN administrados por el controlador SDN primario para descubrir un enlace de dominio SDN cruzado entre dominios SDN en el que están situados múltiples subcontroladores SDN administrados por el controlador SDN padre, con el fin de resolver un problema en la técnica anterior de que no se puede descubrir un enlace de dominio SDN cruzado.

En conformidad con un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo dados a conocer en las formas de realización de la presente invención, un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN a un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo designado para reenviar el paquete de identificador; un segundo controlador SDN recibe un primer mensaje de interrogación que se envía por el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN y se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador recibido por el dispositivo, analiza el paquete de identificador y cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, enviar, a un enlace en comunicación con el segundo controlador SDN, un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el primer mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador; y después de recibir el mensaje de encapsulación, el primer controlador SDN analiza el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, y cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del primer controlador SDN, se determina, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que es administrado por el segundo controlador SDN. Un controlador

SDN inicia una detección en otro controlador SDN, con lo que se descubre un enlace de dominio SDN cruzado entre los controladores SDN, con el fin de resolver un problema de la técnica anterior de que no se puede descubrir un enlace de dominio SDN cruzado.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un controlador SDN y una relación de conexión entre dispositivos administrados por el controlador SDN en conformidad con la tecnología antecedente de la presente invención;

10 La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un lado del controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un lado de controlador SDN primario en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

15 La Figura 4 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un primer lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

20 La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un lado de dispositivo en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un lado de controlador SDN primario en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

25 La Figura 7 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado del subcontrolador SDN en conformidad con la presente invención;

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un lado de controlador SDN primario en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

30 La Figura 9 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado del subcontrolador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

35 La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un controlador SDN padre, un primer lado de subcontrolador SDN y un segundo lado de subcontrolador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

40 La Figura 11 es un diagrama esquemático de un controlador SDN primario y una relación de conexión entre dispositivos administrados por el controlador SDN primario en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama de flujo de un ejemplo 1 de un método de descubrimiento de enlace en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

45 La Figura 13 es un diagrama esquemático de un controlador SDN primario y una relación de conexión entre dispositivos administrados por el controlador SDN primario en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

50 La Figura 14 es un diagrama de flujo de un ejemplo 2 de un método de descubrimiento de enlace en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 15 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un primer lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

55 La Figura 16 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 17 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

60 La Figura 18 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un primer lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

65 La Figura 19 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;

- La Figura 20 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un primer lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 5 La Figura 21 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- La Figura 22 es un diagrama esquemático de un controlador SDN y una relación de conexión entre dispositivos administrados por el controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 10 La Figura 23 es un diagrama de flujo de un ejemplo 3 de un método de descubrimiento de enlace en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- La Figura 24 es un diagrama de flujo de un ejemplo 4 del método de descubrimiento de enlace en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 15 La Figura 25 es un diagrama de flujo de método de descubrimiento de enlace aplicado a un primer lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- La Figura 26 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 20 La Figura 27 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un primer lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 25 La Figura 28 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- La Figura 29 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un primer lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 30 La Figura 30 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un segundo lado de controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- La Figura 31 es un diagrama esquemático de un controlador SDN y una relación de conexión entre dispositivos administrados por el controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 35 La Figura 32 es un diagrama de flujo de un ejemplo 5 de un método de descubrimiento de enlace en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 40 La Figura 33 es un diagrama de flujo de un ejemplo 6 de un método de descubrimiento de enlace en conformidad con una forma de realización de la presente invención,
- La Figura 34 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlace aplicado a un lado de dispositivo en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 45 La Figura 35 es un diagrama estructural esquemático de un controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- La Figura 36 es un diagrama estructural esquemático de un controlador SDN primario en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 50 La Figura 37 es un diagrama estructural esquemático de un controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 55 La Figura 38 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- La Figura 39 es un diagrama estructural esquemático de un controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 60 La Figura 40 es un diagrama estructural esquemático de un controlador SDN primario en conformidad con una forma de realización de la presente invención;
- 65 La Figura 41 es un diagrama estructural esquemático de un controlador SDN en conformidad con una forma de realización de la presente invención; y

La Figura 42 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo en conformidad con una forma de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

5 Formas de realización de la presente invención dan a conocer un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo. Formas de realización a modo de ejemplo de la presente invención se describen a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos de esta especificación. Debe entenderse que las formas de realización a modo de ejemplo aquí descritas se utilizan solamente para describir y explicar la presente invención, pero no están previstas para limitar la presente invención. Además, en un caso en que no se produzca ningún conflicto operativo, las formas de realización en la solicitud y las características en las formas de realización se pueden combinar mutuamente.

15 Un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se aplica a un lado de controlador SDN utilizado como un no iniciado que descubre un enlace de dominio SDN cruzado. Según se ilustra en la Figura 2, el método incluye específicamente las etapas siguientes:

20 S201: UN primer controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un primer dispositivo administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el primer dispositivo, y el paquete de identificador que incluye un identificador de un controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación.

25 S202: Analizar el paquete de identificador en la etapa S201.

S203: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del primer controlador SDN, enviar, a un enlace en comunicación con el primer controlador SDN, un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador.

30 El mensaje de encapsulación se utiliza para: cuando se recibe el mensaje de encapsulación, el segundo controlador SDN determina, en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre un segundo dispositivo que envía el paquete de identificador al primer dispositivo y el propio primer dispositivo.

35 Además, esta forma de realización se puede aplicar a un controlador SDN utilizado como un no iniciador de descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado. El controlador SDN puede iniciar el descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado y puede utilizarse también como un no iniciador para procesar un paquete recibido cuando otro controlador SDN inicia un descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado. Un mismo controlador SDN no solamente puede iniciar un descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado, sino que también puede utilizarse como un no iniciador para procesar un paquete enviado por un controlador SDN utilizado como un iniciador. Esta forma de realización es un proceso en el que cuando se utiliza como un no iniciador, un controlador SDN procesa un paquete recibido.

45 En método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se aplica a un lado de controlador SDN primario utilizado como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado. Según se ilustra en la Figura 3, el método incluye específicamente las etapas siguientes:

50 S301: Un controlador SDN primario envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN.

55 S302: Recibir un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado.

60 S303: Efectuar un análisis sintáctico del paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación.

S304: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, determinar, en conformidad con el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN.

65 Además, como el primer subcontrolador SDN, cuando el controlador SDN primario inicia un descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado, el método incluye específicamente las etapas siguientes:

5 Etapa 1: El primer subcontrolador SDN recibe un mensaje de indicación enviado por el controlador SDN primario en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN.

Etapa 2: Reenviar el mensaje de indicación al dispositivo designado que está configurado para reenviar el paquete de identificador en conformidad con el mensaje de indicación.

10 Además, en conformidad con el método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, un enlace de dominio SDN cruzado entre dominios SDN corresponde, por separado, a múltiples subcontroladores SDN administrados por un controlador SDN padre, puede descubrirse automáticamente utilizando el controlador SDN padre.

15 Además, cuando el controlador SDN primario envía un mensaje de indicación a un primer subcontrolador SDN, y recibe un mensaje de interrogación procedente de un segundo subcontrolador SDN, en donde un paquete de identificador incluido en el mensaje de indicación y el mensaje de interrogación incluye un identificador del controlador SDN padre. Por lo tanto, puede determinarse que existe un enlace entre un dominio SDN administrado por el primer subcontrolador SDN y un dominio SDN administrado por el segundo subcontrolador SDN.

20 Un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se aplica a un primer lado de controlador SDN utilizado como un iniciador para descubrir un enlace de dominio SDN cruzado. Según se ilustra en la Figura 4, el método incluye específicamente las etapas siguientes:

25 S401: Un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN a un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo designado para reenviar el paquete de identificador.

30 S402: Recibir un mensaje de encapsulación en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de encapsulación se determina en conformidad con un primer mensaje de interrogación en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por un segundo controlador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado y que se utiliza para interrogar al segundo controlador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador.

35 S403: Realizar un análisis sintáctico al paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación.

40 S404: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del primer controlador SDN, determinar, en conformidad con el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que es administrado por el segundo controlador SDN.

45 Además, en conformidad con un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, un enlace de dominio SDN cruzado entre un dominio SDN administrado por un controlador SDN y otro dominio SDN puede descubrirse automáticamente utilizando el controlador SDN.

50 Un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se aplica a un lado de dispositivo utilizado como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado. Según se ilustra en la Figura 5, el método incluye específicamente las etapas siguientes:

S501: Un primer dispositivo envía, a un segundo dispositivo, un mensaje de detección de enlace, utilizado para detectar si existe un enlace entre el primer dispositivo y el segundo dispositivo.

55 S502: Recibir un mensaje de respuesta de detección de enlace enviado por el segundo dispositivo, en donde el mensaje de respuesta de detección de enlace incluye información sobre un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el segundo dispositivo.

60 S503: Cuando un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el primer dispositivo es diferente del identificador de dominio del dominio SDN al que pertenece el segundo dispositivo, determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el primer dispositivo y el segundo dispositivo.

65 Además, en conformidad con un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, un dispositivo administrado por un controlador SDN inicia un descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado.

Además, en la etapa S502, el identificador de dominio de un dominio SDN puede ser información de identificador de

dominio de OSPF (Openflow Shortest Path First, Abrir Primero la ruta más corta), o información de identificador de dominio de ISIS (Sistema Intermedio a Sistema Intermedio), o información de identificador de dominio de BGP (Border Gateway Protocol, Protocolo de Pasarela de Frontera).

5 Además, en la forma de realización anterior de la presente invención, el mensaje de interrogación puede ser un mensaje Packet-in en un protocolo Openflow, y el mensaje de indicación puede ser un mensaje Packet-out en el protocolo Openflow.

10 La Figura 6 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un lado de controlador SDN primario utilizado como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, e incluye específicamente las etapas siguientes:

15 S601: Un controlador SDN primario envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN padre, a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones a un dispositivo designado para enviar el paquete de identificador, utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación.

20 En esta etapa, el dispositivo designado puede ser un dispositivo administrado directa o indirectamente por el primer subcontrolador SDN; dicho de otro modo, otro controlador SDN puede no existir entre el primer subcontrolador SDN y el dispositivo designado, o múltiples capas de controladores SDN pueden existir entre el primer subcontrolador SDN y el dispositivo designado.

25 Además, el paquete de identificador se utiliza para identificar un constructor del paquete de identificador como el controlador SDN padre. Durante una puesta en práctica específica, el paquete de identificador puede hacerse que incluya un identificador del controlador SDN padre, de modo que cuando se realice un análisis sintáctico del paquete de identificador, otro controlador SDN pueda determinar que el constructor del paquete de identificador no es el otro controlador SDN por sí mismo, con el consiguiente reenvío del paquete de identificador. Además, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de indicación tiene una correspondencia con el mensaje de indicación, es decir, mientras se identifica que el paquete de identificador está creado por el constructor, el constructor del paquete de identificador puede determinar también qué mensaje de indicación en el que está encapsulado el paquete de identificador, se envía por el propio constructor. De este modo, cuando se recibe un mensaje de interrogación en el que está encapsulado el paquete de identificador, el controlador SDN puede determinar el mensaje de indicación que coincide con el mensaje de interrogación en conformidad con el paquete de identificador, con lo que se determina que existe un enlace entre un puerto de salida y un puerto de entrada. Durante una puesta en práctica específica, el paquete de identificador puede hacerse que incluya un número de secuencia de paquete del mensaje de indicación, u otro identificador que identifique el mensaje de indicación, que hace que el paquete de identificador corresponda al mensaje de indicación.

40 Además, los dispositivos administrados por cada subcontrolador SDN pueden incluir múltiples puertos. Un controlador primario puede enviar un mensaje de indicación a cada uno de los múltiples subcontroladores SDN, para indicar que múltiples puertos de múltiples dispositivos administrados por cada subcontrolador SDN de los subcontroladores SDN múltiples se utilizan como puertos de salida designados, reenviado un paquete de identificador encapsulado en el mensaje de indicación utilizando con la utilización de cada puerto de salida, y la recepción de un mensaje de interrogación para el paquete de identificador reenviado. El paquete de identificador encapsulado en el mensaje de indicación tiene una correspondencia con el mensaje de indicación, y por lo tanto, cuando se reciben múltiples mensajes de interrogación, el controlador SDN primario puede determinar, en conformidad con un paquete de identificador encapsulado en cada mensaje de interrogación, un mensaje de indicación correspondiente al paquete de identificador, y puede determinar también un mensaje de indicación que corresponde al mensaje de interrogación, con lo que se determina un puerto de salida y un puerto de entrada entre los que existe un enlace.

55 S602: Recibir un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es específicamente un mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que está encapsulado el paquete de identificador, por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida. El mensaje de interrogación se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador.

60 En esta etapa, un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN puede ser un dispositivo administrado, directa o indirectamente por el segundo subcontrolador SDN; dicho de otro modo, otro controlador SDN puede no existir entre el segundo subcontrolador SDN y el dispositivo o múltiples capas de controladores SDN pueden existir entre el segundo subcontrolador SDN y el dispositivo.

65 S603: Realizar un análisis sintáctico al paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación.

S604: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye el identificador del controlador SDN padre, determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con dicho paquete de identificador.

5 S605: Determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.

10 Además, cuando los subcontroladores SDN a los cuales pertenecen el puerto de salida y el puerto de entrada entre los cuales existe un enlace, determinado por el controlador SDN primario por separado, son el mismo subcontrolador SDN, el enlace existente entre el puerto de salida y el puerto de entrada designados es un enlace en un dominio del subcontrolador SDN. Cuando los subcontroladores SDN a los cuales pertenece el puerto de salida y el puerto de entrada entre los cuales existe un enlace, determinado por el controlador SDN primario por separado, son diferentes subcontroladores SDN, un enlace de dominio SDN cruzado existente entre el puerto de salida y el puerto de entrada designados es un enlace de dominio SDN cruzado entre dominios de los dos subcontroladores SDN anteriores.

15 Además, el controlador SDN primario recoge datos estadísticos sobre información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de cada dispositivo en un dominio SDN administrado por el controlador SDN primario por anticipado, en donde la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto puede incluir un tipo de enlace, un ancho de banda de enlace, un tipo de señal transmitida en el enlace, una longitud de onda de la señal transmitida en un enlace, una cantidad de canal de enlace y magnitudes similares. El controlador SDN primario puede encontrar, de conformidad con la información de puerto del puerto de salida y del puerto de entrada entre los cuales se forma el enlace de dominio SDN cruzado, información de atributo de enlace de enlaces, por separado, correspondientes al puerto de salida y al puerto de entrada a partir de la información de atributo de enlace de los enlaces correspondientes a los puertos de los dispositivos anteriores, con lo que se determina si el enlace formado entre el puerto de salida y el puerto de entrada tienen coherencia operativa. Cuando algunos atributos de enlace entre la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada no son operativamente coherentes, tal como, un tipo de una señal transmitida en un enlace y una longitud de onda de señal, el puerto de salida no puede comunicarse con el puerto de entrada, y el controlador SDN primario no puede obtener el enlace determinado entre el puerto de salida y el puerto de entrada. Sin embargo, para algunos atributos de enlace, aun cuando los atributos de un enlace correspondiente al puerto de salida no sean coherentes con los de un enlace correspondiente al puerto de entrada, el puerto de salida puede comunicarse todavía con el puerto de entrada, pero la eficiencia es relativamente baja. A modo de ejemplo, para un atributo de ancho de banda, si un ancho de banda de enlace del puerto de salida es 10 G, y un ancho de banda de enlace del puerto de entrada es 10 M, el puerto de salida puede comunicarse con el puerto de entrada. No obstante, si se establece un enlace entre el puerto de salida y el puerto de entrada, el ancho de banda del puerto de salida es operativamente desperdiciado. En este caso, el controlador SDN primario puede enviar información de alarma para informar a ambas partes de la comunicación de un inconveniente existente si se comunican ambas partes. Además, el controlador SDN primario determina la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada, en donde un enlace se forma entre el puerto de salida y el puerto de salida, con el fin de ayudar al controlador SDN primario a gestionar el enlace de dominio SDN cruzado administrado por el controlador SDN padre. A modo de ejemplo, la asignación de red virtual puede realizarse posteriormente en función de la información de puerto de un puerto de salida y de un puerto de entrada de cada enlace.

20 En correspondencia con la Figura 6, la Figura 7 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, e incluye específicamente las etapas siguientes:

25 S701: Un segundo subcontrolador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo y en el que está encapsulado el paquete de identificador que incluye un identificador de un controlador SDN padre. El paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación se recibe por el dispositivo utilizando una puesta en práctica, y el mensaje de interrogación incluye, además, información de puerto del puerto de entrada.

30 S702: Realizar un análisis sintáctico al paquete de identificador en la etapa S701.

35 S703: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo subcontrolador SDN, reenviar el mensaje de interrogación al controlador SDN primario del segundo subcontrolador SDN.

40 La Figura 8 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un lado de controlador SDN primario utilizado como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, e incluye específicamente las etapas siguientes:

5 S801: Un controlador SDN primario envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones a un dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida.

10 Además, en esta etapa, la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida puede añadirse al paquete de identificador por el controlador SDN padre, el primer subcontrolador SDN o el dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN.

15 S802: Recibir un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, y el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de entrada.

20 S803: Realizar un análisis sintáctico al paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación.

25 S804: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye el identificador del controlador SDN padre, determinar, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que están incluidos en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

30 Además, en esta etapa, además de determinar que existe el enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada, el controlador SDN primario obtiene, además, la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada, con lo que se determina, además, si el enlace formado entre el puerto de salida y el puerto de entrada tiene coherencia operativa sobre la base de determinar que existe el enlace entre el puerto de salida y el puerto de salida.

35 En correspondencia con la Figura 8, la Figura 9 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de subcontrolador SDN utilizado como un no iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 9, e incluye específicamente las etapas siguientes:

40 S901: Un segundo subcontrolador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, y en el que está encapsulado el paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN padre, en donde el paquete de identificador es el paquete de identificador que se recibe por el dispositivo utilizando el puerto de entrada e incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida del controlador SDN padre. El paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo al segundo subcontrolador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada.

50 Además, en esta etapa, el segundo subcontrolador SDN recibe el paquete de identificador que se recibe por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN utilizando un puerto de entrada, en donde el paquete de identificador incluye la información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida del dispositivo que envía el paquete de identificador al puerto de entrada. Antes de que se envíe el mensaje de interrogación al segundo subcontrolador SDN, la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada puede añadirse al paquete de identificador.

55 S902: Realizar un análisis sintáctico del paquete de identificador en la etapa S901.

60 S903: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo subcontrolador SDN, reenviar el mensaje de interrogación al controlador SDN padre.

65 Además, en esta forma de realización, en correspondencia con la Figura 6 y la Figura 7, o en correspondencia con la Figura 8 y la Figura 9, esta forma de realización se aplica a un primer lado de subcontrolador SDN, e incluye específicamente las etapas siguientes:

Etapa 1: El primer subcontrolador SDN recibe un mensaje de indicación enviado por el controlador SDN primario y en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación.

5 Etapa 2: Reenviar el mensaje de indicación al dispositivo designado que está configurado para reenviar el paquete de identificador utilizando el puerto de salida de conformidad con el mensaje de indicación.

10 La Figura 10 ilustra un método de descubrimiento de enlace en conformidad con una forma de realización de la presente invención, en donde el método se aplica a un controlador SDN padre, un primer subcontrolador SDN y un segundo lado de subcontrolador SDN. En esta forma de realización, el primer subcontrolador SDN realiza una iniciación y el controlador SDN primario realiza un descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado. El controlador SDN primario puede no necesitar determinar si un puerto de salida y un puerto de entrada entre los que existe un enlace determinado pertenecen, o no, al mismo subcontrolador SDN, para determinar si el enlace entre el puerto de entrada y el puerto de salida es un enlace de dominio cruzado. No obstante, cada controlador SDN realiza un descubrimiento automático sobre un puerto que no forma ningún enlace con los puertos en los dominios SDN administrados por los subcontroladores SDN, e informa el puerto para el controlador SDN padre. El controlador SDN primario determina, en conformidad con el puerto informado, si el puerto informado puede formar, o no, un enlace de dominio SDN cruzado. Según se ilustra en la Figura 10, el método incluye específicamente las etapas siguientes:

20 S1001: Un primer subcontrolador SDN determina, a partir de puertos de dispositivos administrados por el primer subcontrolador SDN, un puerto que no forma ningún enlace con cualquiera de los puertos.

25 En esta etapa, un método para determinar un puerto que no forma ningún enlace con cualquiera de los puertos de los dispositivos administrados por el primer subcontrolador SDN puede ser: el primer subcontrolador SDN envía, por separado, un mensaje de indicación a cada dispositivo administrado por el primer subcontrolador SDN, en donde, para cada dispositivo, un paquete de identificador que se construye por el primer subcontrolador SDN y tiene una correspondencia con el mensaje de indicación se encapsula en el mensaje de indicación recibido por el dispositivo. El mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para enviar el mensaje de identificador utilizando un puerto de salida designado en el mensaje de indicación, y utilizando el puerto de salida designado, el dispositivo envía el paquete de identificador a un puerto de entrada, de otro dispositivo, que tiene un enlace de comunicación con el puerto de salida designado. Después de que el otro dispositivo reciba el paquete de identificador, porque en una etapa de descubrimiento de enlace, una ruta utilizada para dar instrucciones para reenviar el paquete recibido no existe en el dispositivo. El otro dispositivo encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación, interroga a un controlador SDN al que pertenece el otro dispositivo sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador, y añade información de puerto del puerto de entrada del paquete de identificador recibido al mensaje de interrogación. Cuando el dispositivo y el otro dispositivo pertenecen a un mismo controlador SDN, es decir, el primer subcontrolador SDN anterior, el primer subcontrolador SDN determina, en conformidad con una correspondencia entre el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación y un mensaje de indicación enviado por el primer subcontrolador SDN, que existe un enlace de comunicación entre el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación y el puerto de salida designado en el mensaje de indicación. No obstante, cuando el dispositivo y el otro dispositivo pertenecen a diferentes controladores SDN, es decir, el otro dispositivo no pertenece al primer subcontrolador SDN, el primer subcontrolador SDN no recibe ningún mensaje de interrogación. Dicho de otro modo, cuando el primer subcontrolador SDN no ha recibido ningún mensaje de interrogación en el que está encapsulado el paquete de identificador correspondiente al mensaje de indicación enviado por el primer subcontrolador SDN, el primer subcontrolador SDN puede determinar que el puerto de salida designado en el mensaje de indicación es un puerto vacío, o un puerto que tiene un enlace con un dominio SDN distinto de un dominio SDN administrado por el primer subcontrolador SDN, y puede informar del puerto de salida al controlador SDN primario del primer subcontrolador SDN.

50 S1002: El primer subcontrolador SDN proporciona información de puerto del puerto determinado a un controlador SDN padre.

55 S1003: El controlador SDN primario determina que el puerto informado es un puerto de salida designado, determina que un dispositivo al que pertenece el puerto informado es un dispositivo designado, y envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN padre, a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando el dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN.

60 S1004: El primer subcontrolador SDN recibe un mensaje de indicación enviado por el controlador SDN primario y en el que está encapsulado el paquete de identificador, y reenvía el mensaje de indicación al dispositivo designado configurado para reenviar el paquete de identificador en conformidad con el mensaje de indicación.

65 S1005: Un segundo subcontrolador SDN recibe un mensaje de interrogación que se envía por un dispositivo

administrado por el primer controlador SDN y que se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador recibido por el dispositivo, en donde el paquete de identificador que incluye un identificador de un controlador SDN primario está encapsulado en el mensaje de interrogación.

5 En esta etapa, después de recibir el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado anterior, el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación y envía el mensaje de interrogación al segundo subcontrolador SDN.

10 S1006: El segundo subcontrolador SDN analiza el paquete de identificador.

S1007: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo subcontrolador SDN, reenviar el mensaje de interrogación al controlador SDN padre.

15 S1008: El controlador SDN primario recibe el mensaje de interrogación reenviado por el segundo subcontrolador SDN, y realiza un análisis sintáctico al paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación.

20 S1009: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, determinar, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN y el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN.

Esta forma de realización se aplica al lado del primer subcontrolador SDN, y puede incluir específicamente las etapas siguientes:

25 Etapa 1: Determinar, a partir de puertos de dispositivos que son administrados, un puerto que no forma ningún enlace con cualquiera de los puertos.

30 Etapa 2: Comunicar la información de puerto del puerto determinado a un controlador SDN padre, en donde la información de puerto comunicada se utiliza por el controlador SDN primario para determinar que un puerto informado es el puerto de salida designado, y para determinar que un dispositivo al que pertenece el puerto informado es el dispositivo designado.

35 Etapa 3: Recibir un mensaje de indicación enviado por el controlador SDN primario y en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación.

40 Etapa 4: Reenviar el mensaje de indicación al dispositivo designado que está configurado para reenviar el paquete de identificador utilizando el puerto de salida en conformidad con el mensaje de indicación.

La descripción se realiza a continuación utilizando varios ejemplos:

45 Ejemplo 1: Según se ilustra en la Figura 11, un controlador SDN primario 1101 administra un primer subcontrolador SDN 1102 y un segundo subcontrolador SDN 1103, el primer subcontrolador SDN 1102 administra SW1 y SW2, el segundo subcontrolador SDN 1103 administra SW3, existe un enlace entre SW1 y SW2, y existe un enlace entre SW2 y SW3. Cada subcontrolador SDN es responsable para descubrir un enlace en un dominio SDN administrado por el propio subcontrolador SDN, y el controlador SDN primario es responsable para descubrir un enlace entre subdominios SDN administrados por el controlador SDN padre. Este ejemplo es un método en el que el controlador SDN primario 1101 descubre un enlace de dominio cruzado entre el primer subcontrolador SDN 1102 y el segundo subcontrolador SDN 1103, y según se ilustra en la Figura 12, las etapas específicas incluyen:

50 S1201: Un primer subcontrolador SDN 1102 determina un puerto P1 que no forma parte de ningún enlace con cualquiera de los puertos en un dominio SDN administrado por el primer subcontrolador SDN 1102, y proporciona información sobre P1 a un controlador SDN primario 1101.

55 S1202: El controlador SDN primario 1101 recibe la información sobre el puerto P1 informada por el primer subcontrolador SDN 1102, y envía un mensaje de indicación al primer subcontrolador SDN 1102, en donde un paquete de identificador que tiene una correspondencia con el mensaje de indicación y que incluye un identificador del controlador SDN primario 1101 está encapsulado en el mensaje de indicación. El mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones a SW2 administrado por el primer subcontrolador SDN 1102 para reenviar el paquete de identificador utilizando el puerto de salida P1. Además, en esta etapa, el mensaje de indicación puede ser un mensaje Packet-out en un protocolo Openflow y el paquete de identificador puede ser un paquete LLDP. El paquete LLDP incluye información de configuración del controlador SDN primario 1101, tal como, información sobre el controlador SDN primario 1101 tal como una capacidad principal, una dirección de gestión, un identificador de dispositivo y un identificador de interfaz.

65

Además, cuando solamente existe un puerto de salida designado, el paquete de identificador puede no tener una correspondencia con el mensaje de indicación. Puesto que el controlador SDN primario 1101 envía solamente un mensaje de indicación, cuando se recibe un mensaje de interrogación en el que está encapsulado el paquete de identificador en el mensaje de indicación, el mensaje de interrogación puede coincidir con el mensaje de indicación.

5 S1203: El primer subcontrolador SDN 1102 recibe el mensaje de indicación, y reenvía el mensaje de indicación a SW2.

10 S1204: SW2 recibe el mensaje de indicación, y envía, utilizando el puerto de salida P1, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de indicación a un puerto de entrada P2 del SW3 que tiene un enlace de comunicación con el puerto de salida P1.

15 S1205: SW3 recibe el paquete de identificador utilizando el puerto de entrada P2 y encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN 1103 que administra SW3 sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador, y el mensaje de interrogación incluye información de puerto del puerto de entrada P2.

En esta etapa, el mensaje de interrogación puede ser un mensaje Packet-in en el protocolo Openflow.

20 S1206: El segundo subcontrolador SDN 1103 recibe el mensaje de interrogación enviado por SW3, realiza un análisis sintáctico del mensaje de interrogación, determina que el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación no incluye un identificador del segundo subcontrolador SDN 1103, y reenvía el mensaje de interrogación al controlador SDN primario 1101.

25 S1207: El controlador SDN primario 1101 recibe el mensaje de interrogación, analiza el paquete de identificador en el mensaje de interrogación, determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN primario 1101, y determina el mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador.

30 S1208: El controlador SDN primario 1101 determina que existe un enlace de dominio cruzado entre el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación recibido y el puerto de salida designado en el mensaje de indicación.

35 Ejemplo 2: Según se ilustra en la Figura 13, un controlador SDN primario 1301 administra un primer subcontrolador SDN 1302 y un segundo subcontrolador SDN 1303. El primer subcontrolador SDN 1302 y el segundo subcontrolador SDN 1303 se utilizan también, por separado, como controladores SDN padres, el primer subcontrolador SDN 1302 administra un tercer subcontrolador SDN 1304 y un cuarto subcontrolador SDN 1305, y el segundo subcontrolador SDN 1303 administra un quinto subcontrolador SDN 1306 y un sexto subcontrolador SDN 1307. El cuarto subcontrolador SDN 1305 administra SW1 y SW2, el quinto subcontrolador SDN 1306 administra SW3, existe un enlace entre SW1 y SW2 y existe un enlace entre SW2 y SW3. Cada subcontrolador SDN es responsable del descubrimiento de un enlace en un dominio SDN administrado por el subcontrolador SDN, y el controlador SDN primario es responsable del descubrimiento de un enlace entre subdominios SDN administrados por el controlador SDN padre. Este ejemplo es un método en el que el controlador SDN primario 1301 descubre un enlace de dominio cruzado entre el primer subcontrolador SDN 1302 y el segundo subcontrolador SDN 1303, y según se ilustra en la Figura 14, las etapas específicas incluyen:

45 S1401: UN controlador SDN primario 1301 envía un mensaje de indicación a un primer subcontrolador SDN 1302, en donde un paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN primario 1301 se encapsula en el mensaje de indicación, y el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones a SW2 administrado por el primer subcontrolador SDN 1302 para reenviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida P1.

50 En esta etapa, un dominio SDN administrado por el controlador SDN primario es un conjunto de unión de dominios SDN administrados por subcontroladores SDN administrados por el controlador SDN padre. Es decir, un dominio SDN administrado por el primer subcontrolador SDN 1302 es un conjunto de unión de dominios SDN administrados por separado por un tercer subcontrolador SDN 1304 y un cuarto subcontrolador SDN 1305.

55 S1402: El primer subcontrolador SDN 1302 recibe el mensaje de indicación, y reenvía el mensaje de indicación a un cuarto subcontrolador SDN 1305.

60 En esta etapa, el primer subcontrolador SDN 1302 se utiliza como el controlador SDN primario del cuarto subcontrolador SDN 1305, y puede administrar también SW2 administrado por el cuarto subcontrolador SDN 1305, y cuando se recibe el mensaje de indicación, el primer subcontrolador SDN 1302 determina, en conformidad con el puerto de salida designado en el mensaje de indicación, es decir, el puerto P1 de SW2, que el puerto P1 de SW2 es administrado por el cuarto subcontrolador SDN 1305, y reenvía el mensaje de indicación al cuarto subcontrolador SDN 1305.

65

Además, el primer subcontrolador SDN 1302 puede ser responsable del descubrimiento de un enlace entre dominios SDN administrados, por separado, por el tercer subcontrolador SDN 1304 y el cuarto subcontrolador SDN 1305 administrados por el primer subcontrolador SDN 1302.

5 S1403: El cuarto subcontrolador SDN 1305 recibe el mensaje de indicación, y reenvía el mensaje de indicación a SW2.

10 S1404: SW2 recibe el mensaje de indicación, añade información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida P1 al paquete de identificador, y envía, utilizando el puerto de salida P1, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de indicación a un puerto de entrada P2 de SW3 que tiene un enlace de comunicación con el puerto de salida P1.

15 S1405: SW3 recibe el paquete de identificador utilizando el puerto de entrada P2, añade información de atributo de enlace de un enlace que corresponde al puerto de salida P2 al paquete de identificador, y encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar a un quinto subcontrolador SDN 1306 que administra SW3 sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador.

20 S1406: El quinto subcontrolador SDN 1306 recibe el mensaje de interrogación enviado por SW3, realiza el análisis sintáctico del mensaje de interrogación, determina que el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación no incluye un identificador del quinto subcontrolador SDN 1306 y reenvía el mensaje de interrogación a un controlador SDN primario del quinto subcontrolador SDN 1306 es decir, un segundo subcontrolador SDN 1303.

25 S1407: El segundo subcontrolador SDN 1303 recibe el mensaje de interrogación enviado por el quinto subcontrolador SDN 1306, realiza un análisis sintáctico del mensaje de interrogación, determina que el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación no incluye un identificador del segundo subcontrolador SDN 1303, y reenvía el mensaje de interrogación al controlador SDN primario 1301.

30 S1408: El controlador SDN primario 1301 recibe el mensaje de interrogación, realiza el análisis del paquete de identificador en el mensaje de interrogación, determina que el paquete de identificador incluye el identificador del controlador SDN primario 1301, y determina, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida P1 y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada P2 que se incluyen en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida P1 y el puerto de entrada P2.

35 Además, el controlador SDN primario y un controlador SDN, que administran directamente un dispositivo, pueden espaciarse por múltiples capas de controladores SDN.

40 La Figura 15 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un primer lado de controlador SDN utilizado como un iniciador de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 15, incluye específicamente las etapas siguientes:

45 S1501: Un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN a un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo designado para reenviar el paquete de identificador.

50 S1502: Recibir un mensaje de encapsulación reenviado por un segundo controlador SDN, en donde el segundo controlador SDN es un controlador SDN próximo del primer controlador SDN, y el mensaje de encapsulación es un primer mensaje de interrogación en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado y que se utiliza para interrogar al segundo controlador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador.

55 Además, en esta etapa, un controlador SDN próximo al primer controlador SDN incluye: un controlador SDN que tiene un enlace físico de comunicación con el primer controlador SDN, o un controlador SDN que tiene un mecanismo de comunicación con el primer controlador SDN (a modo de ejemplo, un mecanismo utilizado para construir automáticamente una relación de proximidad con el primer controlador SDN, es decir, existe un mecanismo de comunicaciones HELLO), o un controlador SDN que configura una relación de proximidad para el primer controlador SDN (a modo de ejemplo, una tabla de relación de proximidad está configurada para el primer controlador SDN y un controlador SDN configurado en la tabla de relación de proximidad se utiliza como un controlador SDN próximo del primer controlador SDN).

60 S1503: Analizar sintácticamente el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación.

65 S1504: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del primer controlador SDN,

determinar, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que es administrado por el segundo controlador SDN.

5 En esta forma de realización, cuando el primer controlador SDN tiene una relación de proximidad con el segundo controlador SDN, se puede poner en práctica un método para el descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado.

10 En correspondencia con la Figura 15, la Figura 16 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 16, incluye específicamente las etapas siguientes:

15 S1601: Un segundo controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, y el paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación.

20 S1602: Analizar sintácticamente el paquete de identificador en la etapa S1601.

S1603: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, reenviar el mensaje de interrogación a todos los controladores SDN próximos del segundo controlador SDN.

25 En correspondencia con la Figura 15, la Figura 17 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador de descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 17, incluye específicamente las etapas siguientes:

30 S1701: Un segundo controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, el paquete de identificador que incluye un identificador de un primer controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación, y el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio SDN administrado por el primer SDN.

35 S1702: Analizar sintácticamente el paquete de identificador en la etapa S1701.

40 S1703: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador de un segundo subcontrolador SDN, reenviar un mensaje de interrogación al primer controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el primer controlador SDN que está incluido en el paquete de identificador y obtenido mediante el análisis sintáctico.

45 En esta etapa, cuando el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el primer controlador SDN está encapsulado en el paquete de identificador, puesto que el segundo controlador SDN puede memorizar, en correspondencia, identificadores de dominio de controladores SDN próximos del segundo controlador SDN y direcciones de los controladores SDN por anticipado, y por lo tanto, el mensaje de interrogación puede reenviarse directamente al segundo controlador SDN.

50 La Figura 18 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un primer lado de controlador SDN utilizado como un iniciador de descubrimiento de enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 18, incluye específicamente las etapas siguientes:

55 S1801: Un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN a un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación.

60 S1802: Recibir un mensaje de encapsulación reenviado por un segundo controlador SDN, en donde el segundo controlador SDN es un controlador SDN próximo del primer controlador SDN, y el mensaje de encapsulación es específicamente un primer mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que el paquete de identificador está encapsulado por el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para
65 interrogar al segundo controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador.

S1803: Realizar un análisis sintáctico del paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación.

5 S1804: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye el identificador del primer controlador SDN, determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador.

10 S1805: Determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de encapsulación.

En esta forma de realización, cuando el primer controlador SDN tiene una relación de proximidad con el segundo controlador SDN, puede ponerse en práctica el método para el descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado.

15 En correspondencia con la Figura 18, la Figura 19 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador de descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 19, incluye específicamente las etapas siguientes:

20 S1901: Un segundo controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, estando el paquete de identificador que incluye un identificador de un primer controlador SDN encapsulado en el mensaje de interrogación, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación se recibe por el dispositivo utilizando un
25 puerto de entrada, y el mensaje de interrogación incluye, además, información de puerto del puerto de entrada.

S1902: Análisis sintáctico del paquete de identificador en S1901.

30 S1903: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, reenviar el mensaje de interrogación a todos los controladores SDN próximos del segundo controlador SDN.

En esta etapa, cuando el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio administrado por el primer controlador SDN, el mensaje de interrogación puede reenviar al primer controlador SDN.

35 La Figura 20 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un primer lado de controlador SDN utilizado como un iniciador para el descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 20, incluye específicamente las etapas siguientes:

40 S2001: Un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN a un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, incluye información de atributo de
45 enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida.

50 S2002: Recibir un mensaje de encapsulación reenviado por un segundo controlador SDN, en donde el segundo controlador SDN es un controlador SDN próximo del primer controlador SDN, y el mensaje de encapsulación es un primer mensaje de interrogación en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado y que se utiliza para interrogar al segundo controlador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador, y el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de interrogación incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de entrada.

55 Además, en esta etapa, la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada indicado en el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de interrogación, puede añadirse al paquete de identificador después de que el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado.

60 S2003: Análisis sintáctico del paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación.

65 S2004: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye el identificador del primer controlador SDN, determinar en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada, que se incluyen en el paquete de identificador, indicando que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de

entrada.

En esta forma de realización, cuando el primer controlador SDN tiene una relación de proximidad con el segundo controlador SDN, puede ponerse en práctica el método para el descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado.

En correspondencia con la Figura 20, la Figura 21 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador de descubrimiento un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 21, incluye específicamente las etapas siguientes:

S2101: Un segundo controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, y el paquete de identificador que incluye un identificador de un primer controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación; el paquete de identificador es el paquete de identificador que se recibe por el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN utilizando un puerto de entrada, e incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida del dispositivo que envía el paquete de identificador al puerto de entrada, y un identificador de dominio de un dominio SDN en el que está situado el primer controlador SDN; y el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN al segundo controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada.

Además, en esta etapa, la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida indicado en el paquete de identificador puede añadirse al paquete de identificador por el primer controlador SDN o un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN.

S2102: Análisis sintáctico del paquete de identificador en la etapa S2101.

S2103: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, reenviar un mensaje de interrogación al primer controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el primer controlador SDN que está incluido en el paquete de identificador y obtenido mediante análisis sintáctico.

Además, si el identificador de dominio del dominio SDN al que pertenece el primer controlador SDN no está incluido en la etapa S2103, el mensaje de interrogación puede reenviarse a todos los controladores SDN próximos del segundo controlador SDN en esta etapa. A continuación, cuando se recibe el mensaje de interrogación, otro controlador SDN, excepto el primer controlador SDN, puede continuar reenviado el mensaje de interrogación a un controlador SDN próximo de otro controlador SDN. En este caso, debido a la garantía de una tecnología de horizonte dividido, no se causa ninguna así denominada 'tormenta' de información.

La descripción se realiza a continuación utilizando ejemplos:

Ejemplo 3: Según se ilustra en la Figura 22, un primer controlador SDN 2201 administra SW1 y SW2, un segundo controlador SDN 2202 administra SW3, existe un enlace entre SW1 y SW2, existe un enlace entre SW2 y SW3, y el primer controlador SDN 2201 y el segundo controlador SDN 2202 son controladores SDN próximos. Según se ilustra en la Figura 23, las etapas específicas incluyen:

S2301: Un primer controlador SDN 2201 envía un mensaje de indicación a SW2 administrado por el primer controlador SDN 2201, en donde el paquete de identificador que tiene una correspondencia con el mensaje de indicación y que incluye un identificador del primer controlador SDN 2201 está encapsulado en el mensaje de indicación, un identificador de dominio del dominio SDN administrado por el primer controlador SDN está encapsulado, además, en el paquete de identificador, y el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al SW2 para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto designado P1.

Además, en esta etapa, el primer controlador SDN 2201 puede enviar un mensaje de indicación a cada uno de todos los dispositivos administrados por el primer controlador SDN 2201, y esta etapa es una operación realizada cuando SW2 recibe el mensaje de indicación que da instrucciones para enviar el paquete de identificador utilizando el puerto P1.

Además, en esta etapa, el mensaje de indicación puede ser un mensaje Packet-out en el protocolo Openflow.

S2302: SW2 recibe el mensaje de indicación, y envía, utilizando el puerto de salida P1, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de indicación a un puerto de entrada P2 de SW3 que tiene un enlace de comunicación con el puerto de salida P1.

S2303: SW3 recibe el paquete de identificador utilizando el puerto de salida P2, y encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar a un segundo controlador SDN 2202 que administra SW3 sobre la información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador, y el mensaje de interrogación incluye información de puerto del puerto de entrada P2.

5 Además, en esta etapa, el mensaje de interrogación puede ser un paquete Packet-in en el protocolo Openflow.

S2304: El segundo controlador SDN 2202 recibe el mensaje de interrogación enviado por SW3, realiza el análisis sintáctico del mensaje de interrogación, determina un identificador que no está incluido en el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación y reenvía el mensaje de interrogación al primer controlador SDN 2201.

10

S2305: Cuando se recibe el mensaje de interrogación, si el primer controlador SDN 2201 realiza un análisis sintáctico para encontrar que el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación incluye un identificador del primer controlador SDN 2201, el primer controlador SDN 2201 determina que el mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador, y determina que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.

15

Ejemplo 4: La Figura 22 continúa utilizándose a modo de ejemplo, y las etapas específicas se ilustran en la Figura 24 e incluyen:

20

S2401: Un primer controlador SDN 2201 envía un mensaje de indicación a SW2 administrado por el primer controlador SDN 2201, en donde el paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN 2201 está encapsulado en el mensaje de indicación y el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones a SW2 para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto designado P1.

25

Además, en esta etapa, el mensaje de indicación puede ser un mensaje Packet-out en el protocolo Openflow.

S2402: SW2 recibe el mensaje de indicación, añade información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida P1 al paquete de identificador, y envía, utilizando el puerto de salida P1, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de indicación a un puerto de entrada P2 de SW3 que tiene un enlace de comunicación con el puerto de salida P1.

30

S2403: SW3 recibe el paquete de identificador utilizando el puerto de entrada P2, añade información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada P2 al paquete de identificador, y encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar a un segundo controlador SDN 2202 que administra SW3 sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador.

35

En esta etapa, el mensaje de interrogación puede ser un paquete Packet-in en el protocolo Openflow.

40

S2404: El segundo controlador SDN 2202 recibe el mensaje de interrogación enviado por SW3, analiza sintácticamente el mensaje de interrogación, y determina que el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación no incluye un identificador del segundo controlador SDN 2202.

45

S2405: Reenviar el mensaje de interrogación a todos los controladores SDN próximos del primer controlador SDN 2201.

S2406: Cuando se recibe el mensaje de interrogación, si el primer controlador SDN 2201 realiza un análisis sintáctico para encontrar que el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación incluye un identificador del primer controlador SDN 2201, el primer controlador SDN 2201 determina, en conformidad con la información de atributo de enlace, del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que están incluidos en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

50

La Figura 25 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un primer lado de controlador SDN utilizado como un iniciador para el descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 25, incluye específicamente las etapas siguientes:

60

S2501: Un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN a un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo designado para reenviar el paquete de identificador.

65

S2502: Recibir un segundo mensaje de interrogación que se envía por el dispositivo designado y en el que está

encapsulado el mensaje de encapsulación, en donde el segundo mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía el mensaje de encapsulación, y el mensaje de encapsulación es un mensaje de encapsulación que incluye el paquete de identificador y está encapsulado por el segundo controlador SDN en conformidad con el primer mensaje de interrogación después de un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, después de recibir el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, encapsula el paquete de identificador en el primer mensaje de interrogación utilizado para interrogar el segundo controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador.

S2503: Análisis sintáctico del paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación.

S2504: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del primer controlador SDN, determinar, en conformidad con el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que está administrado por el segundo controlador SDN.

Además, en conformidad con un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, un enlace de dominio SDN cruzado entre un dominio SDN administrado por un controlador SDN y otro dominio SDN, pueden descubrirse automáticamente utilizando el controlador SDN. Además, el primer controlador SDN y el segundo controlador SDN pueden estar en cualquier relación de conexión, a modo de ejemplo, el primer controlador SDN y el segundo controlador SDN no están conectados entre sí, o el primer controlador SDN y el segundo controlador SDN son controladores SDN próximos, o el primer controlador SDN y el segundo controlador SDN están conectados a un mismo controlador SDN padre.

En correspondencia con la Figura 25, la Figura 26 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 26, incluye específicamente las etapas siguientes:

S2601: Un segundo controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, y el paquete de identificador, que incluye un identificador de un primer controlador SDN, está encapsulado en el mensaje de interrogación.

S2602: Realizar un análisis sintáctico del paquete de identificador.

S2603: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación al dispositivo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación.

Además, en esta etapa, cuando se determina que el paquete de identificador no incluye el identificador del segundo controlador SDN, el segundo controlador SDN necesita construir el mensaje de indicación que se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para enviar, utilizando un puerto de entrada, un mensaje encapsulado en el mensaje de indicación a lo largo de un enlace que recibe el paquete de identificador, es decir, el mensaje de encapsulación y el paquete de identificador necesita encapsularse en el mensaje de encapsulación, de modo que un controlador SDN, que recibe el mensaje de encapsulación, pueda determinar, utilizando el identificador incluido en el paquete de identificador, si el paquete de identificador está construido por el controlador SDN.

La Figura 27 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un primer lado de controlador SDN utilizado como un iniciador de descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 27, incluye específicamente las etapas siguientes:

S2701: Un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que un paquete de identificador incluye un identificador del primer controlador SDN está encapsulado para un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación.

S2702: Recibir un segundo mensaje de interrogación que se envía por el dispositivo designado y en el que está encapsulado un mensaje de encapsulación, en donde el segundo mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía el mensaje de encapsulación, y el mensaje de encapsulación es específicamente un mensaje de encapsulación que incluye el paquete de identificador e información de puerto de un puerto de entrada y está encapsulado por un segundo controlador SDN en conformidad con el primer mensaje de interrogación después de un dispositivo administrado por el controlador SDN, después de la recepción, utilizando el puerto de entrada, del paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida,

encapsula el paquete de identificador en el primer mensaje de interrogación que incluye la información de puerto del puerto de entrada y se utiliza para interrogar al segundo controlador SDN sobre la información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador.

5 S2703: Análisis sintáctico del paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación.

S2704: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye el identificador del primer controlador SDN, determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador.

10 S2705: Determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de encapsulación encapsulado en el segundo mensaje de interrogación.

15 En correspondencia con la Figura 27, la Figura 28 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador de descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 28, incluye específicamente las etapas siguientes:

20 S2801: Un segundo controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, el paquete de identificador incluye un identificador de un primer controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación se recibe por el dispositivo utilizando un ple, y el
25 mensaje de interrogación incluye, además, información de puerto del puerto de entrada.

S2802: Análisis sintáctico del paquete de identificador.

30 S2803: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, encapsular el paquete de identificador y la información de puerto del puerto de entrada en un mensaje de encapsulación.

35 Además, en esta etapa, cuando se determina que el paquete de identificador no incluye el identificador del segundo controlador SDN, el segundo controlador SDN necesita construir el mensaje de indicación que se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para enviar, utilizando un puerto de entrada, un paquete encapsulado en el mensaje de indicación a lo largo de un enlace que recibe el paquete de identificador, es decir, el mensaje de encapsulación, y el paquete de identificador necesita encapsularse en el mensaje de encapsulación, de modo que un controlador SDN que recibe el mensaje de encapsulación puede determinar, utilizando el identificador incluido en el paquete de
40 identificador, si el paquete de identificador está construido, o no, por el controlador SDN.

45 S2804: Enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación al dispositivo, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de entrada.

50 Además, el paquete de identificador y la información de puerto del puerto de entrada se encapsulan en el mensaje de encapsulación, el paquete de identificador puede utilizarse para hacer que el primer controlador SDN determina que un constructor del paquete de identificador es el primer controlador SDN, la información de puerto del puerto de entrada puede utilizarse para permitir al primer controlador SDN, después de determinar el mensaje de indicación correspondiente al paquete de identificador utilizando el paquete de identificador, determinar el puerto de entrada correspondiente a un puerto de salida de un dispositivo designado, administrado por el primer controlador SDN, con lo que se determina un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada. A modo de ejemplo, el segundo controlador SDN puede utilizar el mensaje de interrogación recibido, enviado por el dispositivo como el mensaje de encapsulación, y encapsular el mensaje de interrogación en el mensaje de indicación, es decir, el mensaje de encapsulación anterior puede ser el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado
55 por el segundo controlador SDN, puesto que ambos, el paquete de identificador y la información de puerto, del puerto de entrada, están encapsulados en el mensaje de interrogación.

60 Además, el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN recibe, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador que se envía por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y por lo tanto, después de que el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN reciba el mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de interrogación, y reenvía el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de entrada, el dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN recibe el mensaje de encapsulación procedente del puerto de salida.

65 La Figura 29 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un primer lado de controlador SDN utilizado como un iniciador que

descubre un enlace de dominio SDN cruzado y, según se ilustra en la Figura 29, incluye específicamente las etapas siguientes:

5 S2901: Un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador incluye un identificador del primer controlador SDN, a un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, utilizando el puerto de salida, incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida.

10 Además, en esta etapa, la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida puede añadirse por el primer controlador SDN o el dispositivo designado al paquete de identificador.

15 S2902: Recibir un segundo mensaje de interrogación que se envía por el dispositivo designado y en el que se encapsula el mensaje de encapsulación, en donde el segundo mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre la información de puerto de un puerto que reenvía el mensaje de encapsulación, y el mensaje de encapsulación es un mensaje de encapsulación que incluye el paquete de identificador y está encapsulado por el segundo controlador SDN en conformidad con el primer mensaje de interrogación, después a un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, después de recibir el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, encapsula el paquete de identificador en el primer mensaje de interrogación utilizado para interrogar al segundo controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador, y el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de interrogación incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de entrada.

20 Además, la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada puede añadirse por el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN al paquete de identificador antes de que se encapsule el paquete de identificador en el segundo mensaje de interrogación.

25 S2903: Análisis sintáctico el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación.

30 S2904: Cuando se determina que el paquete de identificador incluye el identificador del primer controlador SDN, determinar, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada, que se incluyen en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

35 En correspondencia con la Figura 29, la Figura 30 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica a un segundo lado de controlador SDN utilizado como un no iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, y según se ilustra en la Figura 30, incluye específicamente las etapas siguientes:

40 S3001: Un segundo controlador SDN recibe un mensaje de interrogación enviado por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el dispositivo, el paquete de identificador que incluye un identificador de un primer controlador SDN se encapsula en el mensaje de interrogación, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación es el paquete de identificador que se recibe por el dispositivo utilizando un puerto de entrada e incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida de un dispositivo que envía el paquete de identificador al puerto de salida, y el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN al segundo controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada.

45 Además, después de recibir el paquete de identificador en el que está encapsulada la información de atributo de enlace del enlace que corresponde al puerto de salida, y antes de encapsular el paquete de identificador en el mensaje de interrogación, el dispositivo administrado por el segundo controlador SDN puede añadir la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida al paquete de identificador.

50 S3002: Análisis sintáctico del paquete de identificador.

55 S3003: Cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, encapsular el paquete de identificador en un mensaje de encapsulación, o utilizar el paquete de identificador como un mensaje de encapsulación.

60 Además, en esta etapa, cuando se determina que el paquete de identificador no incluye el identificador del segundo controlador SDN, el segundo controlador SDN necesita construir el mensaje de indicación que se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para enviar, utilizando un puerto de salida, un mensaje encapsulado en el mensaje de indicación a lo largo de un enlace que recibe el paquete de identificador, es decir, el mensaje de encapsulación, y el

paquete de identificador necesita encapsularse en el mensaje de encapsulación, de modo que un controlador SDN que recibe el mensaje de encapsulación pueda determinar, utilizando el identificador incluido en el paquete de identificador, si el paquete de identificador está construido, o no, por el controlador SDN, o encapsula directamente el paquete de identificador en el mensaje de indicación.

5 S3004: Enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación al dispositivo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de salida.

10 La descripción se realiza a continuación utilizando ejemplos de realización:

15 Ejemplo 5: Según se ilustra en la Figura 31, un primer controlador SDN 3101 administra SW1 y SW2, un segundo controlador SDN 3102 administra SW3, existe un enlace entre SW1 y SW2, existe un enlace entre SW2 y SW3, y el primer controlador SDN 3101 y el segundo controlador SDN 3102 pueden estar en cualquier relación de conexión, a modo de ejemplo, el primer controlador SDN 3101 y el segundo controlador SDN 3102 no están conectados entre sí, o el primer controlador SDN 3101 y el segundo controlador SDN 3102 son controladores SDN próximos, o el primer controlador SDN 3101 y el segundo controlador SDN 3102 están conectados a un mismo controlador SDN padre. Según se ilustra en la Figura 32, las etapas específicas incluyen:

20 S3201: Un primer controlador SDN 3101 envía un primer mensaje de indicación a SW2 administrado por el primer controlador SDN 3101, en donde un paquete de identificador que tiene una correspondencia con el primer mensaje de indicación e incluye un identificador del primer controlador SDN 3101, está encapsulado en el primer mensaje de indicación, y el primer mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones a SW2 para enviar el paquete de
25 un mensaje Packet-out en un protocolo Openflow, el paquete de identificador puede ser un paquete LLDP y el paquete LLDP incluye información de configuración del primer controlador SDN 3101, tal como información sobre el primer controlador SDN 3101 tal como una capacidad principal, una dirección de gestión, un identificador de dispositivo y un identificador de interfaz.

30 S3202: SW2 recibe el primer mensaje de indicación, y envía, utilizando el puerto de salida P1, el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de indicación a un puerto de entrada P2 de SW3 que tiene un enlace en comunicación con el puerto de salida P1.

35 S3203: SW3 recibe el paquete de identificador utilizando el puerto de entrada P2, y encapsula el paquete de identificador en un primer mensaje de interrogación, en donde el primer mensaje de interrogación se utiliza para interrogar a un segundo controlador SDN 3102 que administra SW3, sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador, y el primer mensaje de interrogación incluye información de puerto del puerto de entrada P2.

40 En esta etapa, el primer mensaje de interrogación puede ser un paquete Packet-in en el protocolo Openflow.

45 S3204: El segundo controlador SDN 3102 recibe el primer mensaje de interrogación enviado por SW3, realiza un análisis sintáctico al primer mensaje de interrogación, y determina que el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de interrogación no incluye un identificador del segundo controlador SDN 3102.

50 S3205: Encapsular el paquete de identificador y la información de puerto del puerto de entrada en un mensaje de encapsulación, encapsular el mensaje de encapsulación en un segundo mensaje de indicación, y enviar el segundo mensaje de indicación a SW3, en donde el segundo mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones a SW3 para enviar, utilizando el puerto de entrada P2, el mensaje de encapsulación encapsulado en el segundo mensaje de indicación.

En esta etapa, el segundo mensaje de indicación puede ser un mensaje Packet-out en el protocolo Openflow.

55 S3206: SW3 recibe el segundo mensaje de indicación, y envía, utilizando el puerto de entrada P2, el mensaje de encapsulación encapsulado en el segundo mensaje de indicación al puerto de salida P1 de SW2 que tiene un enlace de comunicación con el puerto de entrada P2.

60 S3207: SW2 recibe el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de salida P1 y encapsula el mensaje de encapsulación en un segundo mensaje de interrogación, en donde el segundo mensaje de interrogación se utiliza para interrogar al primer controlador SDN 3101 que administra SW2, sobre información de puerto de un puerto que reenvía el mensaje de encapsulación.

65 En esta etapa, el segundo mensaje de interrogación puede incluir, además, información de puerto del puerto de salida P1 que recibe el mensaje de encapsulación.

En esta etapa, el segundo mensaje de interrogación puede ser un mensaje Packet-in en el protocolo Openflow.

S3208: El primer controlador SDN 3101 recibe el segundo mensaje de interrogación, analiza sintácticamente el mensaje de encapsulación encapsulado en el segundo mensaje de interrogación, a continuación, determina que el paquete de identificador incluido en el mensaje de encapsulación encapsulado en el segundo mensaje de interrogación incluye el identificador del primer controlador SDN 3101, determina el primer mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, y determina que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el primer mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de encapsulación.

Ejemplo 6: La Figura 31 se sigue utilizando a modo de ejemplo y las etapas específicas se ilustran en la Figura 33 e incluyen:

S3301: Un primer controlador SDN 3101 envía un primer mensaje de indicación a SW2 administrado por el primer controlador SDN 3101, en donde un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN 3101 está encapsulado en el primer mensaje de indicación, y el primer mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones a SW2 para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto designado P1.

S3302: SW2 recibe el primer mensaje de indicación, añade la información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida P1 al paquete de identificador, y envía, utilizando el puerto de salida P1, el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de indicación a un puerto de entrada P2 de SW3 que tiene un enlace de comunicación con el puerto de salida P1.

S3303: SW3 recibe el paquete de identificador utilizando el puerto de entrada P2, añade información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada P2 al paquete de identificador, y encapsula el paquete de identificador en un primer mensaje de interrogación, en donde el primer mensaje de interrogación se utiliza para interrogar a un segundo controlador SDN 3102 que administra SW3, sobre la información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador.

S3304: El segundo controlador SDN 3102 recibe el primer mensaje de interrogación enviado por SW3, analiza sintácticamente el primer mensaje de interrogación, y determina que el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de interrogación no incluye un identificador del segundo controlador SDN 3102.

S3305: Encapsula el paquete de identificador en un segundo mensaje de indicación, y envía el segundo mensaje de indicación a SW3, en donde el segundo mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones a SW3 para enviar, utilizando puerto de entrada P2, el paquete de identificador encapsulado en el segundo mensaje de indicación.

S3306: SW3 recibe el segundo mensaje de indicación, y envía, utilizando el puerto de entrada P2, el paquete de identificador encapsulado en el segundo mensaje de indicación al puerto de salida P1 de SW2 que tiene un enlace de comunicación con el puerto de entrada P2.

S3307: SW2 recibe el paquete de identificador utilizando el puerto de salida P1, y encapsula el paquete de identificador en un segundo mensaje de interrogación, en donde el segundo mensaje de interrogación se utiliza para interrogar al primer controlador SDN 3101 que administra SW2 sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador.

En esta etapa, el segundo mensaje de interrogación puede incluir, además, información de puerto del puerto de salida P1 que recibe el paquete de identificador.

S3308: El primer controlador SDN 3101 recibe el segundo mensaje de interrogación, analiza sintácticamente el paquete de identificador encapsulado en el segundo mensaje de interrogación, a continuación determina que el paquete de identificador encapsulado en el segundo mensaje de interrogación incluye el identificador del primer controlador SDN 3101, y determina, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y de la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que están incluidos en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

La Figura 34 ilustra un método de descubrimiento de enlace dado a conocer en una forma de realización de la presente invención y según se ilustra en la Figura 34, el método incluye específicamente las etapas siguientes:

S3401: Un primer dispositivo envía, a un segundo dispositivo, un mensaje de detección de enlace utilizado para detectar si existe, o no, un enlace entre el primer dispositivo y el segundo dispositivo.

En esta etapa, el mensaje de detección de enlace puede incluir, además, información de puerto de un puerto de salida a través del que el dispositivo envía el mensaje de detección de enlace y un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el primer dispositivo, con el fin de ayudar al segundo dispositivo a descubrir un

dispositivo que tiene un enlace con el segundo dispositivo.

Además, en esta etapa, el mensaje de detección de enlace puede ser un mensaje de prueba en un Protocolo de Gestión de Enlaces (LMP).

5 S3402: Recibir un mensaje de respuesta de detección de enlace enviado por el segundo dispositivo, en donde el mensaje de respuesta de detección de enlace incluye información sobre un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el segundo dispositivo.

10 Además, en esta etapa, cuando la detección tiene un resultado satisfactorio, el mensaje de respuesta de detección de enlace puede ser un mensaje TestStatusSuccess del protocolo LMP.

15 S3403; Cuando un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el primer dispositivo es diferente del identificador de dominio del dominio SDN al que pertenece el segundo dispositivo, enviar un mensaje de detección de atributo de enlace utilizado para detectar un atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de entrada al segundo dispositivo.

20 Además, en esta etapa, el dominio SDN al que pertenecen el primer dispositivo y el segundo dispositivo son diferentes y por lo tanto, un atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida y el atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada pueden ser diferentes, y después de que se detecte que el puerto de salida y el puerto de entrada pueden comunicarse entre sí, se necesita determinar, además, un enlace que existe entre el puerto de salida y el puerto de entrada y a través del que el puerto de salida y el puerto de entrada normalmente se comunican; por lo tanto, necesita realizarse una verificación de coherencia operativa entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

25 Además, en esta etapa, un mensaje de detección de atributo de enlace puede ser un paquete LinkSummary en el protocolo LMP.

30 S3404: Recibir un mensaje de respuesta de detección de atributo de enlace enviado por el segundo dispositivo, en donde el mensaje de respuesta de detección de atributo de enlace incluye el atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada.

35 Además, si la verificación de la coherencia es satisfactoria, el mensaje de respuesta de detección de atributo de enlace puede ser un paquete LinkSummaryAck en el protocolo LMP.

S3405: Informar de un enlace de dominio SDN cruzado a un controlador SDN que administra el primer dispositivo.

40 Además, si el controlador SDN tiene un controlador SDN padre, y el controlador SDN primario gestiona un enlace de dominio SDN cruzado entre subdominios de SDN administrados por el controlador SDN padre, el controlador SDN informa del enlace de dominio SDN cruzado al controlador SDN primario después de esta etapa.

45 Sobre la base de una misma idea inventiva, formas de realización de la presente invención dan a conocer, además, un controlador SDN y un dispositivo, y puesto que un principio mediante el que el controlador SDN y el dispositivo resuelven un problema es similar al del método de descubrimiento de enlace anterior, puede hacerse referencia a la puesta en práctica del método anterior para la puesta en práctica del controlador SDN y el dispositivo, y el contenido repetitivo no se describe aquí de nuevo.

50 Un controlador SDN dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 35 e incluye los módulos siguientes:

55 un módulo de recepción 3501, configurado para recibir un mensaje de interrogación enviado por un primer dispositivo administrado por el controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el primer dispositivo, y el paquete de identificador incluye un identificador de otro controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación;

un módulo de análisis sintáctico 3502, configurado para analizar sintácticamente el paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción 3501 y está encapsulado en el mensaje de interrogación; y

60 un módulo de envío 3503, configurado para: cuando se determina en conformidad con un resultado del análisis sintáctico del módulo de análisis sintáctico 3502, que el paquete de identificador no incluye un identificador del controlador SDN, enviar, a un enlace en comunicación con el controlador SDN, un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de encapsulación se utiliza para: cuando el otro controlador SDN recibe el mensaje de encapsulación, determinar, en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre un segundo dispositivo que envía el paquete de

identificador al primer dispositivo y el propio primer dispositivo.

Además, cuando el otro controlador SDN es un controlador SDN primario del controlador SDN, el módulo de envío 3503 está configurado específicamente para reenviar el mensaje de interrogación al controlador SDN primario del controlador SDN.

Además, el módulo de envío 3503 está específicamente configurado para reenviar el mensaje de interrogación a todos los controladores SDN próximos del controlador SDN, en donde un controlador SDN próximo del controlador SDN es un controlador SDN que tiene un enlace físico de comunicación con el controlador SDN, o un controlador SDN que tiene un mecanismo de comunicaciones con el controlador SDN, o un controlador SDN configurado para el controlador SDN; o

el módulo de envío 3503 está específicamente configurado para: cuando el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio SDN administrado por el otro controlador SDN, reenviar el mensaje de interrogación al otro controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el otro controlador SDN que está incluido en el paquete de identificador y obtenido mediante análisis sintáctico.

Además, el módulo de envío 3503 está específicamente configurado para enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación al primer dispositivo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación.

Además, el paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción 3501 y está encapsulado en el mensaje de interrogación recibido por el primer dispositivo utilizando un puerto de entrada, y el mensaje de interrogación incluye, además, información de puerto del puerto de entrada; y el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3503 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de entrada; y

el módulo de envío 3503 está configurado específicamente para: antes de que el mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación se envíe al primer dispositivo, encapsular el paquete de identificador y la información de puerto del puerto de entrada en el mensaje de encapsulación.

Además, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación recibido por el módulo de recepción 3501 es el paquete de identificador que se recibe por el primer dispositivo, utilizando un puerto de entrada e incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida del segundo dispositivo; el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el primer dispositivo al primer controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3503 se utiliza específicamente para dar instrucciones al primer dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de entrada; y

el módulo de envío 3503 está configurado, además, para: antes de que el mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación se envíe al primer dispositivo, encapsular el paquete de identificador que incluye la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada en un mensaje de encapsulación, o utilizar el paquete de identificador que incluye la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada como un mensaje de encapsulación.

Un controlador SDN primario dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 36, e incluye los módulos siguientes:

un módulo de envío 3601, configurado para enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario a un primer subcontrolador de funcionamiento en red definido por software (SDN), en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN;

un módulo de recepción 3602, configurado para recibir un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN, después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado;

un módulo de análisis sintáctico 3603, configurado para analizar sintácticamente el paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción 3602 y encapsulado en el mensaje de interrogación; y

un módulo de determinación 3604, configurado para: cuando se determina, en conformidad con un resultado del análisis sintáctico del módulo de análisis sintáctico 3603, que el paquete de identificador incluye un identificador del

controlador SDN padre, determinar, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado que recibe el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3601 y el dispositivo que está administrado por el segundo subcontrolador SDN.

5 Además, el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3601 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de entrada designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;

10 el mensaje de interrogación recibido por el módulo de recepción 3602 es específicamente un mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que el paquete de identificador se encapsula por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y

15 el módulo de determinación 3604 está específicamente configurado para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.

20 Además, el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3601 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida;

25 el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN al segundo subcontrolador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y

30 el módulo de determinación 3604 está específicamente configurado para determinar, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que están incluidos en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

35 Además, el módulo de recepción 3602 está configurado, además, para: antes de que el controlador SDN primario envíe el mensaje de indicación al primer subcontrolador SDN, recibir información de puerto comunicada por el primer subcontrolador SDN, en donde un puerto representado por la información de puerto es un puerto que se determina a partir de los puertos de dispositivos administrados por el primer subcontrolador SDN y no forma ningún enlace con cualquiera de los puertos; y

40 el módulo de determinación 3604 está configurado, además, para determinar que un puerto informado es el puerto de salida designado en conformidad con la información de puerto recibida por el módulo de recepción 3602, y determinar que un dispositivo al que pertenece el puerto informado es el dispositivo designado.

45 Un controlador SDN dado a conocer en una forma de realización de la presente invención es según se ilustra en la Figura 37 e incluye los módulos siguientes:

50 un módulo de envío 3701, configurado para enviar un mensaje de indicación en el que un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN, se encapsula para un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo designado para reenviar el paquete de identificador;

55 un módulo de recepción 3702, configurado para recibir un mensaje de encapsulación en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de encapsulación se determina en conformidad con un primer mensaje de interrogación en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por otro controlador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado y que se utilice para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador;

60 un módulo de análisis sintáctico 3703, configurado para analizar el paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción 3702 y se encapsula en el mensaje de encapsulación; y

65 un módulo de determinación 3704, configurado para: cuando el módulo de análisis sintáctico 3703 determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN, determinar, en conformidad con un el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado que recibe el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3701 y el dispositivo que es administrado por el otro controlador SDN.

Además, el otro controlador SDN es un controlador SDN próximo del controlador SDN, en donde un controlador SDN próximo del controlador SDN es un controlador SDN que tiene un enlace físico de comunicación con el controlador SDN, o un controlador SDN que tiene un mecanismo de comunicación con el controlador SDN, o un controlador SDN configurado para el controlador SDN; y

el módulo de recepción 3702 está específicamente configurado para recibir un mensaje de encapsulación reenviado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de encapsulación es el primer mensaje de interrogación en el que el paquete de identificador se encapsula por el dispositivo administrado por el otro controlador SDN después de que el dispositivo recibe el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado y que se utiliza para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador.

Además, el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3701 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;

el mensaje de encapsulación recibido por el módulo de recepción 3702 es específicamente el primer mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que está encapsulado el paquete de identificador por el dispositivo administrado por el otro controlador SDN después de que el dispositivo administrado por el otro controlador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y

el módulo de determinación 3704 está específicamente configurado para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de encapsulación.

Además, el módulo de recepción 3702 está específicamente configurado para recibir un segundo mensaje de interrogación que se envía por el dispositivo designado y en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación, en donde el segundo mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre la información de puerto de un puerto que reenvía el mensaje de encapsulación, y el mensaje de encapsulación es un mensaje de encapsulación que incluye el paquete de identificador y se encapsula por el otro controlador SDN en conformidad con el primer mensaje de interrogación después de que un dispositivo administrado por el otro controlador SDN, después de recibir el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, encapsula el paquete de identificador en el primer mensaje de interrogación utilizado para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador.

Además, el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3701 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;

el mensaje de encapsulación recibido por el módulo de recepción 3702 es específicamente un mensaje de encapsulación que incluye el paquete de identificador y la información de puerto de un puerto de entrada y se encapsula por el otro controlador SDN en conformidad con el primer mensaje de interrogación después del dispositivo administrado por el otro controlador SDN, después de recibir, utilizando un puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, encapsula el paquete de identificador en el primer mensaje de interrogación que incluye la información de puerto del puerto de entrada y se utiliza para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y

el módulo de determinación 3704 está específicamente configurado para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el propio paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de encapsulación encapsulado en el segundo mensaje de interrogación.

Además, el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío 3701 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida;

el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el otro controlador SDN al otro controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y

el módulo de determinación 3704 está específicamente configurado para determinar, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que se incluyen en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

5 Un dispositivo dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 38 e incluye los módulos siguientes:

10 un módulo de envío 3801, configurado para enviar, a otro dispositivo, un mensaje de detección de enlace utilizado para detectar si existe un enlace entre el dispositivo y el otro dispositivo;

15 un módulo de recepción 3802, configurado para recibir un mensaje de respuesta de detección de enlace enviado por el otro dispositivo después de recibir el mensaje de detección de enlace enviado por el módulo de envío 3801, en donde el mensaje de respuesta de detección de enlace incluye información sobre un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el otro dispositivo; y

20 un módulo de determinación 3803, configurado para: cuando un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el dispositivo es diferente del identificador de dominio del dominio SDN al que pertenece el otro dispositivo, determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo y el otro dispositivo.

Además, el mensaje de respuesta de detección de enlace recibido por el módulo de recepción 3802 incluye, además, información de puerto de un puerto de entrada a través del que el otro dispositivo recibe el mensaje de detección de enlace; y

25 el módulo de determinación 3803 está específicamente configurado para determinar que existe un enlace de dominio cruzado entre un puerto de salida a través del que el dispositivo envía el mensaje de detección de enlace y el puerto de entrada.

30 Además, el módulo de envío 3801 está configurado, además, para: después de que el módulo de determinación 3803 determine que existe el enlace de dominio cruzado entre el puerto de salida a través del cual el dispositivo envía el mensaje de detección de enlace y el puerto de entrada, enviar un mensaje de detección de atributo de enlace utilizado para detectar un atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada al otro dispositivo; y

35 el módulo de recepción 3802 está configurado, además, para: después de que el módulo de envío 3801 envíe el mensaje de detección de atributo de enlace, recibir un mensaje de respuesta de detección de atributo de enlace enviado por el otro dispositivo, en donde el mensaje de respuesta de detección de atributo de enlace incluye el atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada.

40 Además, el módulo de envío 3801 está configurado, además, para: después de que el módulo de determinación 3803 determine que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo y el otro dispositivo, comunicar información sobre el enlace de dominio SDN cruzado a un controlador SDN que administra el dispositivo.

45 Además, el controlador SDN ilustrado en la Figura 35 puede utilizarse como un no iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, el controlador SDN primario ilustrado en la Figura 36 puede utilizarse como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, el controlador SDN ilustrado en la Figura 37 puede utilizarse como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, y el dispositivo ilustrado en la Figura 38 puede utilizarse como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado. Durante el descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, múltiples controladores SDN y dispositivos necesitan cooperar entre sí, y por lo tanto, un controlador SDN dado a conocer en una forma de realización de la presente invención puede formar, además, un sistema para descubrir un enlace de dominio SDN cruzado, en donde el sistema puede incluir el controlador SDN ilustrado en la Figura 35 y el controlador SDN primario ilustrado en la Figura 36, o el sistema puede incluir el controlador SDN ilustrado en la Figura 35 y el controlador SDN ilustrado en la Figura 37, o el sistema puede incluir múltiples dispositivos según se ilustra en la Figura 38.

55 Las funciones de las unidades anteriores pueden corresponder a las etapas de procesamiento correspondientes en los procesos ilustrados en la Figura 2 a la Figura 10, la Figura 12, la Figura 14 a Figura 21, Figura 23 a Figura 30 y Figura 32 a Figura 34 y sus detalles no se describen aquí de nuevo.

60 Un controlador SDN dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 39 e incluye las partes siguientes:

65 un receptor 3901, configurado para recibir un mensaje de interrogación enviado por un primer dispositivo administrado por el controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el primer dispositivo, y el paquete de identificador incluye un identificador de otro controlador SDN se encapsula en el mensaje de

interrogación;

un procesador 3902, configurado para analizar sintácticamente el paquete de identificador que se recibe por el receptor 3901 y se encapsula en el mensaje de interrogación; y

5 un emisor 3903, configurado para: cuando se determina, en conformidad con un resultado del análisis sintáctico del procesador 3902 que el paquete de identificador no incluye un identificador del controlador SDN, enviar, a un enlace en comunicación con el controlador SDN, un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de
10 encapsulación se utiliza para: cuando el otro controlador SDN recibe el mensaje de encapsulación, determinar, en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre un segundo dispositivo que envía el paquete de identificador al primer dispositivo y el propio primer dispositivo.

15 Además, cuando el otro controlador SDN es un controlador SDN primario del controlador SDN, el emisor 3903 está específicamente configurado para reenviar el mensaje de interrogación al controlador SDN primario del controlador SDN.

20 Además, el emisor 3903 está específicamente configurado para reenviar el mensaje de interrogación a todos los controladores SDN próximos del controlador SDN, en donde un controlador SDN próximo del controlador SDN es un controlador SDN que tiene un enlace físico de comunicación con el controlador SDN, o un controlador SDN que tiene un mecanismo de comunicación con el controlador SDN, o un controlador SDN configurado para el controlador SDN; o

25 el emisor 3903 está específicamente configurado para: cuando el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio SDN administrado por el otro controlador SDN, reenviar el mensaje de interrogación al otro controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el otro controlador SDN que se incluye en el paquete de identificador y se obtiene mediante el análisis sintáctico.

30 Además, el emisor 3903 está específicamente configurado para enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación al primer dispositivo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación.

35 Además, el paquete de identificador que se recibe por el receptor 3901 y se encapsula en el mensaje de interrogación se recibe por el primer dispositivo utilizando un puerto de entrada, y el mensaje de interrogación incluye, además, información de puerto del puerto de salida; y el mensaje de indicación enviado por el emisor 3903 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de salida; y

40 el emisor 3903 está configurado, además, para: antes de que el mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación se envíe al primer dispositivo, encapsular el paquete de identificador y la información de puerto del puerto de entrada en el mensaje de encapsulación.

45 Además, el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación recibido por el receptor 3901 es el paquete de identificador que se recibe por el primer dispositivo utilizando un puerto de entrada e incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida del segundo dispositivo; el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el primer dispositivo al primer controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y el mensaje de indicación enviado por el emisor 3903 se utiliza específicamente para dar instrucciones al primer dispositivo para
50 reenviar el mensaje de encapsulación utilizando el puerto de entrada; y

el emisor 3903 está configurado, además, para: antes de que el mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación se envíe al primer dispositivo, encapsular el paquete de identificador que incluye la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada en un mensaje de encapsulación, o utilizar el paquete de identificador que incluye la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al
55 puerto de entrada como un mensaje de encapsulación.

Un controlador SDN primario dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 40 e incluye las partes siguientes:

60 un emisor 4001, configurado para enviar un mensaje de indicación en el que un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario está encapsulado para un primer subcontrolador de funcionamiento en red definido por software (SDN), en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el
65 primer subcontrolador SDN;

- 5 un receptor 4002, configurado para recibir un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que el paquete de identificador se encapsula por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado;
- un dispositivo de análisis sintáctico 4003, configurado para analizar el paquete de identificador que se recibe por el receptor 4002 y encapsulado en el mensaje de interrogación; y
- 10 un procesador 4004, configurado para: cuando se determina, en función de un resultado del análisis sintáctico del dispositivo de análisis sintáctico 4003, que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, determinar, en conformidad con el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado que recibe el mensaje de indicación enviado por el emisor 4001 y el dispositivo que se administra por el segundo subcontrolador SDN.
- 15 Además, el mensaje de indicación enviado por el emisor 4001 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;
- 20 el mensaje de interrogación recibido por el receptor 4002 es específicamente un mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que se encapsula el paquete de identificador por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y
- 25 el procesador 4004 está configurado específicamente para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el propio paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.
- 30 Además, el mensaje de indicación enviado por el emisor 4001 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada;
- 35 el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN al segundo subcontrolador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y
- 40 el procesador 4004 está específicamente configurado para determinar, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que se incluyen en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.
- 45 Además, el receptor 4002 está configurado, además, para: antes de que el controlador SDN primario envíe el mensaje de indicación al primer subcontrolador SDN, recibir información de puerto comunicada por el primer subcontrolador SDN, en donde un puerto representado por la información de puerto es un puerto que se determina a partir de los puertos de dispositivos administrados por el primer subcontrolador SDN y no forma ningún enlace con cualquiera de los puertos; y
- 50 el procesador 4004 está configurado, además, para determinar que un puerto informado es el puerto de salida designado en conformidad con la información de puerto recibida por el receptor 4002, y determinar que un dispositivo al que pertenece el puerto informado, es el dispositivo designado.
- 55 Un controlador SDN dado a conocer en una forma de realización de la presente invención ilustrado en la Figura 41 e incluye las partes siguientes:
- 60 un emisor 4101, configurado para enviar un mensaje de indicación en el que un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN es encapsulado para un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo designado para reenviar el paquete de identificador;
- 65 un receptor 4102, configurado para recibir un mensaje de encapsulación en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de encapsulación se determina en conformidad con un primer mensaje de interrogación en el que el paquete de identificador se encapsula por un dispositivo administrado por otro controlador

SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado y que se utiliza para interrogar al otro controlador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador;

5 un dispositivo de análisis sintáctico 4103, configurado para analizar el paquete de identificador que se recibe por el receptor 4102 y encapsulado en el mensaje de encapsulación; y

10 un procesador 4104 configurado para: cuando el dispositivo de análisis sintáctico 4103 determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN, determinar, en conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado que recibe el mensaje de indicación enviado por el emisor 4101 y el dispositivo que se administra por el otro controlador SDN.

15 Además, el otro controlador SDN es un controlador SDN próximo del controlador SDN, en donde un controlador SDN próximo del controlador SDN es un controlador SDN que tiene un enlace físico de comunicación con el controlador SDN, o un controlador SDN que tiene un mecanismo de comunicación con el controlador SDN, o un controlador SDN configurado para el propio controlador SDN; y

20 el receptor 4102 está específicamente configurado para recibir un mensaje de encapsulación reenviado por el segundo controlador SDN, en donde el mensaje de encapsulación es el primer mensaje de interrogación en el que el paquete de identificador está encapsulado por el dispositivo administrado por el otro controlador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado y que se utiliza para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador.

25 Además, el mensaje de indicación enviado por el emisor 4101 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;

30 el mensaje de encapsulación recibido por el receptor 4102 es específicamente el primer mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que está encapsulado el paquete de identificador por el dispositivo administrado por el otro controlador SDN después de que el dispositivo administrado por el otro controlador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y

35 el procesador 4104 está específicamente configurado para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con propio paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de encapsulación.

40 Además, el receptor 4102 está específicamente configurado para recibir un segundo mensaje de interrogación que se envía por el dispositivo designado y en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación, en donde el segundo mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía el mensaje de encapsulación, y el mensaje de encapsulación es un mensaje de encapsulación que incluye el paquete de identificador y está encapsulado por el otro controlador SDN en conformidad con el primer mensaje de interrogación después de un dispositivo administrado por el otro controlador SDN, después de recibir el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, encapsula el paquete de identificador en el primer mensaje de interrogación utilizado para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador.

50 Además, el mensaje de indicación enviado por el emisor 4101 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;

55 el mensaje de encapsulación recibido por el receptor 4102 es específicamente un mensaje de encapsulación que incluye el paquete de identificador y la información de puerto de un puerto de entrada y se encapsula por el otro controlador SDN en conformidad con el primer mensaje de interrogación después del dispositivo administrado por el controlador SDN, después de recibir, utilizando un puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, encapsula el paquete de identificador en el primer mensaje de interrogación que incluye la información de puerto del puerto de entrada y se utiliza para interrogar al otro controlador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y

60 el procesador 4104 está específicamente configurado para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el propio paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de encapsulación encapsulado en el segundo mensaje de interrogación.

65

Además, el mensaje de indicación enviado por el emisor 4101 se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida;

5 el paquete de identificador encapsulado en el primer mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el otro controlador SDN al otro controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y

10 el procesador 4104 está específicamente configurado para determinar, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que se incluyen en el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

15 Un dispositivo dado a conocer en una forma de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 42 e incluye las partes siguientes:

un emisor 4201, configurado para enviar, a otro dispositivo, un mensaje de detección de enlace utilizado para detectar si existe, o no, un enlace entre el dispositivo y el otro dispositivo;

20 un receptor 4202, configurado para recibir un mensaje de respuesta de detección de enlace enviado por el otro dispositivo después de recibir el mensaje de detección de enlace enviado por el emisor 4201, en donde el mensaje de respuesta de detección de enlace incluye información sobre un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el otro dispositivo; y

25 un procesador 4203, configurado para: cuando un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el dispositivo es diferente del identificador de dominio del dominio SDN al que pertenece el otro dispositivo, determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo y el otro dispositivo.

30 Además, el mensaje de respuesta de detección de enlace recibido por el receptor 4202 incluye, además, información de puerto de un puerto de entrada a través del que el otro dispositivo recibe el mensaje de detección de enlace; y

el procesador 4203 está específicamente configurado para determinar que existe un enlace de dominio cruzado entre un puerto de salida a través del cual el dispositivo envía el mensaje de detección de enlace y el puerto de entrada.

35 Además, el emisor 4201 está configurado, además, para: después de que el procesador 4203 determine que existe un enlace de dominio cruzado entre el puerto de salida a través del cual el dispositivo envía el mensaje de detección de enlace y el puerto de entrada, enviar un mensaje de detección de atributo de enlace utilizado para detectar un atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada para el otro dispositivo; y

40 el receptor 4202 está configurado, además, para: después de que el emisor 4201 envíe el mensaje de detección de atributo de enlace, recibir un mensaje de respuesta de detección de atributo de enlace enviado por el otro dispositivo, en donde el mensaje de respuesta de detección de atributo de enlace incluye el atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada.

45 Además, el emisor 4201 está configurado, además, para: después de que el procesador 4203 determine que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo y el otro dispositivo, comunicar información sobre el enlace de dominio SDN cruzado a un controlador SDN que administra el dispositivo.

50 Además, el controlador SDN ilustrado en la Figura 39 puede utilizarse como un no iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, el controlador SDN primario ilustrado en la Figura 40 puede utilizarse como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, el controlador SDN ilustrado en la Figura 41 puede utilizarse como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado, y el dispositivo ilustrado en la Figura 42 puede utilizarse como un iniciador que descubre un enlace de dominio SDN cruzado. Durante el descubrimiento de un enlace de dominio SDN cruzado, múltiples controladores SDN y dispositivos necesitan cooperar entre sí y por lo tanto, un controlador SDN dado a conocer en una forma de realización de la presente invención puede formar, además, un sistema para descubrir un enlace de dominio SDN cruzado, en donde el sistema puede incluir el controlador SDN ilustrado en la Figura 39, y el controlador SDN primario ilustrado en la Figura 40, o el sistema puede incluir el controlador SDN ilustrado en la Figura 39 y el controlador SDN ilustrado en la Figura 41, o el sistema puede incluir múltiples dispositivos según se ilustra en la Figura 42.

55 Las funciones de las unidades anteriores pueden corresponder a etapas de procesamiento correspondientes en procesos ilustrados en la Figura 2 a Figura 10, Figura 12, Figura 14 a Figura 21, Figura 23 a Figura 30 y Figura 32 a Figura 34 y sus detalles no se describen aquí de nuevo.

En conformidad con un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo dados a conocer en las formas de realización de la presente invención, un controlador SDN primario envía un mensaje de indicación en el que un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario está encapsulado para un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN; después de recibir el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado, un dispositivo administrado por un segundo subcontrolador SDN encapsula el paquete de identificador en un mensaje de interrogación utilizado para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador, y envía el mensaje de interrogación al segundo subcontrolador SDN, y cuando se realiza el análisis sintáctico para encontrar que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo subcontrolador SDN, el segundo subcontrolador SDN reenvía el mensaje de interrogación al controlador SDN padre; el controlador SDN primario analiza el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación; y cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, se determina en conformidad con el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que se administra por el segundo subcontrolador SDN. El controlador SDN primario detecta un enlace entre subcontroladores SDN administrados por el controlador SDN padre, para descubrir un enlace de dominio SDN cruzado entre dominios de SDN en donde están localizados múltiples subcontroladores SDN administrados por el controlador SDN padre, con el fin de resolver un problema de la técnica anterior de que no se puede descubrir un enlace de dominio SDN cruzado.

De conformidad con un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo dados a conocer en las formas de realización de la presente invención, un primer controlador SDN envía un mensaje de indicación en el que un paquete de identificador que incluye un identificador del primer controlador SDN está encapsulado para un dispositivo designado administrado por el primer controlador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo designado para reenviar el paquete de identificador; un segundo controlador SDN recibe un primer mensaje de interrogación que se envía por un dispositivo administrado por el segundo controlador SDN y se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador recibido por el dispositivo, analiza el paquete de identificador, y cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del segundo controlador SDN, envía, a un enlace en comunicación con el segundo controlador SDN, un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el primer mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador; y después de recibir el mensaje de encapsulación, el primer controlador SDN analiza el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, y cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del primer controlador SDN, se determina de conformidad con el paquete de identificador que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que se administra por el segundo controlador SDN. Un controlador SDN inicia la detección en otro controlador SDN, con lo que se descubre un enlace de dominio SDN cruzado entre los controladores SDN, con el fin de resolver un problema en la técnica anterior de que no se puede descubrir un enlace de dominio SDN cruzado.

En conformidad con un método de descubrimiento de enlace, un controlador SDN y un dispositivo dados a conocer en las formas de realización de la presente invención, un primer dispositivo envía, a un segundo dispositivo, un mensaje de detección de enlace utilizado para detectar si existe un enlace entre el primer dispositivo y el segundo dispositivo; recibe un mensaje de respuesta de detección de enlace enviado por el segundo dispositivo, en donde el mensaje de respuesta de detección de enlace incluye información sobre un identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el segundo dispositivo; y cuando el identificador de dominio de un dominio SDN al que pertenece el primer dispositivo es diferente del identificador de dominio del dominio SDN al que pertenece el segundo dispositivo, determina que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dominio SDN al que pertenece el primer dispositivo y el dominio SDN al que pertenece el segundo dispositivo. Un dispositivo administrado por un controlador SDN inicia una detección en un dispositivo que pertenece a otro dominio SDN, con lo que se determina que existe un enlace entre dominios SDN al que pertenecen los dispositivos entre los que existe un enlace de forma separada, con el fin de resolver un problema de la técnica anterior de que no se puede descubrir un enlace de dominio SDN cruzado.

Un experto en esta técnica debe entender que las formas de realización de la presente invención pueden proporcionarse como un método, un sistema o un producto de programa informático. Por consiguiente, la presente invención puede utilizar una forma de solamente hardware, solamente software o formas de realización con una combinación de software y hardware. Además, la presente invención puede utilizar una forma de un producto de programa informático que se pone en práctica en uno o más soportes de memorización utilizables por ordenador (incluyendo, sin limitación, una memoria de disco, un CD-ROM, una memoria óptica y dispositivos similares) que incluyen un código de programa utilizable por ordenador.

La presente invención se describe con referencia a los diagramas de flujo y/o diagramas de bloque del método, el dispositivo (sistema) y el producto de programa informático en conformidad con las formas de realización de la presente invención. Debe entenderse que las instrucciones de programas informáticos pueden utilizarse para poner en práctica cada proceso y/o cada bloque en los diagramas de flujo y/o los diagramas de bloques y una combinación de un proceso y/o un bloque en los diagramas de flujo y/o los diagramas de bloques. Estas instrucciones de

5 programas informáticos pueden proporcionarse para un ordenador de uso general, un ordenador especializado, un procesador incorporado o un procesador de cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programado para generar una máquina, de modo que las instrucciones ejecutadas por un ordenador o un procesador de cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable generan un aparato para poner en práctica una función específica en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno o más bloques en los diagramas de bloques funcionales.

10 Estas instrucciones de programas informáticos pueden memorizarse también en una memoria legible por ordenador que puede dar instrucciones al ordenador o a cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable para funcionar en una manera específica, de modo que las instrucciones memorizadas en la memoria legible por ordenador generen un así denominado artefacto informático, que incluye un aparato de instrucciones. El aparato de instrucciones realiza una función específica en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno o más bloques en los diagramas de bloques.

15 Estas instrucciones de programas informáticos pueden cargarse también en un ordenador u otro dispositivo de procesamiento de datos programable, de modo que se realicen una serie de operaciones y etapas en el ordenador o el otro dispositivo programable, generando, de este modo, un procesamiento implantado por ordenador. Por consiguiente, las instrucciones ejecutadas en el ordenador o en el otro dispositivo programable proporcionan medios para poner en práctica una función específica en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno o más bloques en los diagramas de bloques.

25 Aunque algunas formas de realización ejemplo de la presente invención han sido descritas, los expertos en esta técnica pueden realizar cambios y modificaciones a estas formas de realización una vez que conozcan el concepto inventivo básico. Por lo tanto, las siguientes reivindicaciones están previstas para interpretarse como para cubrir las formas de realización preferidas y todos los cambios y modificaciones que caigan dentro del alcance de la presente invención.

30 Evidentemente, los expertos en esta técnica pueden realizar varias modificaciones y variaciones a las formas de realización de la presente invención sin desviarse por ello del alcance de las formas de realización de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método, que comprende:

5 la recepción (S201), mediante un primer controlador de funcionamiento en red definido por software, SDN, de un mensaje de interrogación enviado por un primer dispositivo administrado por el primer controlador, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el primer dispositivo, y el paquete de identificador que incluye un identificador de un segundo controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación;

10 el análisis sintáctico (S202), mediante el primer controlador SDN, del paquete de identificador; y

cuando se determina que el paquete de identificador no incluye un identificador del primer controlador SDN, el envío (S203), mediante el primer controlador SDN, a un enlace en comunicación con el primer controlador SDN, de un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde

20 el mensaje de encapsulación se utiliza para para: cuando el segundo controlador SDN recibe el mensaje de encapsulación, la determinación, mediante el segundo controlador SDN, en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre un segundo dispositivo que envía el paquete de identificador al primer dispositivo y el primer dispositivo.

2. El método según la reivindicación 1, en donde cuando el segundo controlador SDN es un controlador SDN primario del primer controlador SDN, el envío, a un enlace en comunicación con el primer controlador SDN, de un mensaje de encapsulación que se determina de conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador, que comprende específicamente:

el reenvío del mensaje de interrogación al controlador SDN primario del primer controlador SDN.

3. El método según la reivindicación 1, en donde el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio SDN administrado por el segundo controlador SDN;

35 el envío, a un enlace en comunicación con el primer controlador SDN, de un mensaje de encapsulación que se determina en conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador que comprende específicamente:

40 el reenvío del mensaje de interrogación al segundo controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el segundo controlador SDN que está incluido en el paquete de identificador y obtenido mediante análisis sintáctico.

4. El método según la reivindicación 2 o 3, en donde el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación se recibe por el primer dispositivo utilizando un puerto de entrada y el mensaje de interrogación incluye, además, información de puerto del puerto de entrada.

45 5. El método según la reivindicación 2 o 3, en donde el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación es el paquete de identificador que es recibido por el primer dispositivo utilizando un puerto de entrada e incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente a un puerto de salida del segundo dispositivo; y

50 el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el primer dispositivo al primer controlador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada.

6. Un método, que comprende:

55 el envío (S301), por un controlador de funcionamiento en red definido por software, SDN, padre, de un mensaje de indicación en el que un paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN primario está encapsulado a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN;

60 la recepción (S302), por el controlador SDN padre, de un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que está encapsulado el paquete de identificador por un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo

designado;

el análisis sintáctico (S303), por el controlador SDN padre, del paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación; y

5 cuando se determina que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, determinar (S304), por el controlador SDN padre, en conformidad con el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que se administra por el segundo subcontrolador SDN.

10 **7.** El método según la reivindicación 6, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;

15 el mensaje de interrogación es específicamente un mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de entrada, en el que está encapsulado el paquete de identificador mediante el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN reciba, usando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y

20 la determinación, en conformidad con el paquete de identificador de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que es administrado por el segundo subcontrolador SDN que incluye específicamente:

25 la determinación de un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador; y

30 la determinación de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.

35 **8.** El método según la reivindicación 6, en donde el mensaje de indicación se utiliza específicamente para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado; y el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida incluye información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de salida;

40 el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de interrogación enviado por el dispositivo administrado por el subcontrolador SDN al segundo subcontrolador SDN incluye, además, información de atributo de enlace de un enlace correspondiente al puerto de entrada; y

la determinación, en conformidad con el paquete de identificador de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado y el dispositivo que es administrado por el segundo subcontrolador SDN que comprende específicamente:

45 la determinación, en conformidad con la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de salida y de la información de atributo de enlace del enlace correspondiente al puerto de entrada que se incluye en el paquete de identificador, de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida y el puerto de entrada.

50 **9.** El método según la reivindicación 7 o 8, en donde antes del envío, por un controlador SDN primario, de un mensaje de indicación a un primer subcontrolador SDN, el método comprende, además:

55 la recepción, por el controlador SDN padre, de información de puerto comunicada por el primer subcontrolador SDN, en donde un puerto representado por la información de puerto es un puerto que se determina a partir de puertos de dispositivos administrados por el primer subcontrolador SDN y no forma ningún enlace con cualquiera de los puertos; y

60 la determinación de que un puerto comunicado es el puerto de salida designado en conformidad con la información de puerto recibida, y la determinación de que un dispositivo al que pertenece el puerto comunicado es el dispositivo designado.

10. Un controlador de funcionamiento en red definido por señal filtrada de corta duración, SDN, que comprende:

65 un módulo de recepción (3501), configurado para recibir un mensaje de interrogación enviado por un primer dispositivo administrado por el controlador SDN, en donde el mensaje de interrogación se utiliza para interrogar sobre información de puerto de un puerto que reenvía un paquete de identificador recibido por el primer dispositivo, y

el paquete de identificador que incluye un identificador de otro controlador SDN está encapsulado en el mensaje de interrogación;

5 un módulo de análisis sintáctico (3502), configurado para analizar el paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción (3501) y está encapsulado en el mensaje de interrogación; y

10 un módulo de envío (3503), configurado para: cuando se determina, en conformidad con un resultado del análisis del módulo de análisis sintáctico (3502), que el paquete de identificador no incluye un identificador del controlador SDN, el envío, a un enlace en comunicación con el controlador SDN, de un mensaje de encapsulación que se determina de conformidad con el mensaje de interrogación y en el que está encapsulado el paquete de identificador, en donde el mensaje de encapsulación se utiliza para: cuando el otro controlador SDN recibe el mensaje de encapsulación, la determinación, en conformidad con el paquete de identificador encapsulado en el mensaje de encapsulación, de que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre un segundo dispositivo que envía el paquete de identificador al primer dispositivo y el propio primer dispositivo.

15 **11.** El controlador SDN según la reivindicación 10, en donde cuando el otro controlador SDN es un controlador SDN primario del controlador SDN, el módulo de envío (3503) está específicamente configurado para reenviar el mensaje de interrogación al controlador SDN primario del controlador SDN.

20 **12.** El controlador SDN según la reivindicación 10, en donde

25 el módulo de envío (3503) está específicamente configurado para: cuando el paquete de identificador incluye un identificador de dominio de un dominio SDN administrado por el otro controlador SDN, reenviar el mensaje de interrogación al otro controlador SDN en conformidad con el identificador de dominio del dominio SDN administrado por el otro controlador SDN que está incluido en el paquete de identificador y obtenido mediante análisis sintáctico.

30 **13.** El controlador SDN según la reivindicación 10, en donde el módulo de envío (3503) está específicamente configurado para enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado el mensaje de encapsulación al primer dispositivo, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al dispositivo para reenviar el mensaje de encapsulación.

14. Un controlador de funcionamiento en red definido por software, SDN, padre, que comprende:

35 un módulo de envío (3601), configurado para enviar un mensaje de indicación en el que está encapsulado un paquete de identificador que incluye un identificador del controlador SDN primario a un primer subcontrolador SDN, en donde el mensaje de indicación se utiliza para dar instrucciones al primer subcontrolador SDN para reenviar el paquete de identificador utilizando un dispositivo designado administrado por el primer subcontrolador SDN;

40 un módulo de recepción (3602), configurado para recibir un mensaje de interrogación reenviado por un segundo subcontrolador SDN, en donde el mensaje de interrogación es un mensaje de interrogación que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre información de puerto de un puerto que reenvía el paquete de identificador y en el que el paquete de identificador está encapsulado mediante un dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo reciba el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado;

45 un módulo de análisis sintáctico (3603), configurado para analizar un paquete de identificador que se recibe por el módulo de recepción (3602) y está encapsulado en el mensaje de interrogación; y

50 un módulo de determinación (3604), configurado para: cuando se determina, en conformidad con un resultado del análisis sintáctico del módulo de análisis sintáctico (3603) que el paquete de identificador incluye un identificador del controlador SDN padre, determinar, en conformidad con el paquete de identificador, que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el dispositivo designado que recibe el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío (3601) y el dispositivo que es administrado por el segundo subcontrolador SDN.

55 **15.** El controlador SDN primario según la reivindicación 14, en donde el mensaje de indicación enviado por el módulo de envío (3601) está específicamente utilizado para dar instrucciones al dispositivo designado para enviar el paquete de identificador utilizando un puerto de salida designado, y el paquete de identificador tiene una correspondencia con el mensaje de indicación;

60 el mensaje de interrogación recibido por el módulo de recepción (3602) es específicamente un mensaje de interrogación que incluye información de puerto de un puerto de salida, en el que el paquete de identificador está encapsulado por el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN después de que el dispositivo administrado por el segundo subcontrolador SDN reciba, utilizando el puerto de entrada, el paquete de identificador enviado por el dispositivo designado utilizando el puerto de salida, y que se utiliza para interrogar al segundo subcontrolador SDN sobre la información de puerto del puerto que reenvía el paquete de identificador; y

65

el módulo de determinación (3604), está específicamente configurado para determinar un mensaje de indicación que tiene una correspondencia con el paquete de identificador en conformidad con el paquete de identificador; y determinar que existe un enlace de dominio SDN cruzado entre el puerto de salida designado en el mensaje de indicación y el puerto de entrada indicado en el mensaje de interrogación.

5

10

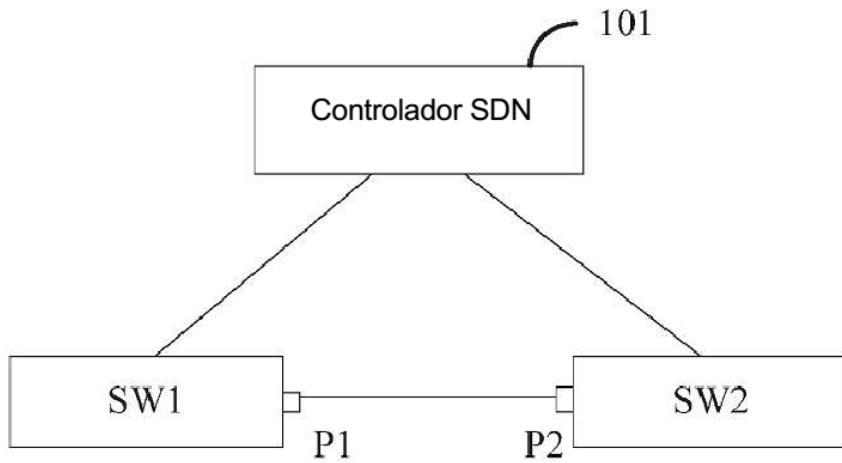


FIG. 1

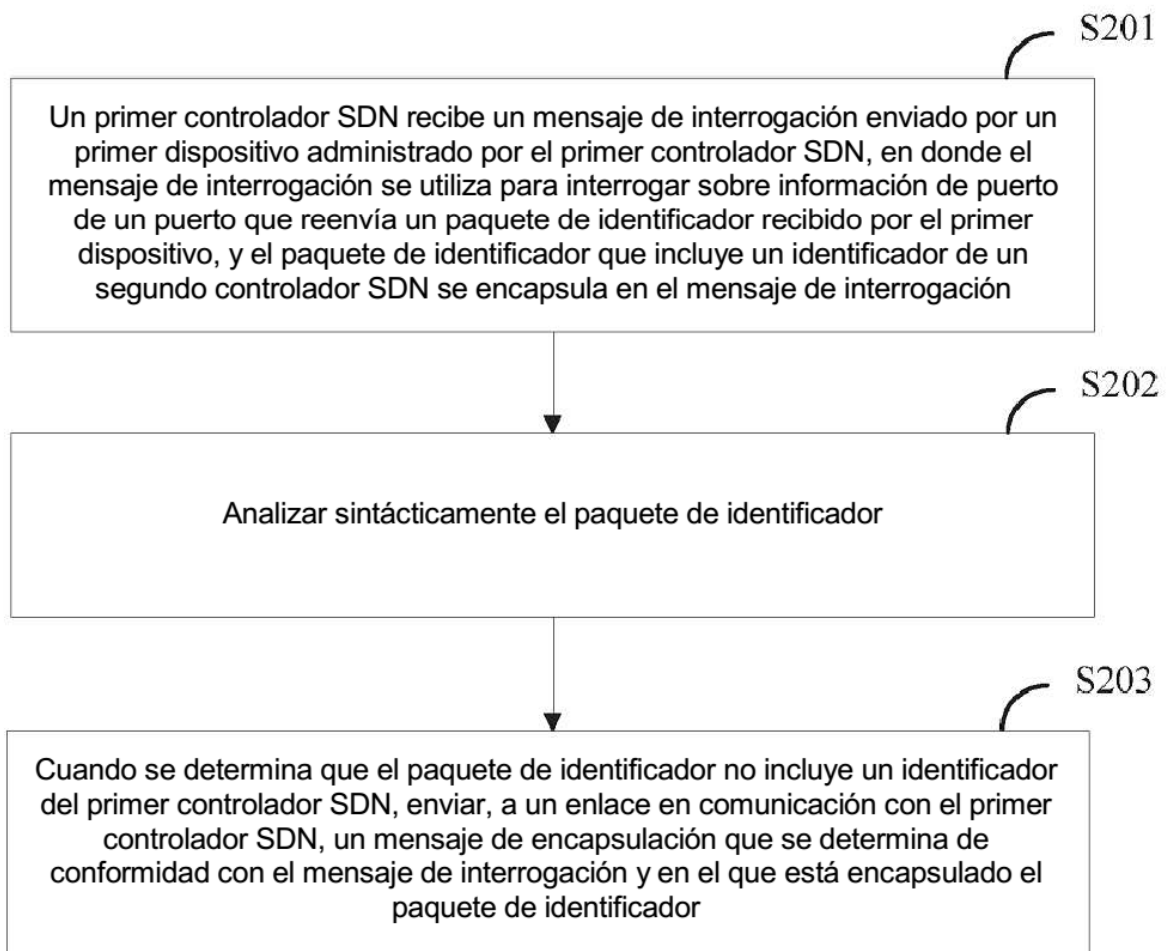


FIG. 2

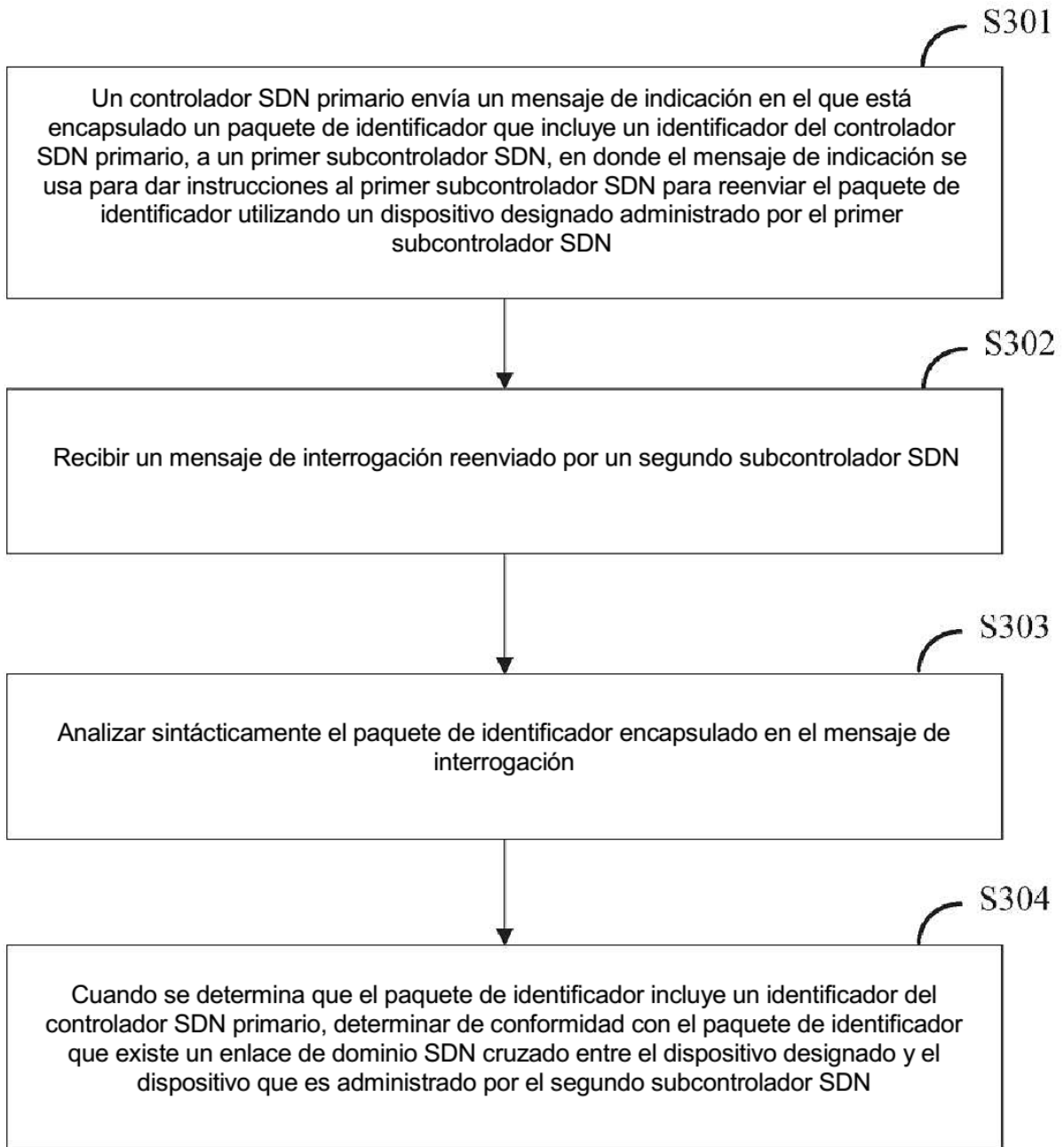


FIG. 3

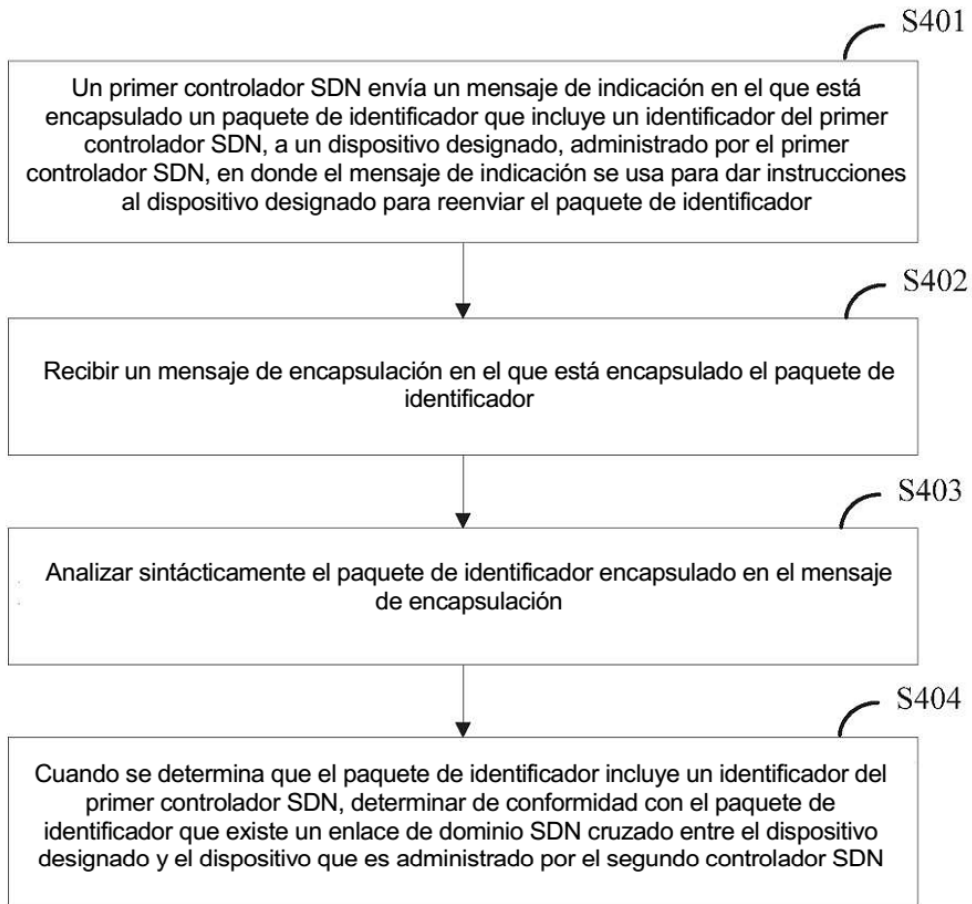


FIG. 4

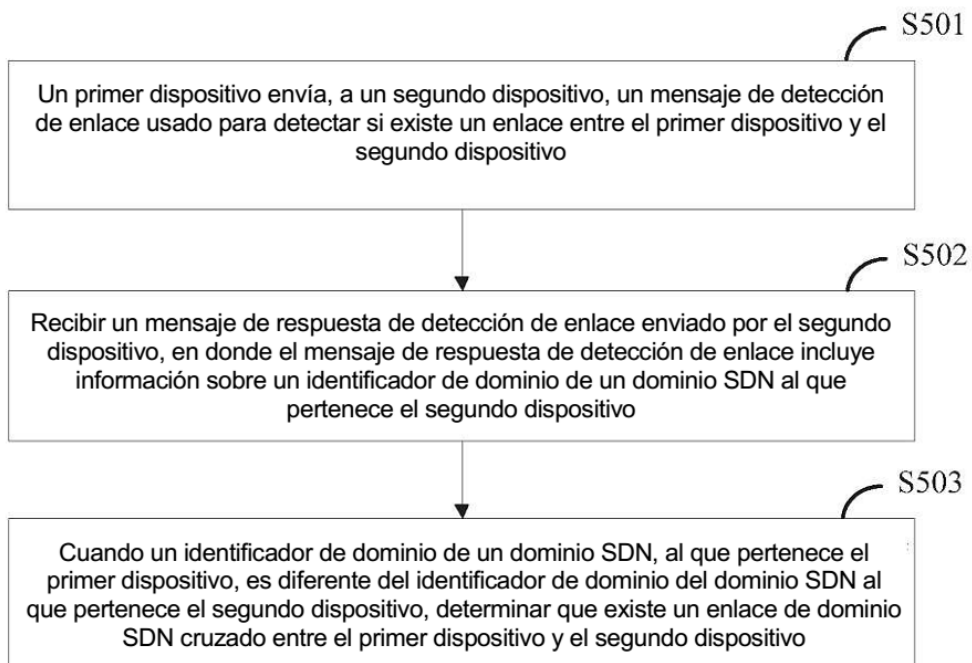


FIG. 5

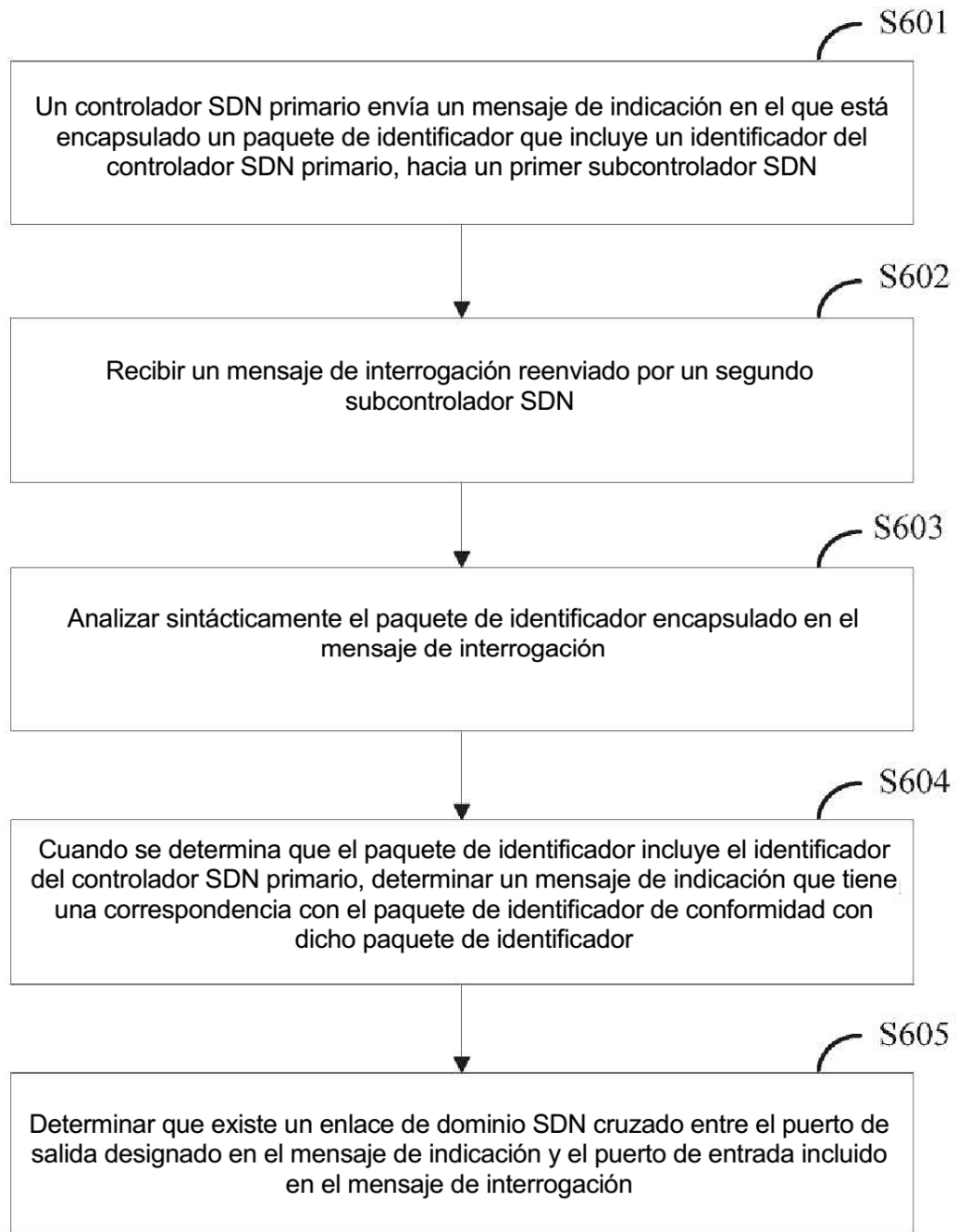


FIG. 6

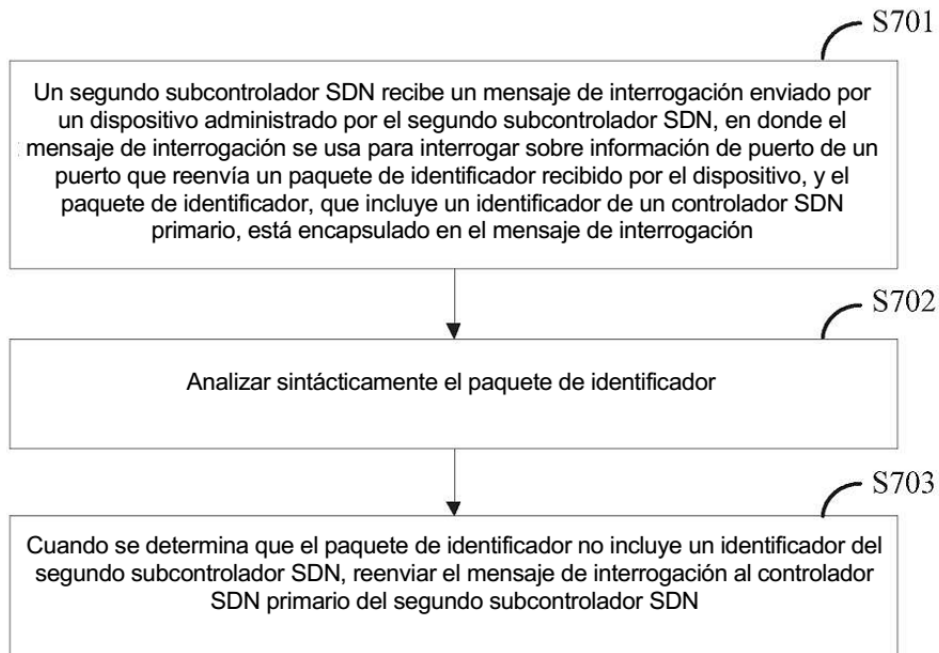


FIG. 7

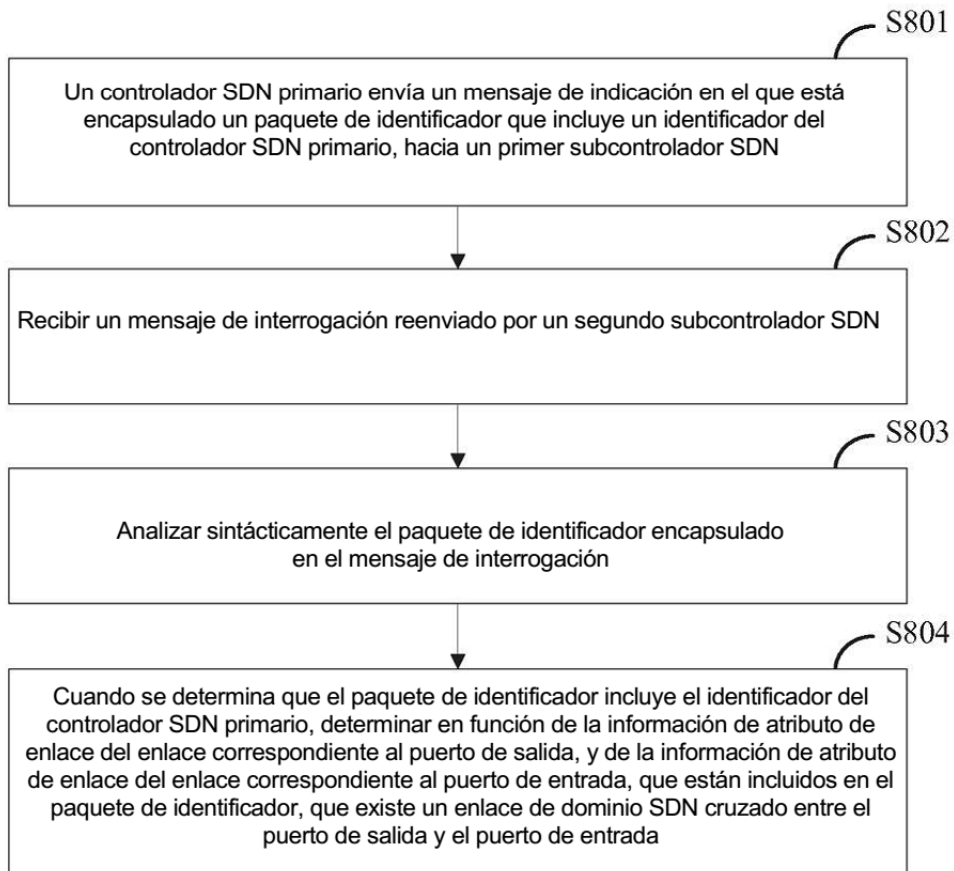


FIG. 8

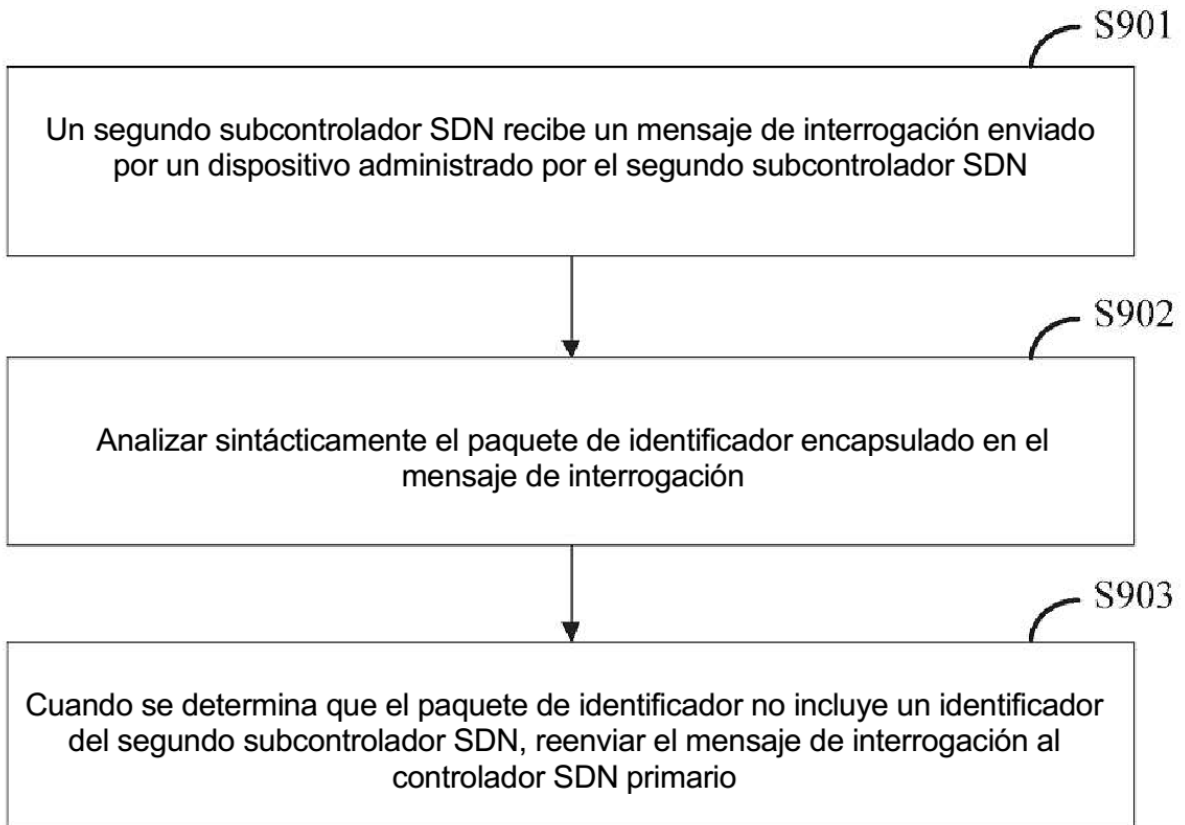


FIG. 9

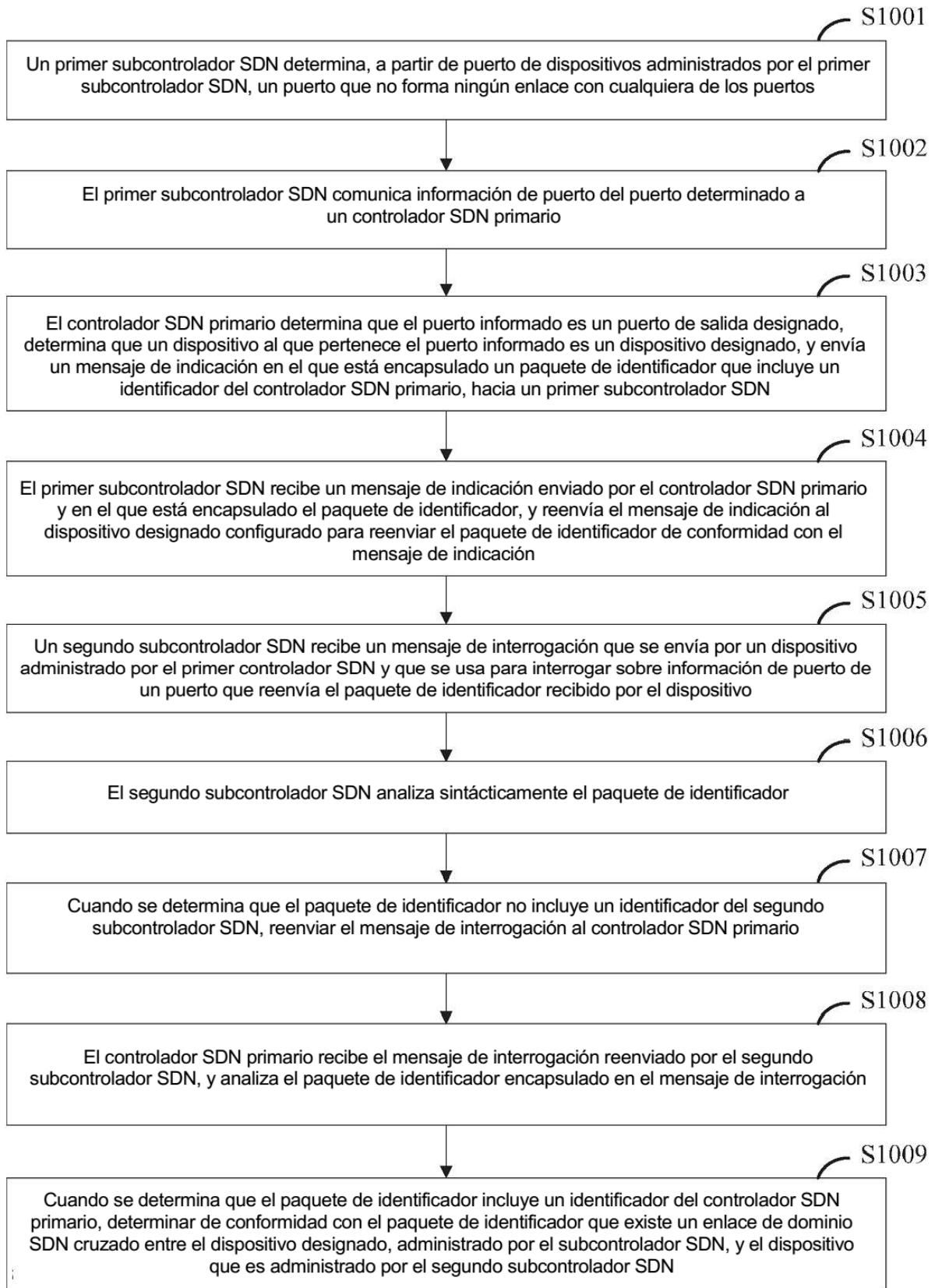


FIG. 10

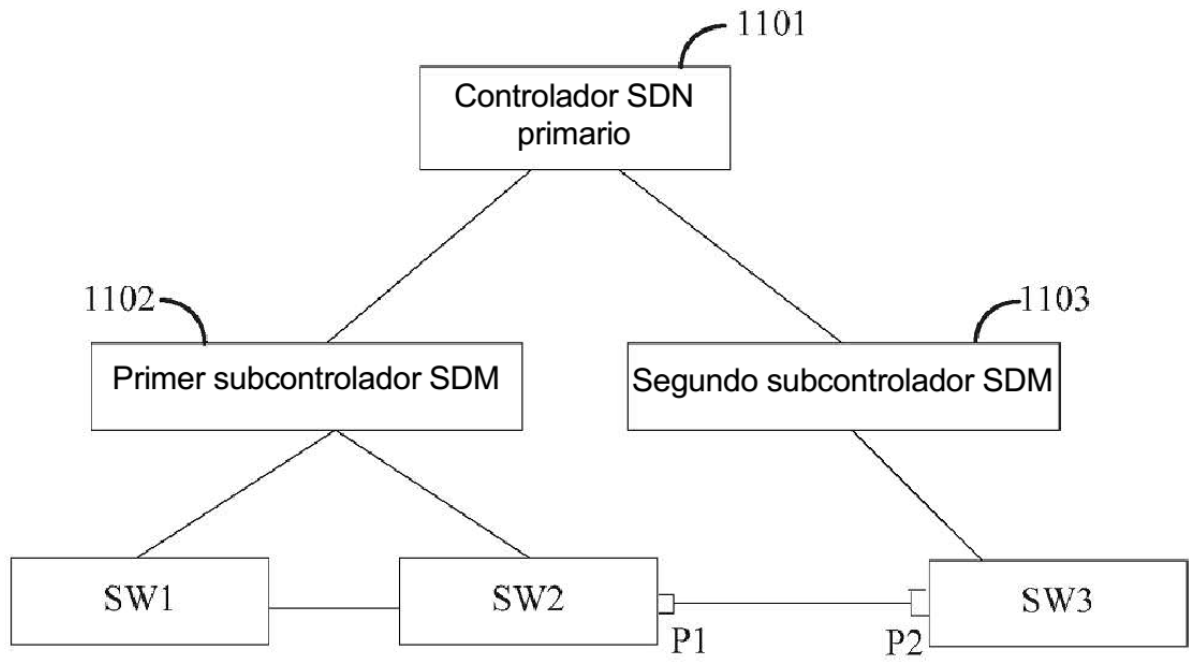


FIG. 11

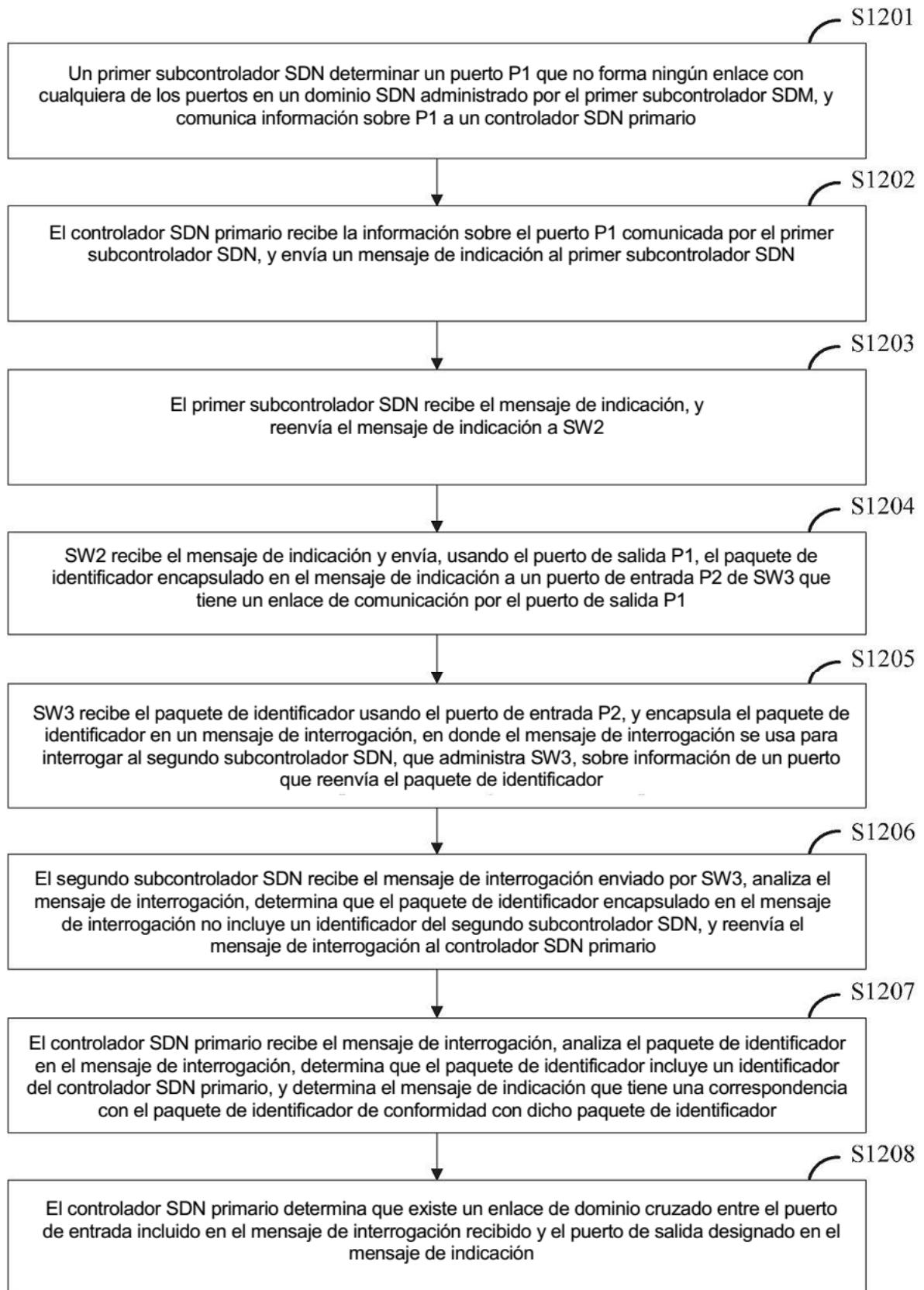


FIG. 12

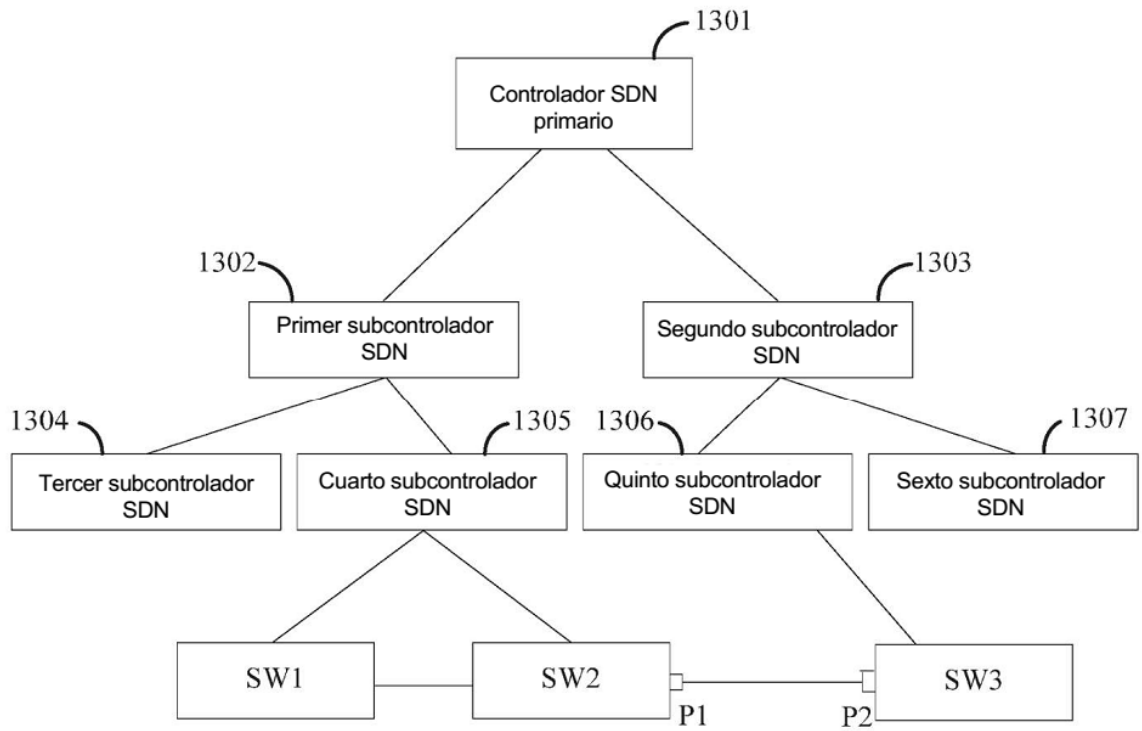


FIG. 13

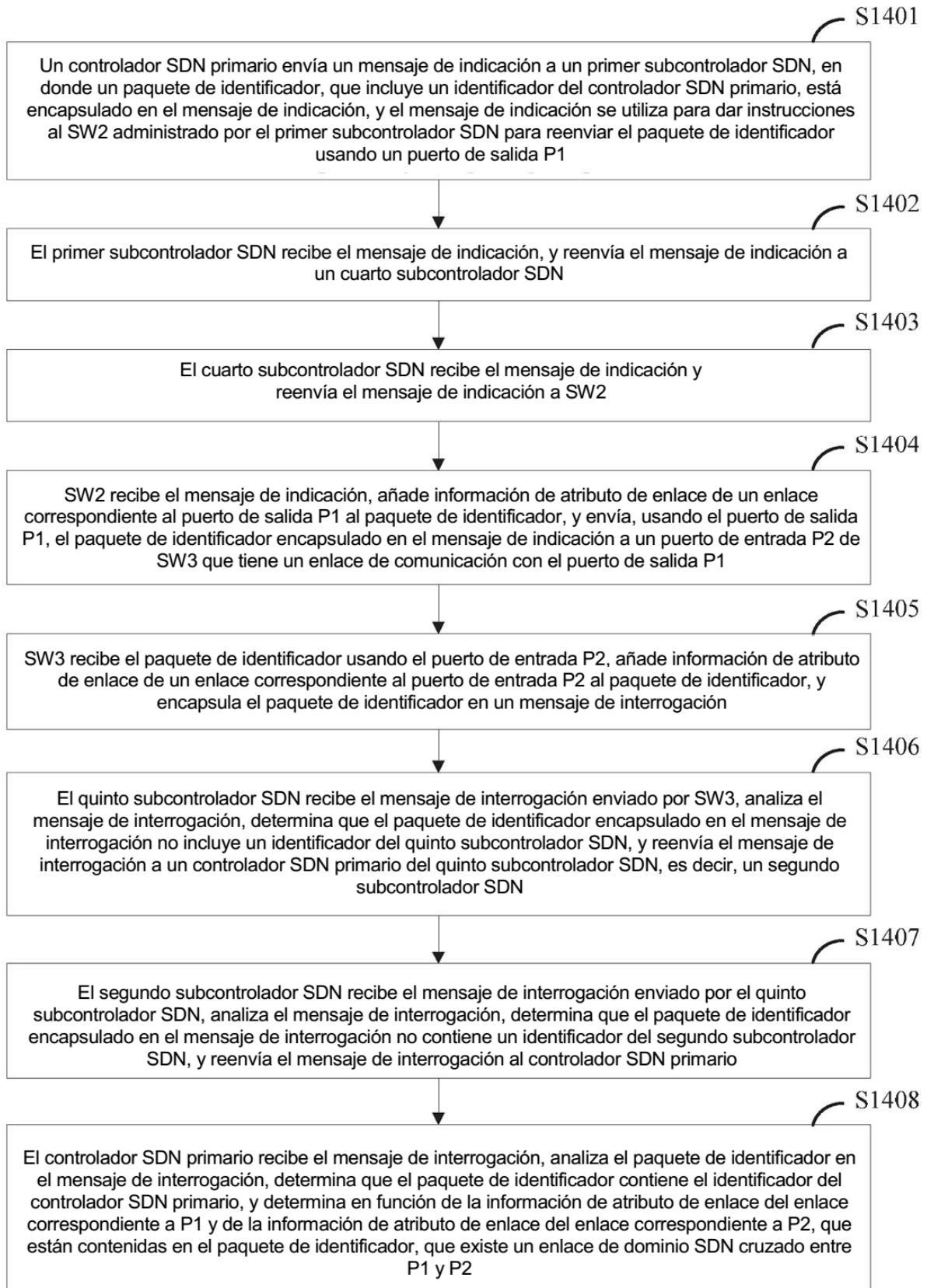


FIG. 14

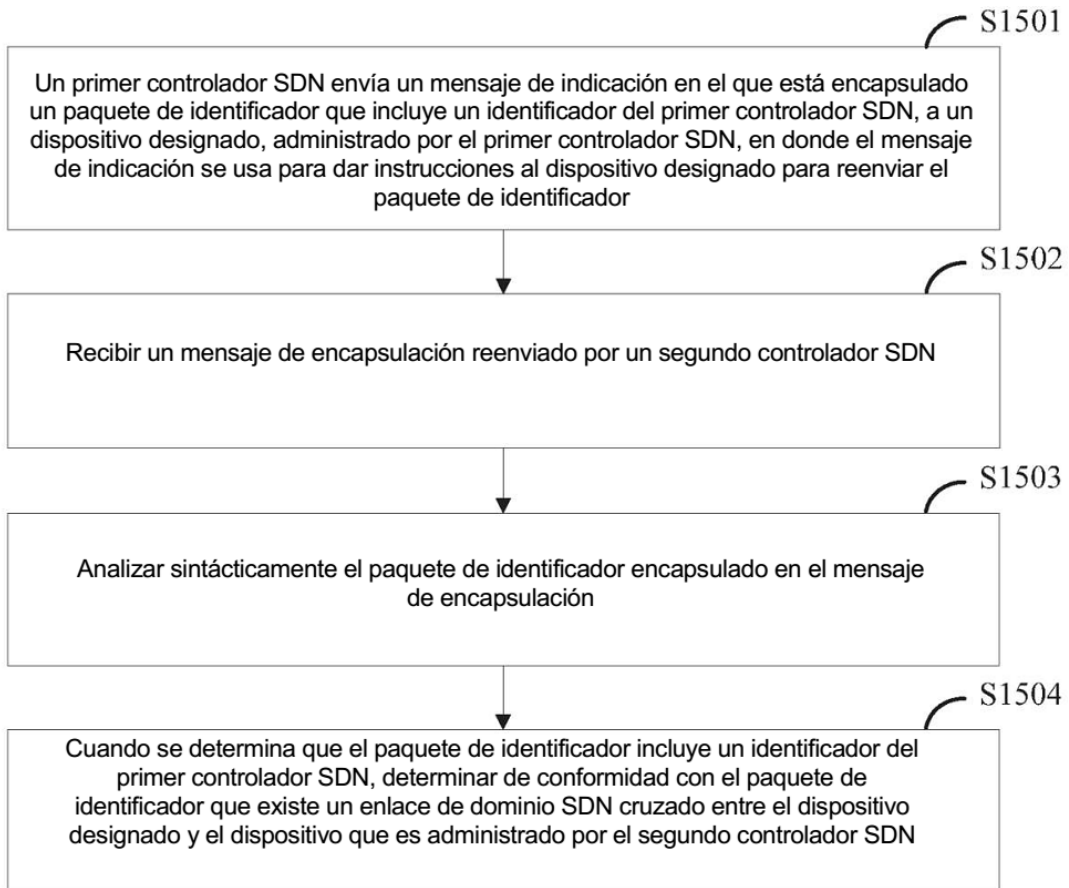


FIG. 15

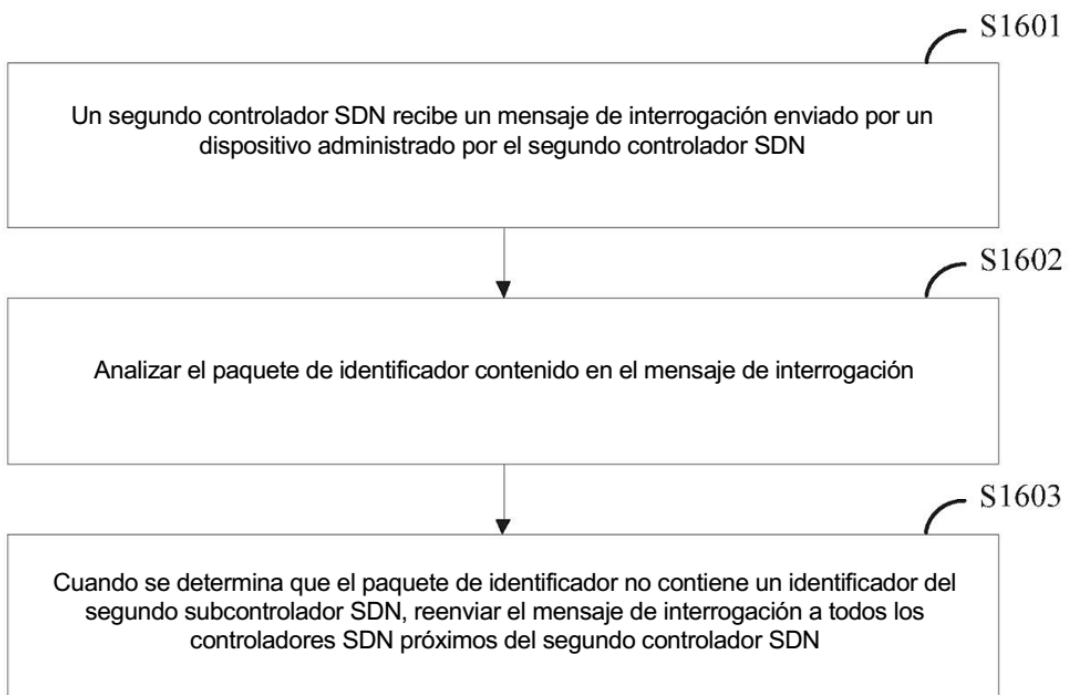


FIG. 16

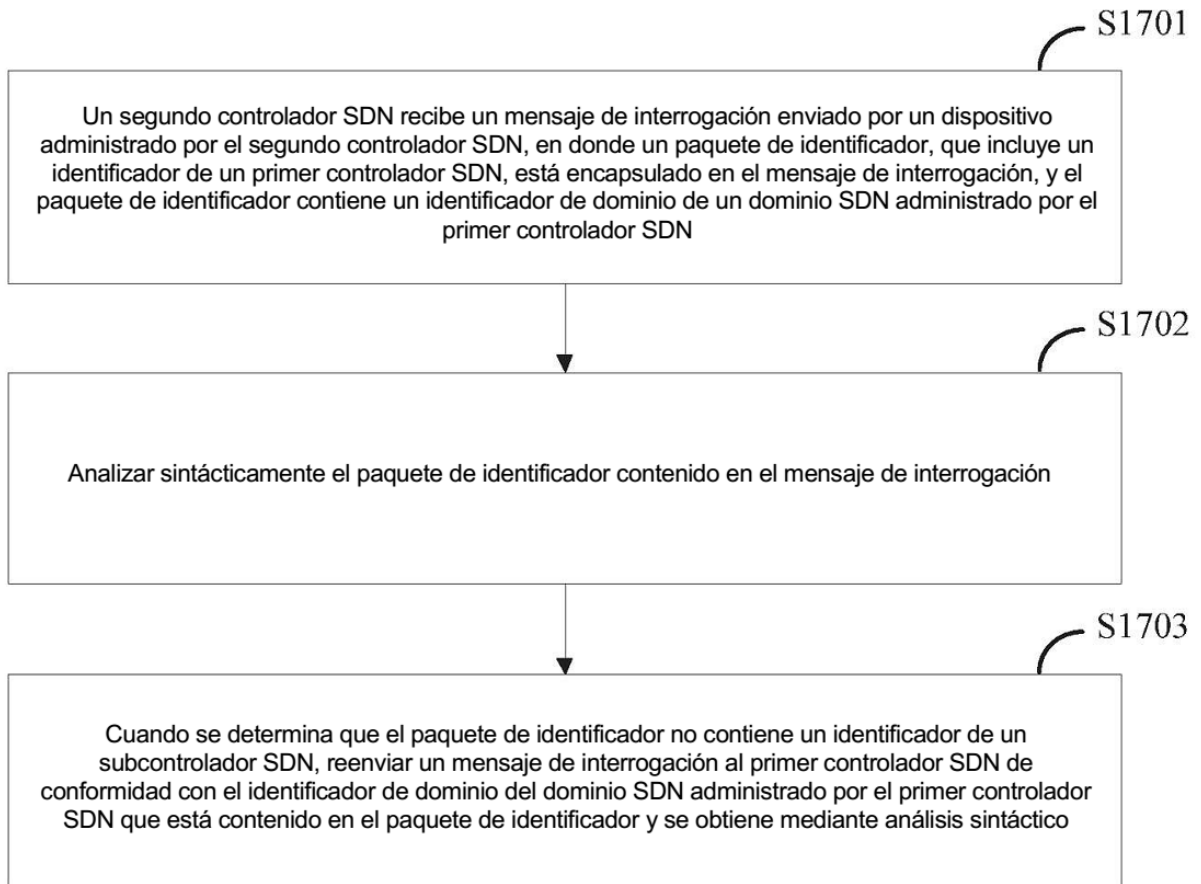


FIG. 17

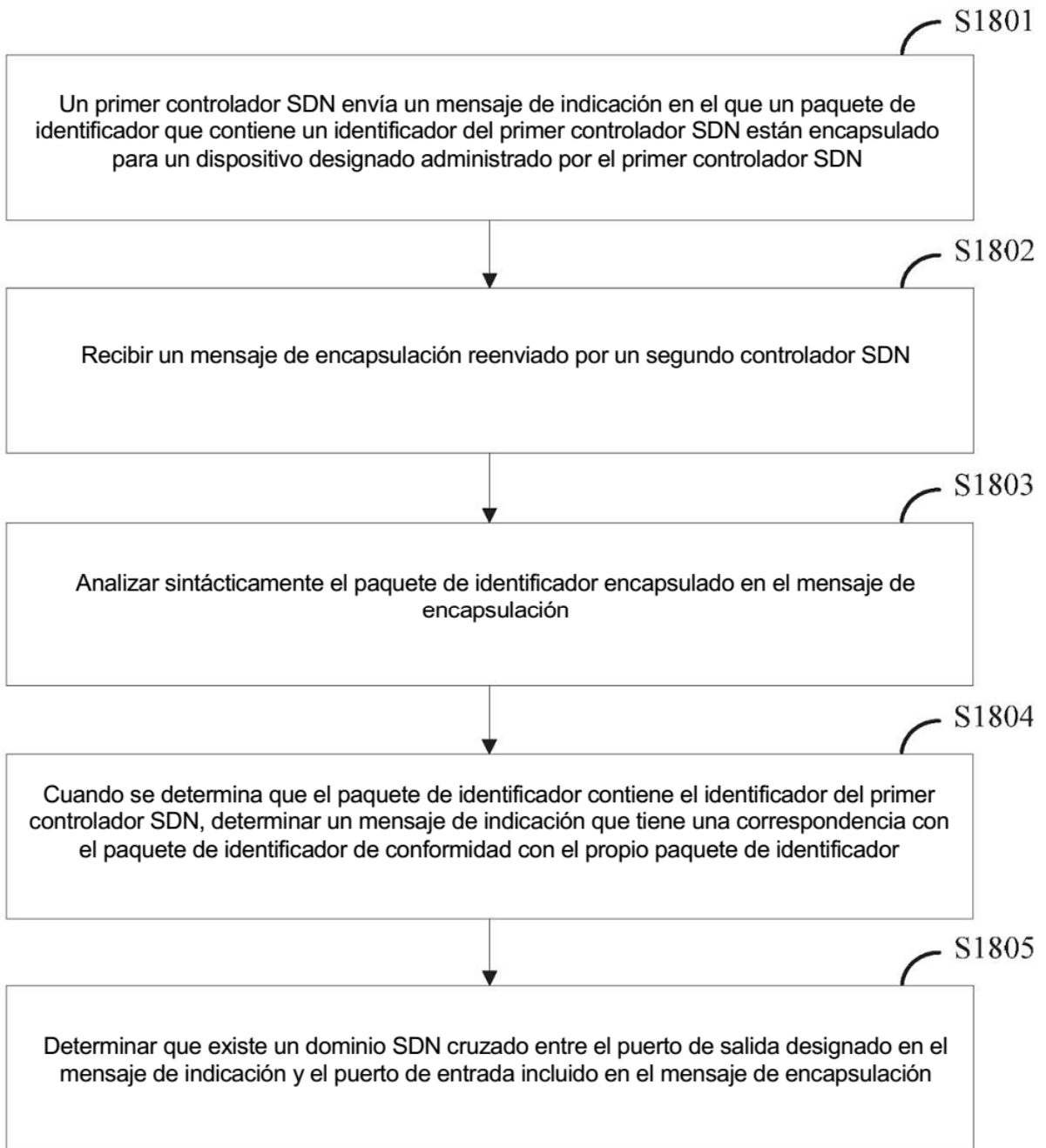


FIG. 18

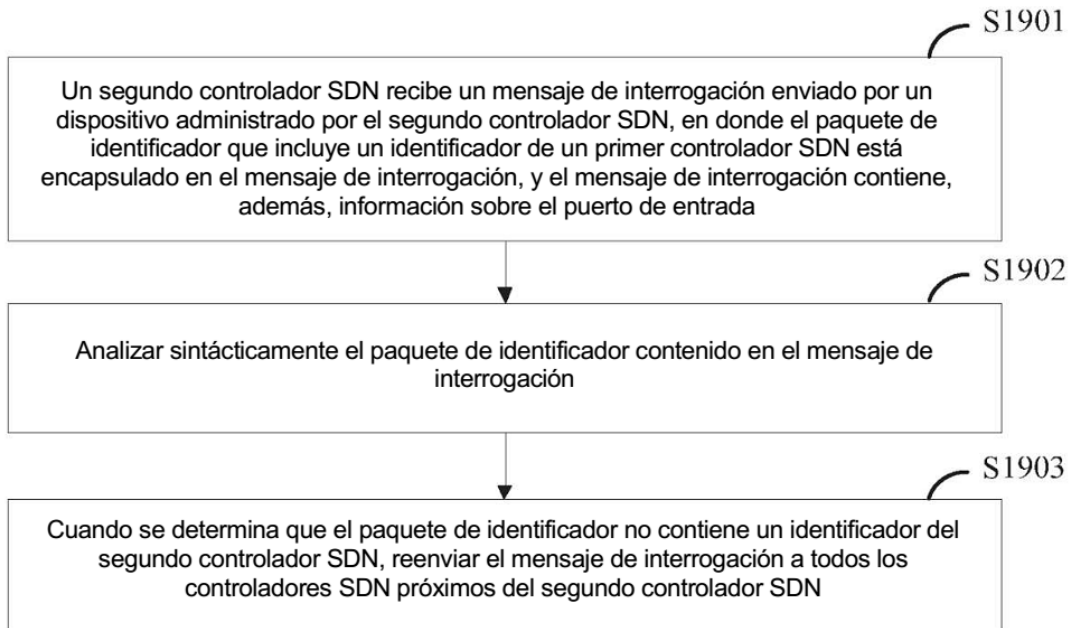


FIG. 19

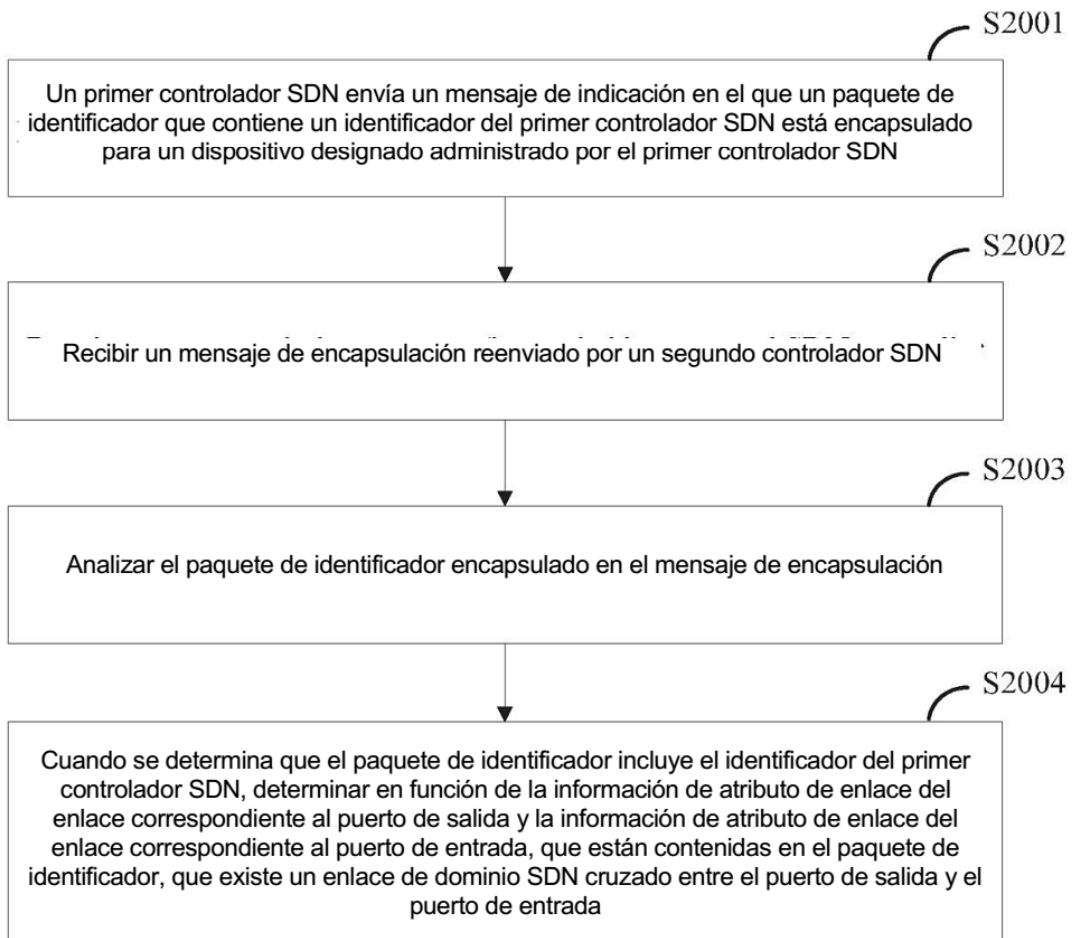


FIG. 20

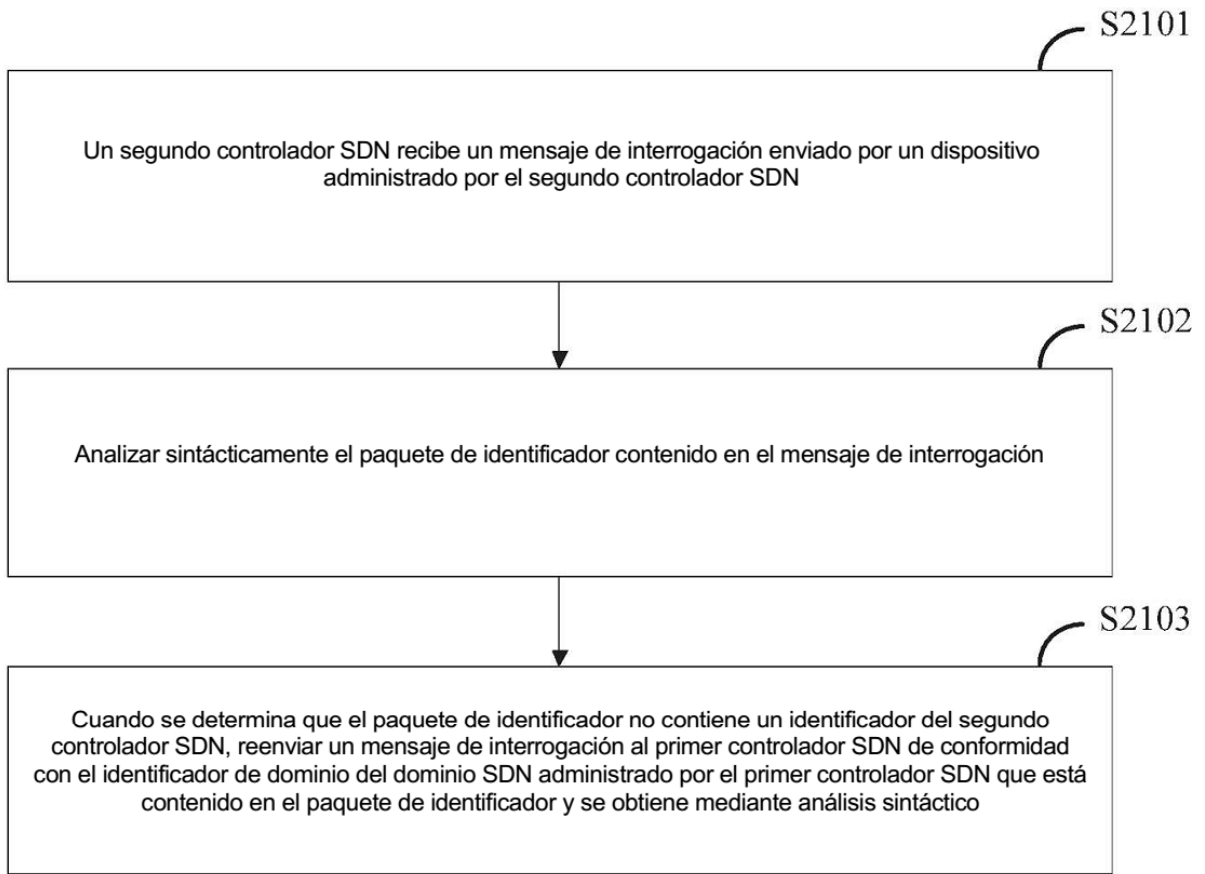


FIG. 21

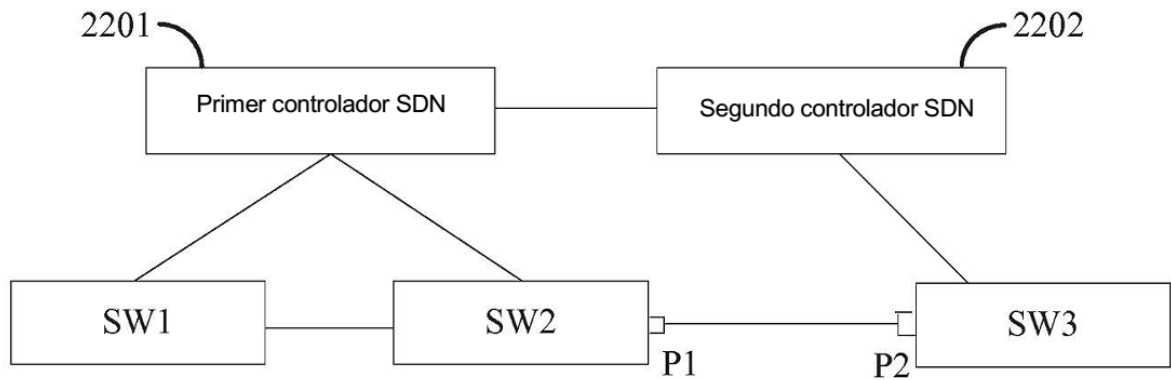


FIG. 22

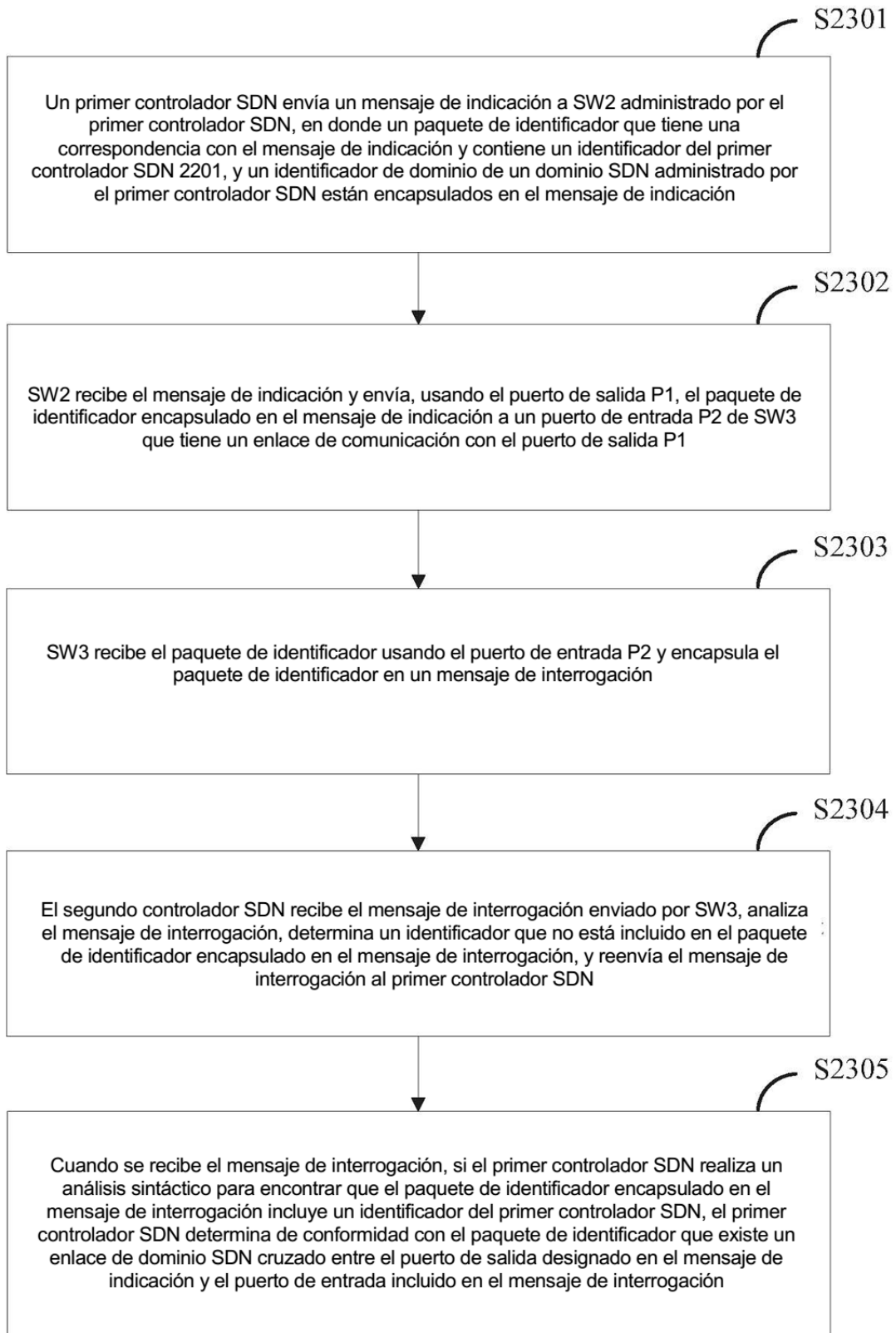


FIG. 23

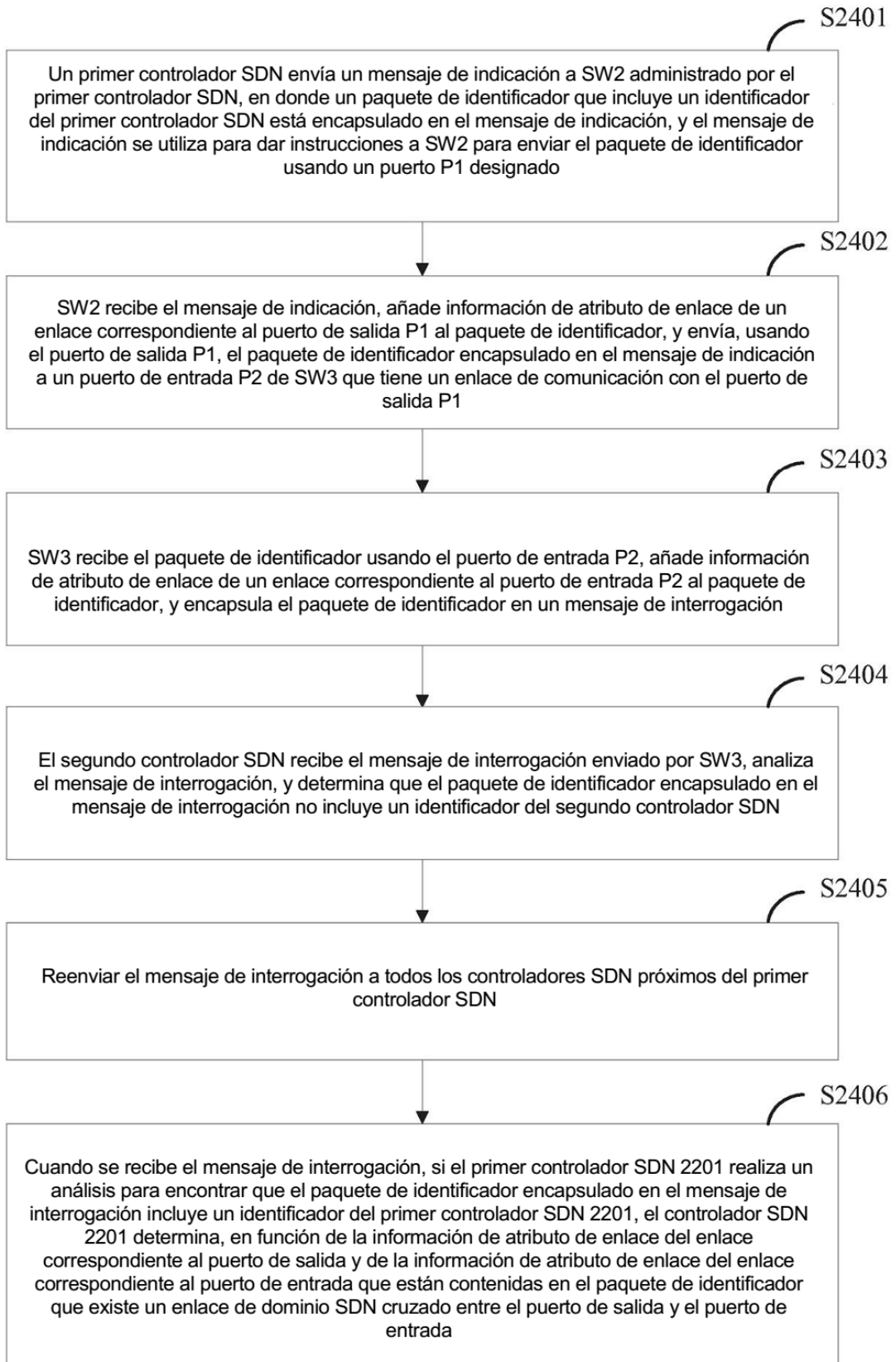


FIG. 24

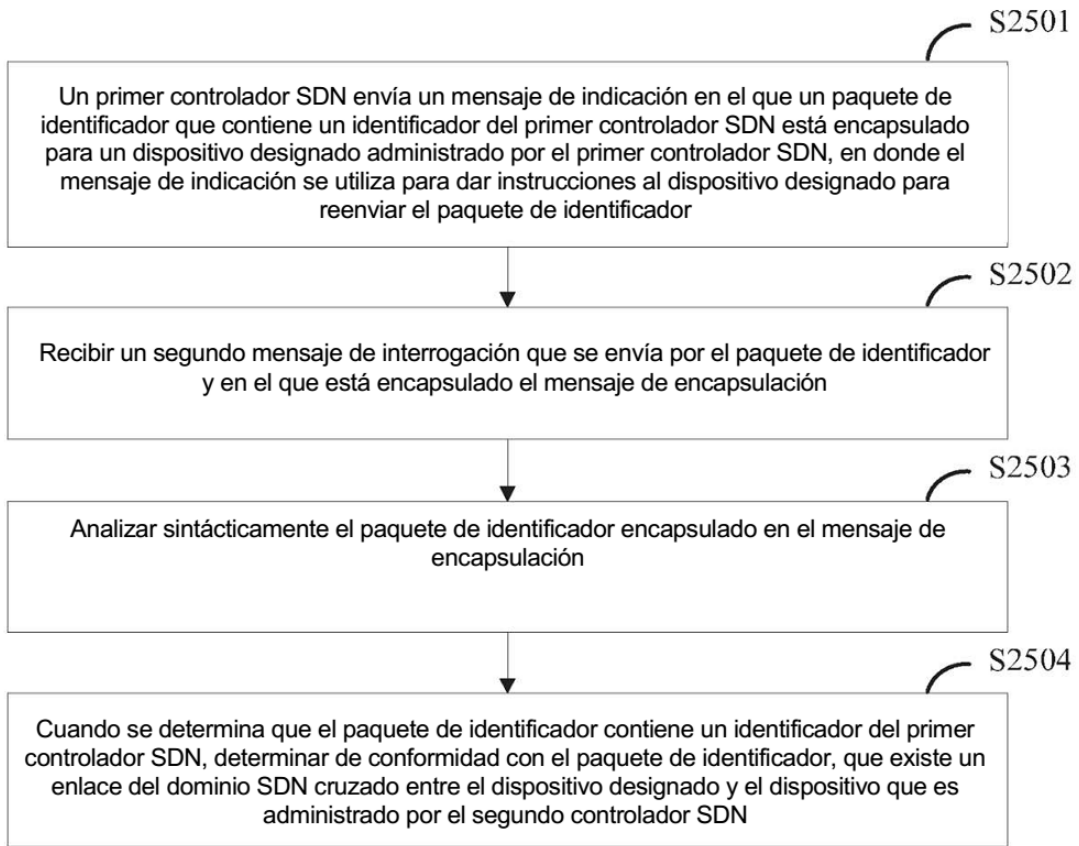


FIG. 25

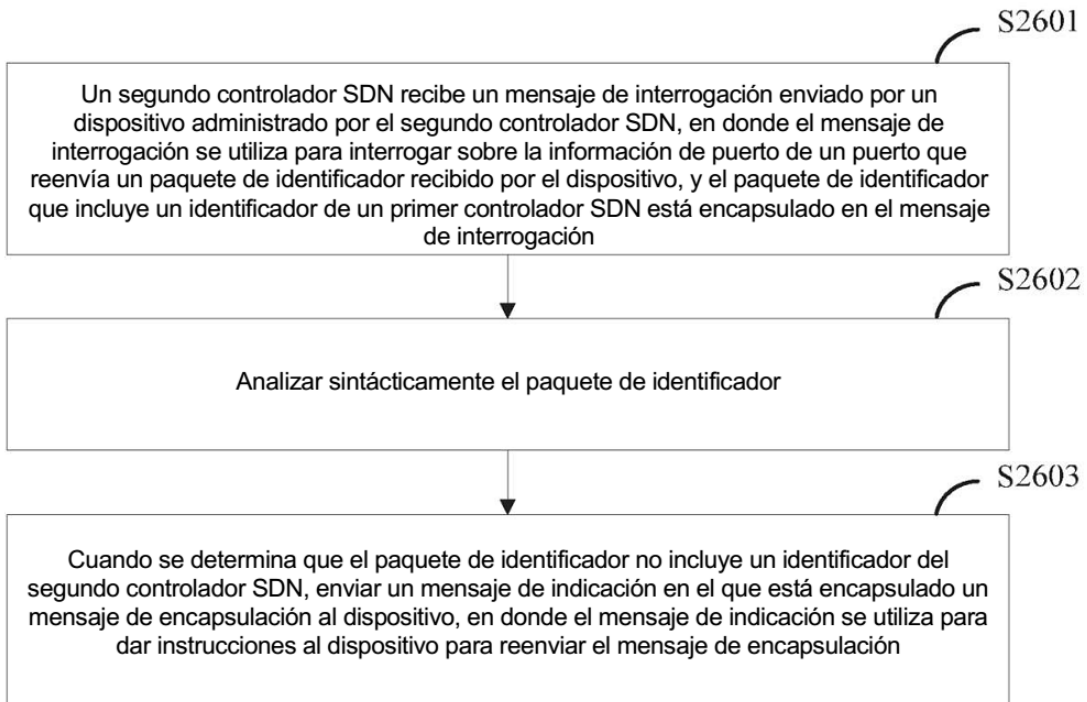


FIG. 26

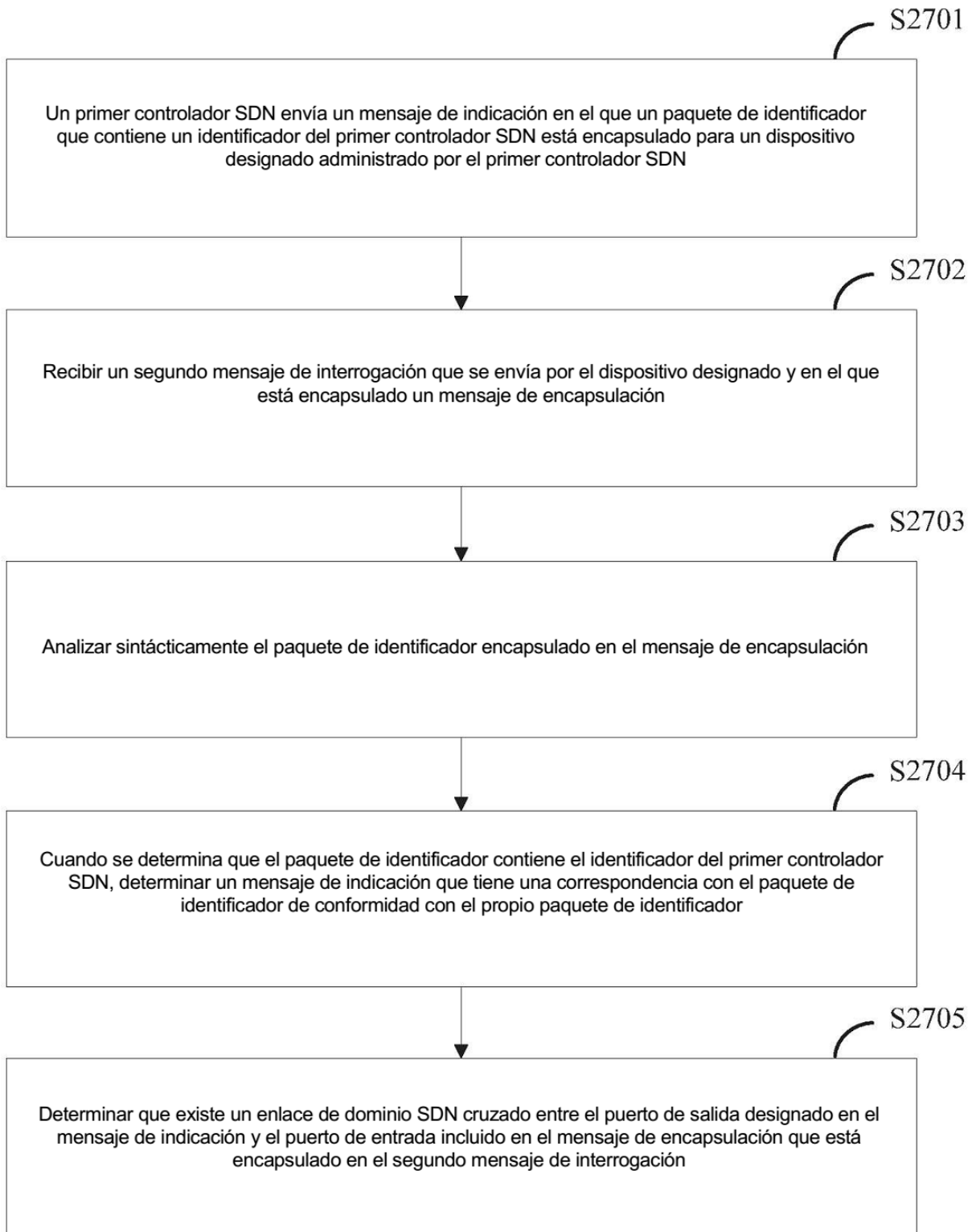


FIG. 27

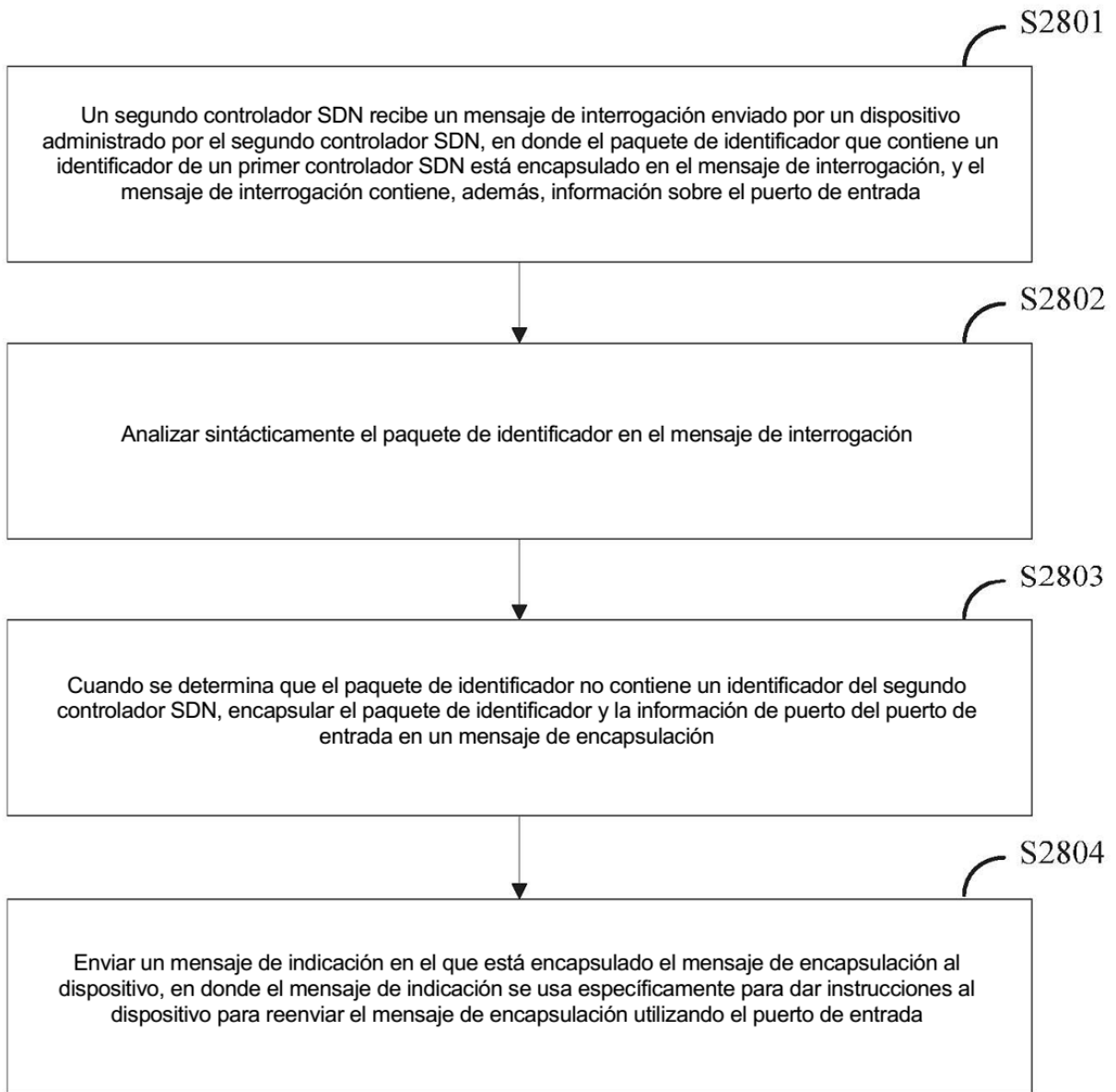


FIG. 28

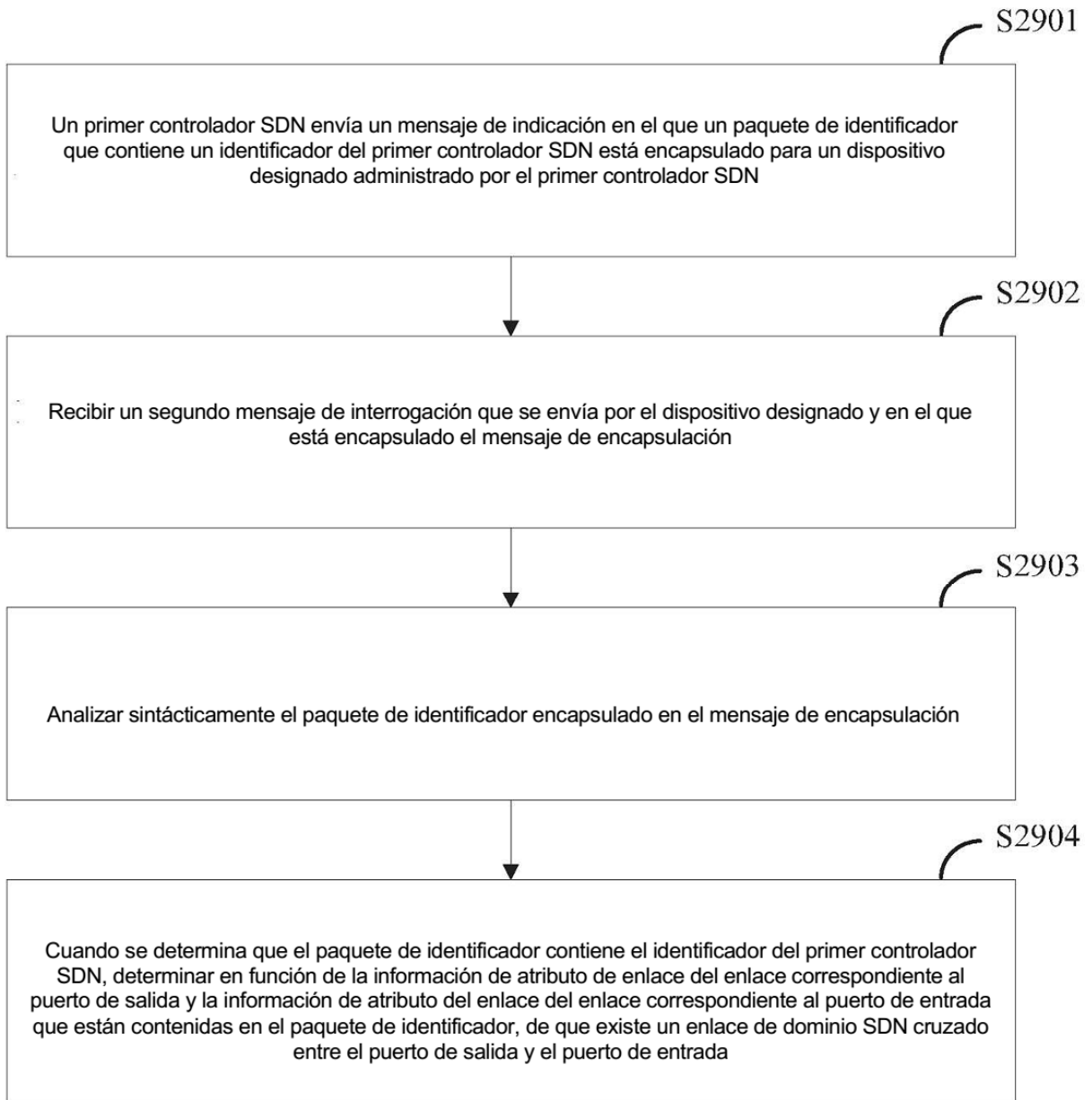


FIG. 29

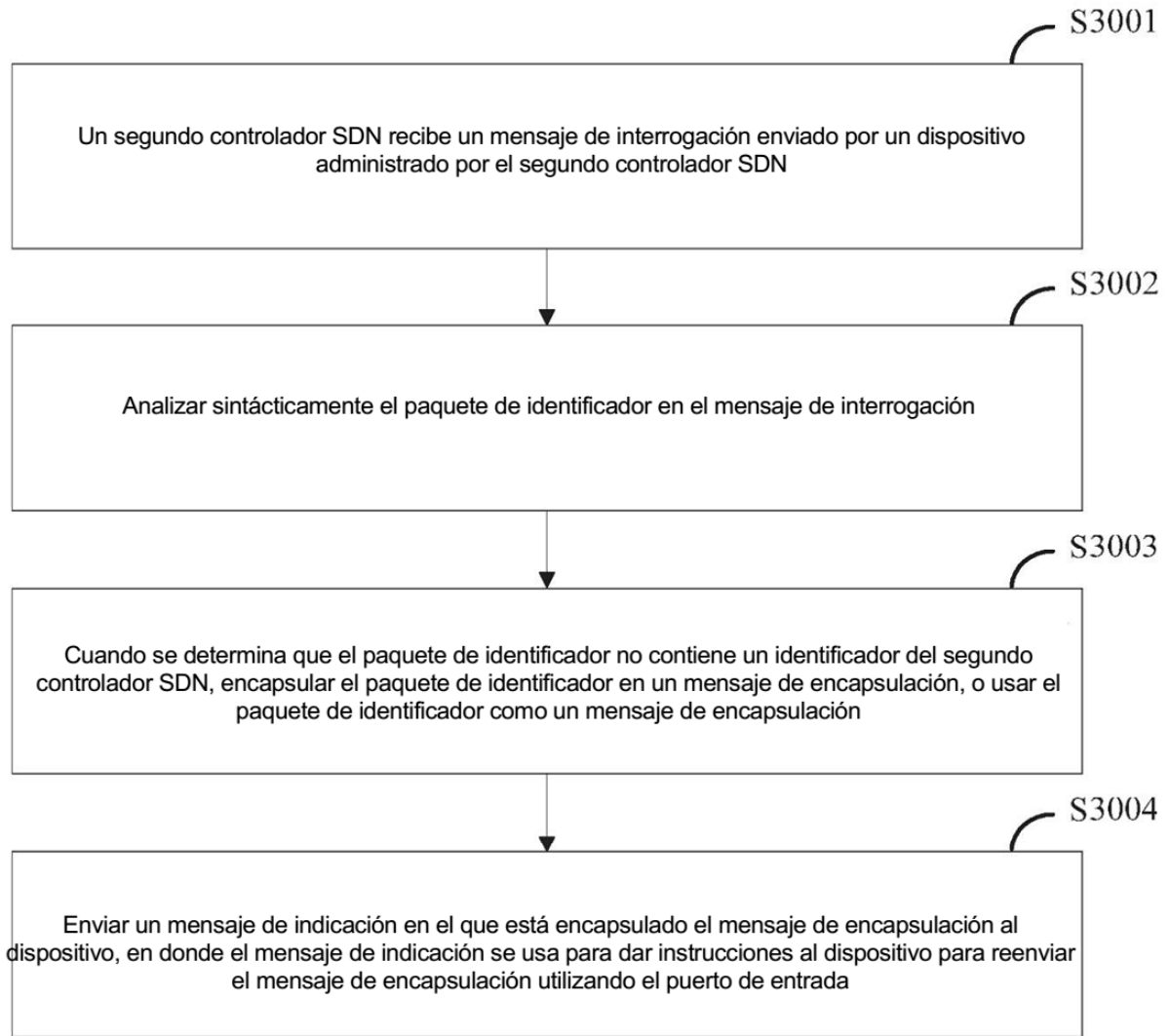


FIG. 30

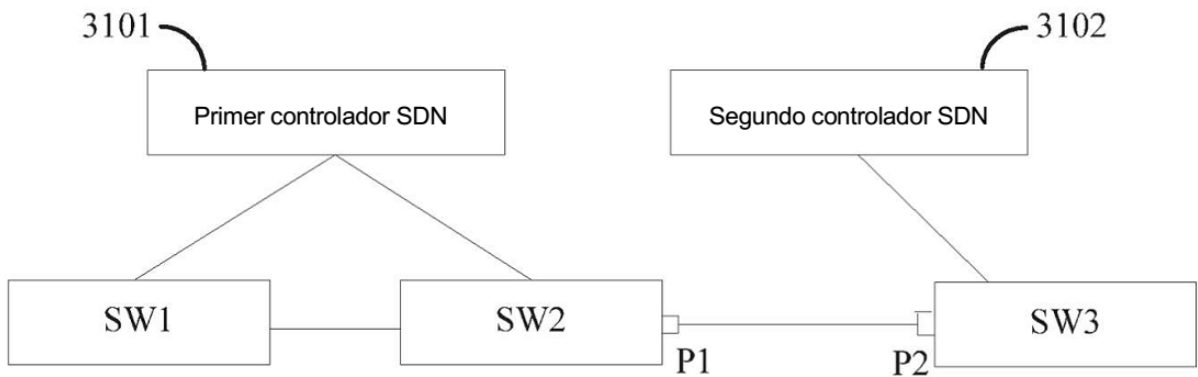


FIG. 31

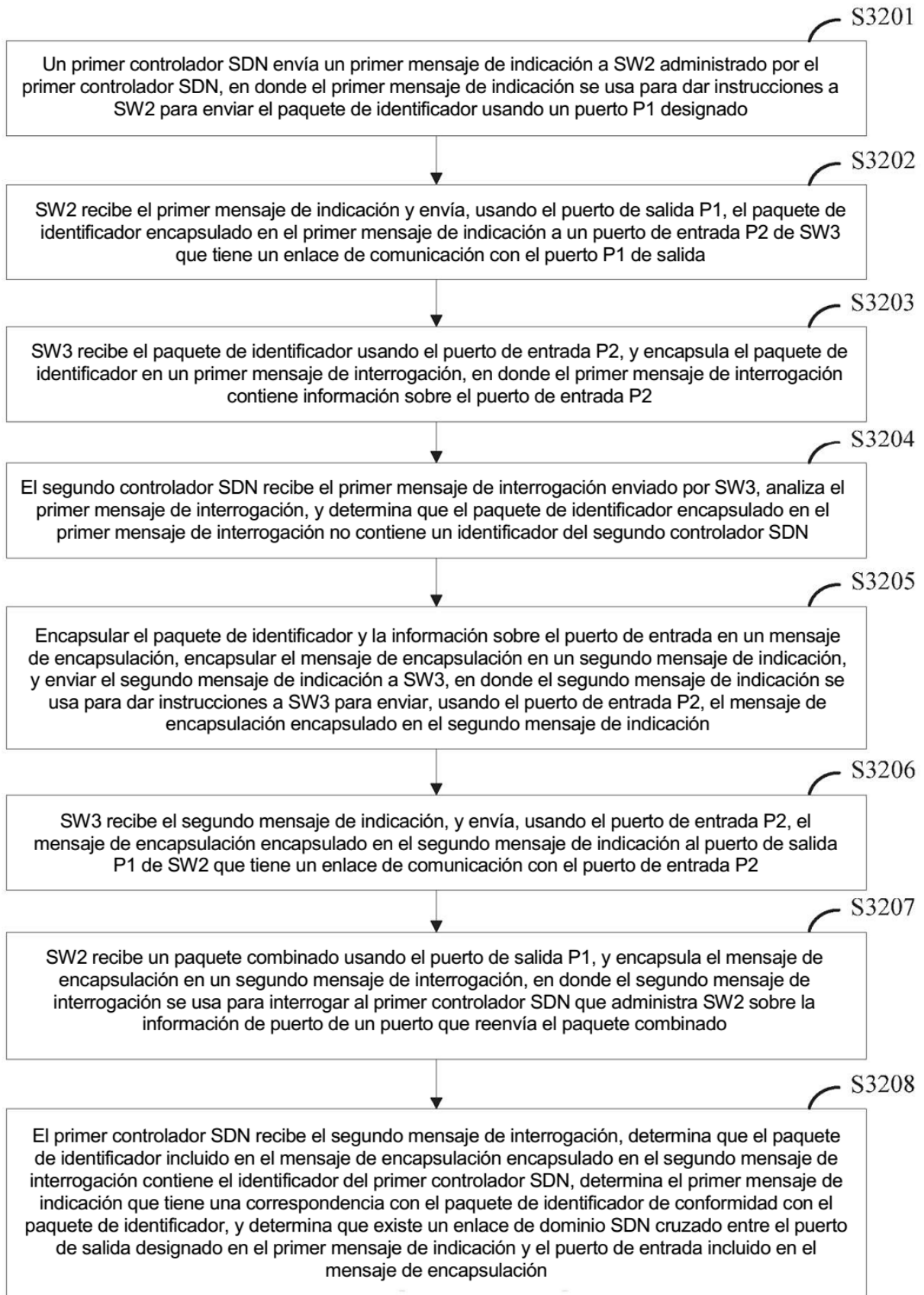


FIG. 32



FIG. 33

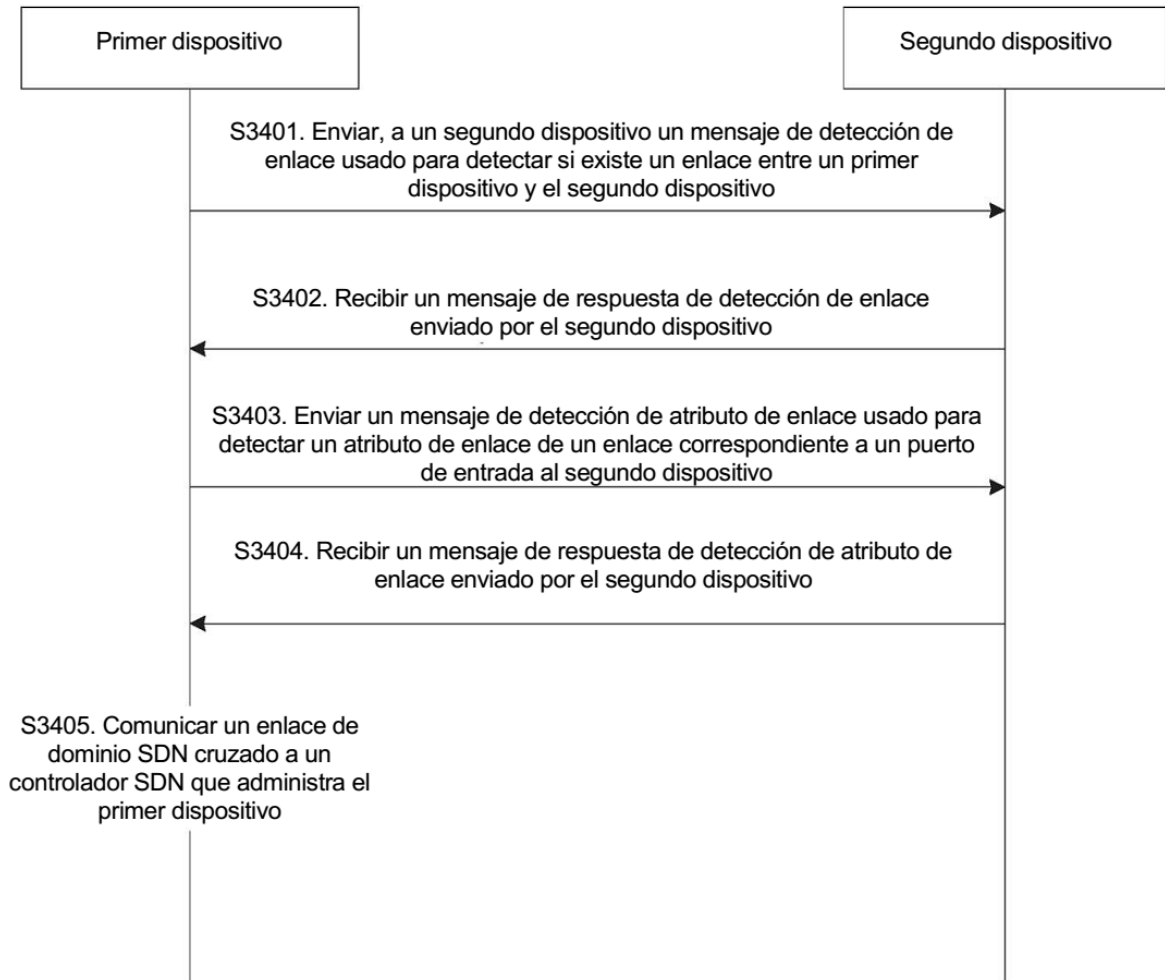


FIG. 34

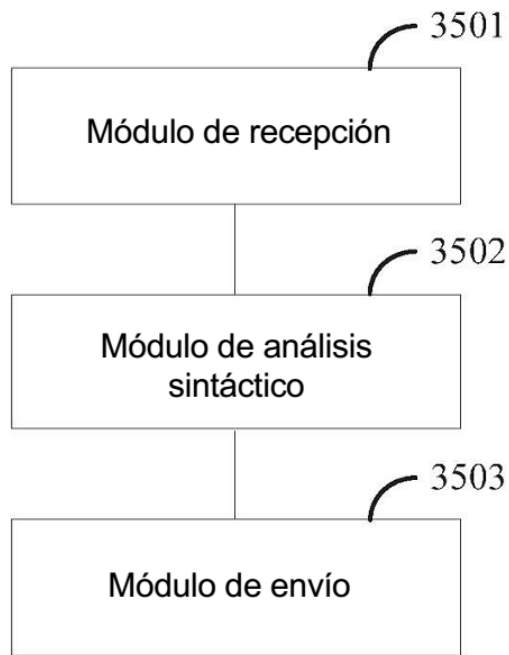


FIG. 35

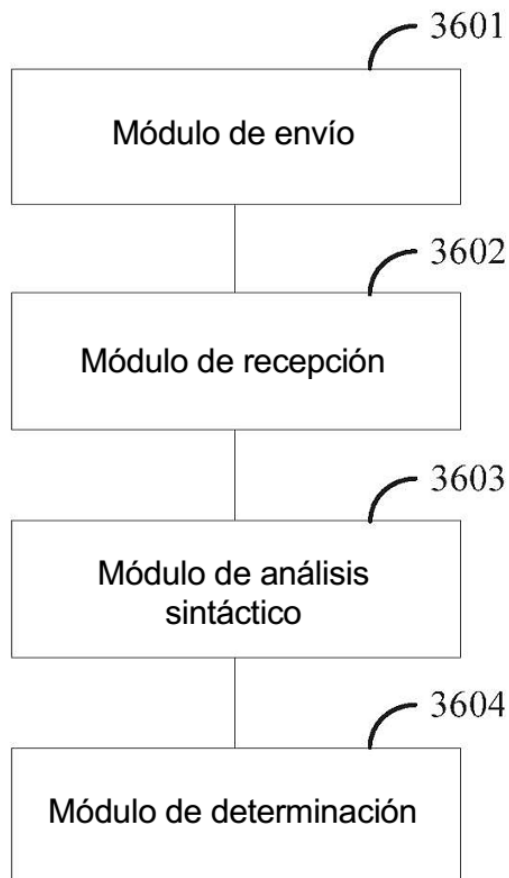


FIG. 36

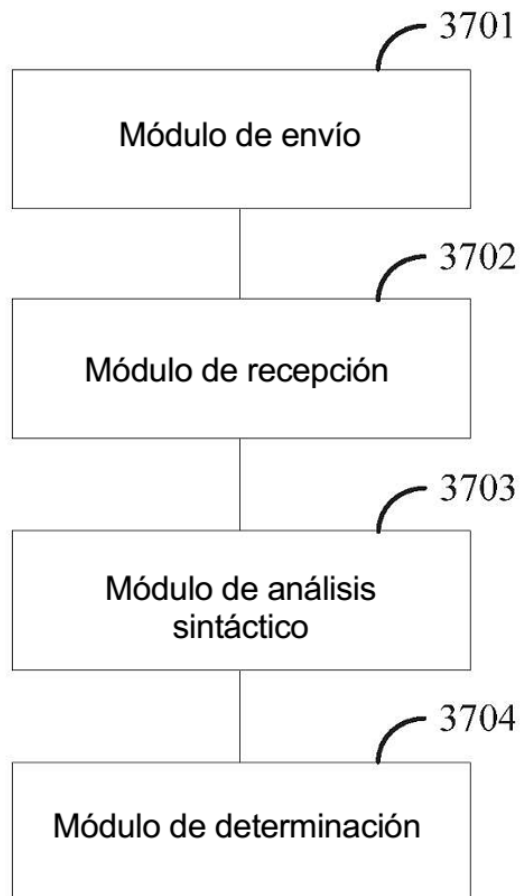


FIG. 37

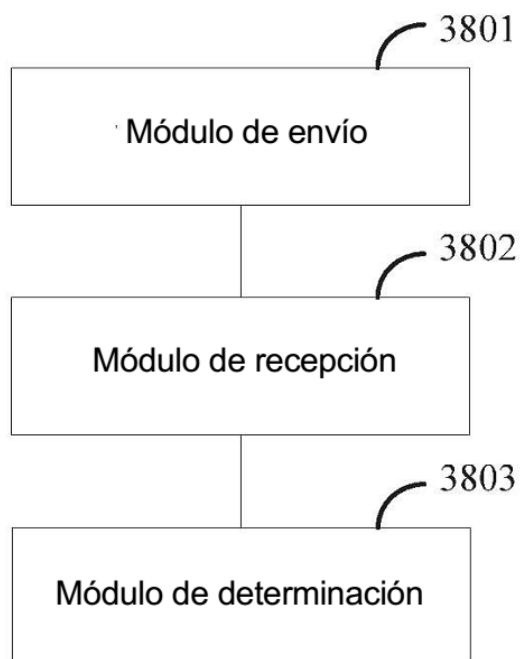


FIG. 38

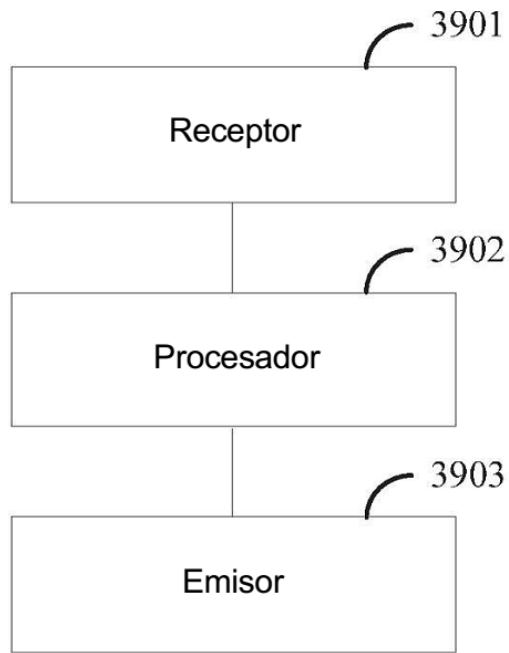


FIG. 39

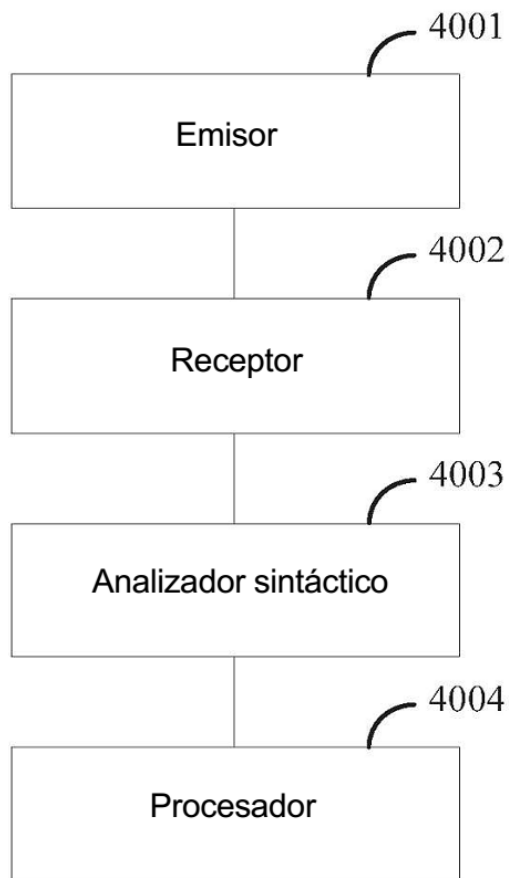


FIG. 40

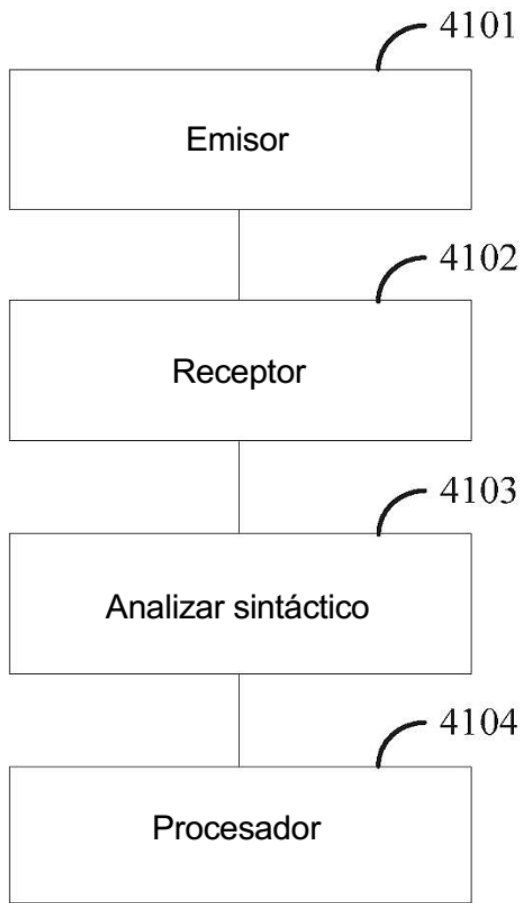


FIG. 41

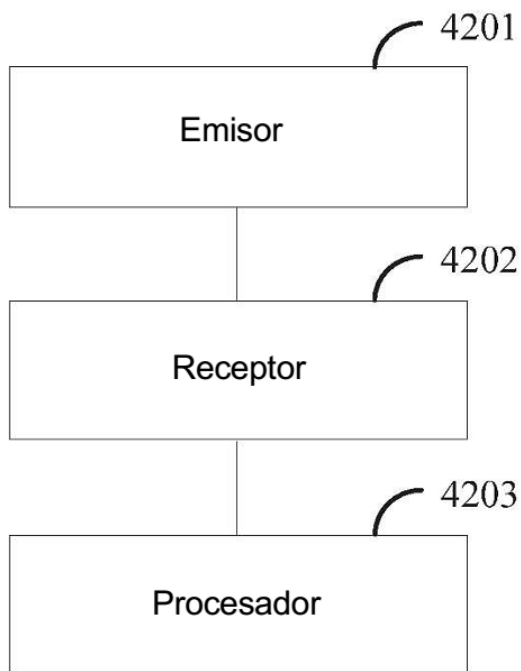


FIG. 42