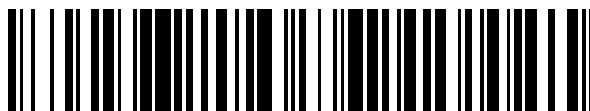


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 413**

51 Int. Cl.:

H04L 12/751 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2016** **E 16180265 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018** **EP 3122004**

54 Título: **Procedimiento, dispositivo y sistema de conmutación de tráfico**

30 Prioridad:

22.07.2015 CN 201510433703

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

06.04.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YAO, ZIYANG y
DONG, FENG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 662 413 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

Procedimiento, dispositivo y sistema de conmutación de tráfico

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de red y, en particular, a un procedimiento, un dispositivo y un sistema de conmutación de tráfico.

10 Antecedentes

La superposición de redes es un patrón de arquitectura popular de conexión en red definida por software (SDN), y puede implementar el desacoplamiento entre un servicio de red y un dispositivo de red física subyacente, creándose de ese modo una red virtual flexible.

15 Para mejorar la fiabilidad de la transmisión de paquetes, los nodos de red en una arquitectura de superposición realiza el reenvío de paquetes usando una multipasarela activa (que comprende múltiples pasarelas que comparten una misma dirección de red), y donde trayectos de reenvío en los que están ubicadas las pasarelas de la multipasarela activa forman un multitrayecto con el mismo coste (ECMP) entre los nodos de red.

20 Cuando una pasarela de la multipasarela activa se reinicia debido a un fallo, para garantizar la coherencia entre entradas ARP, un controlador SDN tiene que enviar a la pasarela defectuosa, por lotes, entradas de protocolo de resolución de direcciones (ARP) del controlador SDN. Sin embargo, en el lento proceso de envío de entradas ARP, un nodo de red en una red sigue seleccionando un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela defectuosa para reenviar el tráfico. En este estado, puesto que la actualización de las entradas ARP en la pasarela defectuosa no ha finalizado, los datos reenviados a la pasarela defectuosa pueden perderse.

25 Una solución a este problema es: antes de que finalice el envío de entradas ARP, establecer que no esté operativa la pasarela defectuosa. Sin embargo, otras funciones de servicio de la pasarela defectuosa se ven seriamente afectadas.

30 El documento EP2849395A1 da a conocer un procedimiento de encaminamiento de un paquete a la pasarela a través de un multitrayecto con mismo coste en una red SDN.

35 Resumen

Las formas de realización de la presente invención proporcionan un procedimiento, un dispositivo y un sistema de conmutación de tráfico que resuelven el problema de que cuando el envío de entradas ARP a una pasarela defectuosa no ha finalizado, el encaminamiento de un paquete a la pasarela a través de un multitrayecto con el mismo coste hace que se pierdan datos. Además, en el proceso de envío de entradas ARP, otras funciones de servicio de la pasarela no se ven afectadas.

Según un primer aspecto, se proporciona un procedimiento de conmutación de tráfico, que incluye:

45 adquirir, mediante un controlador SDN, un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN incluye múltiples pasarelas, donde cada una de las múltiples pasarelas, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red; y

50 enviar, mediante el controlador SDN, una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado, y modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor,

55 donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

60 Con referencia al primer aspecto, en una primera manera de implementación posible, la modificación, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, de un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo pasando de un valor original a un primer valor incluye:

ajustar, mediante el controlador SDN, un valor de un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red y al segundo nodo

de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.

5 Con referencia al primer aspecto o con referencia a la primera manera de implementación posible del primer aspecto, en una segunda manera de implementación posible, el procedimiento incluye además: tras finalizar el proceso de enviar, mediante el controlador SDN, una entrada ARP a la pasarela objetivo, restablecer, mediante el controlador SDN, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original.

10 Con referencia a la segunda manera de implementación posible del primer aspecto, en una tercera manera de implementación posible, el restablecimiento al valor original, mediante el controlador SDN, del valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo incluye:

15 restablecer, mediante el controlador SDN, el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al valor original usando el protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.

25 Con referencia al primer aspecto o con referencia a una cualquiera de la primera a la tercera manera de implementación posible del primer aspecto, en una cuarta manera de implementación posible, el procedimiento incluye además: recibir, mediante el controlador SDN, una solicitud ARP enviada por el primer nodo de red, donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección de control de acceso al medio (MAC) del segundo nodo de red; realizar, mediante el controlador SDN, una detección ARP según la dirección de protocolo de Internet (IP) y la dirección MAC del primer nodo de red transmitidas en la solicitud ARP, y buscar la dirección MAC del segundo nodo de red según la dirección IP del segundo nodo de red transmitida en la solicitud ARP; y entregar, mediante el controlador SDN, una entrada ARP detectada al grupo de pasarelas SDN para actualizar la entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN, y enviar una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.

30 Según un segundo aspecto, se proporciona un dispositivo de red, que incluye:

35 un módulo de adquisición, configurado para adquirir un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN incluye múltiples pasarelas, donde cada una de las múltiples pasarelas, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red;

40 un módulo de envío, configurado para enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado;

45 y un primer módulo de ajuste, configurado para modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

50 Con referencia al segundo aspecto, en una primera manera de implementación posible, el primer módulo de ajuste está configurado específicamente para: ajustar un valor de un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.

60 Con referencia al segundo aspecto o con referencia a la primera manera de implementación posible del segundo aspecto, el dispositivo incluye además: un segundo módulo de ajuste, configurado para: tras finalizar el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo mediante el módulo de envío, restablecer al valor original el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo.

65

Con referencia a la segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, en una tercera manera de implementación posible, el segundo módulo de ajuste está configurado específicamente para: restablecer el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al valor original usando el protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.

Con referencia al segundo aspecto o con referencia a una cualquiera de la primera a la tercera manera de implementación posible del segundo aspecto, en una cuarta manera de implementación posible, el dispositivo incluye además un módulo de actualización ARP configurado para: recibir una solicitud ARP enviada por el primer nodo de red, donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección MAC del segundo nodo de red; realizar una detección ARP según la dirección IP y la dirección MAC del primer nodo de red transmitidas en la solicitud ARP; buscar la dirección MAC del segundo nodo de red según la dirección IP del segundo nodo de red transmitida en la solicitud ARP; entregar una entrada ARP detectada al grupo de pasarelas SDN para actualizar una entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN; y enviar una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.

Según un tercer aspecto, se proporciona un sistema de comunicaciones en red que incluye un controlador SDN, una pasarela objetivo, un grupo de pasarelas SDN, un primer nodo de red y un segundo nodo de red, donde:

el controlador SDN está configurado para adquirir un primer estado de la pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece al grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN incluye múltiples pasarelas, donde cada una de las múltiples pasarelas, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red; y

el controlador SDN está configurado además para enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado, y modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia una trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

Con referencia al tercer aspecto, en una primera manera de implementación posible, el controlador SDN es el dispositivo de red según el segundo aspecto.

En las formas de realización de la presente invención, una pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, y los trayectos de reenvío en los que están ubicadas las pasarelas del grupo de pasarelas SDN forman un multitrayecto con el mismo coste entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red. Tras adquirir un primer estado de la pasarela objetivo, un controlador SDN envía una entrada ARP a la pasarela objetivo, y en el proceso de enviar la entrada ARP, modifica un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo pasando de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original. En las formas de realización de la presente invención, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada una pasarela defectuosa aumenta para reducir la prioridad de ruta del trayecto de reenvío, lo que impide que el tráfico se encamine hacia la pasarela defectuosa a través de un multitrayecto con el mismo coste con el fin de evitar la pérdida de datos. Además, en el proceso de envío de entradas ARP, otras funciones de servicio de la pasarela defectuosa no se ven afectadas.

Breve descripción de los dibujos

Para describir con mayor claridad las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención, a continuación se introducen brevemente los dibujos adjuntos necesarios para describir las formas de realización.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un escenario de aplicación según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo de una primera forma de realización de un procedimiento de conmutación de tráfico según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático del aumento de un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada una pasarela objetivo según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo de una segunda forma de realización de un procedimiento de conmutación de tráfico según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático del restablecimiento de un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada una pasarela objetivo según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 6 es un diagrama estructural esquemático de una primera forma de realización de un dispositivo de red según una forma de realización de la presente invención.

5 La FIG. 7 es un diagrama estructural esquemático de una segunda forma de realización de un dispositivo de red según una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 8 es un diagrama estructural esquemático de una tercera forma de realización de un dispositivo de red según una forma de realización de la presente invención.

10 La FIG. 9 es un diagrama esquemático de un sistema de comunicaciones en red según una forma de realización de la presente invención.

Descripción de formas de realización

15 A continuación se describe con claridad las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos de las formas de realización de la presente invención. Las formas de realización de la presente invención implican varios términos. Para conocer el significado de los términos utilizados en las formas de realización, se hace referencia a la solicitud de comentarios (RFC) 826 (ARP) y RFC2992 (ECMP).

20 Las formas de realización de la presente invención proporcionan un procedimiento, un dispositivo y un sistema de conmutación de tráfico, donde un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada una pasarela defectuosa aumenta para reducir la prioridad de ruta del trayecto de reenvío, lo que impide que el tráfico se encamine hacia la pasarela defectuosa a través de un multitrayecto con el mismo coste con el fin de evitar la pérdida de datos. Además, en el proceso de envío de entradas ARP, otras funciones de servicio de la pasarela defectuosa no se ven afectadas.

25 Para entender mejor las formas de realización de la presente invención, lo expuesto a continuación usa una red de área local extensible virtual (VXLAN), donde VXLAN es una tecnología popular de redes superpuestas usada actualmente, como un ejemplo para describir un escenario de aplicación de las formas de realización de la presente invención.

30 Haciendo referencia a la FIG. 1, la FIG. 1 es un diagrama esquemático de un escenario de aplicación según una forma de realización de la presente invención. En el escenario de aplicación mostrado en la FIG. 1, puntos terminales de túnel VXLAN (VTEP) de un conmutador de interconexión (*spine*) 1 y de un conmutador de interconexión 2 comparten una misma dirección de red (2.2.2.2), de modo que el conmutador de interconexión 1 y el conmutador de interconexión 2 forman una multipasarela activa. En la multipasarela activa, es necesario que las entradas ARP de cada pasarela no varíen en relación con las entradas ARP de otra pasarela.

35 Para aumentar la carga de tráfico de una red y mejorar la fiabilidad y la seguridad de la transmisión, los trayectos de reenvío en los que están ubicadas las pasarelas de la multipasarela activa forman un ECMP entre nodos VTEP (por ejemplo, un VTEP de conmutador de acceso (*leaf*) 1 y un VTEP de conmutador de acceso 2) en una red VXLAN.

40 En una implementación específica, el multitrayecto con el mismo coste se representa usando una tabla de encaminamiento en un dispositivo de red. Por ejemplo, una tabla de encaminamiento de un conmutador de acceso 1 de la FIG. 1 se muestra en la Tabla 1:

45

Tabla 1

Dirección de destino	Siguiente salto	Valor métrico	Interfaz de salida
2.2.2.2	10.1.1.2	0	GE1
2.2.2.2	10.1.2.3	0	GE2
3.3.3.3	10.1.1.2	0	GE1
3.3.3.3	10.1.2.3	0	GE2

Un valor métrico inferior indica una prioridad de ruta superior.

50 La Tabla 1 anterior indica que: hay dos trayectos del mismo coste con una alta prioridad de ruta entre el VTEP:1.1.1.1 y el VTEP:3.3.3.3, en concreto, un trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 1 (siguiente salto: 10.1.1.2) y un trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 2 (siguiente salto: 10.1.2.3); y también hay dos trayectos con el mismo coste entre el VTEP:1.1.1.1 y el VTEP:2.2.2.2, concretamente un trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 1 y un trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 2.

55

Cuando el tráfico se transmite a través de un multitrayecto con el mismo coste, un dispositivo de red (por ejemplo, el conmutador de acceso 1) distribuye normalmente la carga de tráfico en cada trayecto con el mismo coste usando un

algoritmo de distribución de tráfico ECMP (por ejemplo, un algoritmo *hash*), con el fin de reducir la congestión de red y utilizar totalmente el ancho de banda de enlace.

5 En una aplicación real, en el escenario de aplicación mostrado en la FIG. 1, el VTEP se usa para encapsular y desencapsular paquetes VXLAN, y la multipasarela activa no solo tiene la función del VTEP, sino también se encarga de reenviar un paquete según una entrada ARP. Sin embargo, cuando una pasarela de la multipasarela activa está defectuosa (lo que da como resultado la pérdida de una entrada ARP en la pasarela), es probable que un paquete encaminado hacia la pasarela defectuosa usando el algoritmo de distribución de tráfico ECMP se pierda.

10 Una solución para resolver el problema de la pérdida de paquetes es: antes de que finalice un proceso de envío de una entrada ARP a una pasarela defectuosa mediante un controlador SDN, establecer que la pasarela defectuosa no esté operativa. Sin embargo, otras funciones de servicio de la pasarela defectuosa se ven seriamente afectadas.

15 En vista de las desventajas del escenario de aplicación mostrado en la FIG. 1, las formas de realización de la presente invención dan a conocer un procedimiento, un dispositivo y un sistema de conmutación de tráfico, donde un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada una pasarela defectuosa aumenta para reducir la prioridad de ruta del trayecto de reenvío, lo que impide que el tráfico se encamine hacia la pasarela defectuosa a través de un multitrayecto con el mismo coste con el fin de evitar la pérdida de datos. Además, en el proceso de envío de entradas ARP, otras funciones de servicio de la pasarela defectuosa no se ven afectadas. A continuación se proporcionan, por separado, descripciones detalladas.

Haciendo referencia a la FIG. 2, la FIG. 2 es un diagrama de flujo de una primera forma de realización de un procedimiento de conmutación de tráfico según una forma de realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 2, el procedimiento incluye:

25 S101: Un controlador SDN adquiere un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN incluye múltiples pasarelas, donde cada pasarela, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y los múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red.

30 En esta forma de realización, el grupo de pasarelas SDN puede ser equivalente a la multipasarela activa de la FIG. 1. El primer nodo de red y el segundo nodo de red pueden ser dos nodos de red cualesquiera de nodos de red vecinos de la multipasarela activa.

35 En esta forma de realización, el primer estado puede ser: un estado en el que la pasarela objetivo se reinicia debido a un fallo. Generalmente, el reinicio de un dispositivo de red da como resultado que se pierda una entrada ARP almacenada en el mismo o da como resultado que una entrada ARP almacenada no se considere fiable. En este caso, el dispositivo de red tiene que actualizar la entrada ARP. Por lo tanto, el primer estado puede usarse para indicar que hay que actualizar una entrada ARP de la pasarela objetivo. Debe observarse que el primer estado también puede ser otro estado anómalo que dé lugar a la necesidad de actualizar una entrada ARP en la pasarela objetivo, lo cual no está limitado en el presente documento.

40 En lo que respecta a las definiciones de la entrada ARP y de otros términos relacionados con ARP, se hace referencia a la solicitud de comentarios RFC826, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

45 En una implementación específica, el primer estado puede enviarse por la pasarela objetivo al controlador SDN. Como alternativa, el primer estado puede obtenerse mediante el controlador SDN mediante una consulta (sondeo) activa. Una manera de adquirir el primer estado no está limitada en esta forma de realización.

50 Debe observarse que una cantidad de pasarelas de la multipasarela activa puede determinarse mediante una configuración de red, lo cual no está limitado en el presente documento.

55 S103: El controlador SDN envía una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado, y modifica, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

60 En esta forma de realización, el dispositivo de red puede mantener un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado y transmitir el parámetro de métrica de encaminamiento a un nodo vecino del dispositivo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el nodo vecino del

dispositivo de red ajusta, en una tabla de encaminamiento local, un valor métrico de un trayecto en el que está ubicado el dispositivo de red a un valor del parámetro de métrica de encaminamiento.

- 5 En una implementación específica, en el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo, el controlador SDN puede ajustar un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, tal como el protocolo de configuración de red (NETCONF) basado en el lenguaje de marcas extensible (XML), con el fin de hacer que la pasarela objetivo o el protocolo de dirección de red simple (SNMP) transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el
- 10 protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.
- 15 En esta forma de realización, el protocolo de encaminamiento prefijado puede ser el protocolo de pasarela frontera (BGP), o puede ser el protocolo de trayecto abierto más corto primero (OSPF), o puede ser otro protocolo de encaminamiento, lo cual no está limitado en el presente documento.

20 A continuación se usa el protocolo BGP como un ejemplo para proporcionar una descripción con referencia a la FIG. 3. En esta forma de realización de la presente invención, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo puede aumentar realizando las siguientes etapas:

- 25 1. Un controlador SDN ajusta un valor de un parámetro de métrica de encaminamiento (por ejemplo, MED BGP) del protocolo BGP en una pasarela objetivo (conmutador de interconexión 1) al primer valor. Por ejemplo, el primer valor puede tomar el valor 10 como valor métrico máximo.
- 30 2. La pasarela objetivo transmite una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor (es decir, una correspondencia entre el MED y 10, por ejemplo, MED=10 o MED:10) a un primer nodo de red (un VTEP de conmutador de acceso 1) y un segundo nodo de red (un VTEP de conmutador de acceso 2) usando el protocolo BGP.
3. El primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.

35 Después del proceso anterior, una tabla de encaminamiento del conmutador de acceso 1 se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2

Dirección de destino	Siguiente salto	Valor métrico	Interfaz de salida
2.2.2.2	10.1.1.2	10	GE1
2.2.2.2	10.1.2.3	0	GE2
3.3.3.3	10.1.1.2	10	GE1
3.3.3.3	10.1.2.3	0	GE2

40 Según un protocolo de encaminamiento, durante la transmisión de tráfico, el tráfico se transmite de manera preferente a través de un trayecto con una alta prioridad de ruta. Puede entenderse que el conmutador de acceso 1 puede optar preferentemente por enviar tráfico al VTEP del conmutador de acceso 2 usando el conmutador de interconexión 2 (siguiente salto: 10.1.2.3) según la tabla de encaminamiento mostrada en la Tabla 2, evitándose así la pérdida de datos que se produce cuando el conmutador de acceso 1 realiza una transmisión de tráfico usando un conmutador de interconexión 1 (siguiente salto: 10.1.1.2).

45 Opcionalmente, el controlador SDN puede encapsular entradas ARP en paquetes de flujo abierto y, posteriormente, entregar los paquetes de flujo abierto en lotes a la pasarela objetivo.

50 Además, puesto que el estado de la red es dinámico, por ejemplo se añade un dispositivo de red o se modifica una dirección IP de un puerto de comunicaciones en un dispositivo de red, también es necesario actualizar dinámicamente una entrada ARP en el controlador SDN, y es necesario enviar la entrada ARP actualizada a la multipasarela activa. En una implementación específica, después de establecerse la red VXLAN mostrada en la FIG. 1, el controlador SDN puede actualizar una entrada ARP en la multipasarela activa usando un proceso de procesamiento ARP centralizado.

55 A continuación se describe el proceso de procesamiento ARP centralizado con referencia a la FIG. 1 (suponiendo que un VTEP del conmutador de acceso 3 es un nodo de red recién añadido):

1. Un controlador SDN recibe una solicitud ARP enviada por un primer nodo de red (el VTEP del conmutador de acceso 3), donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección MAC de un segundo nodo de red (el VTEP del conmutador de acceso 1).

2. El controlador SDN realiza una detección ARP según la dirección IP y la dirección MAC del primer nodo de red (el VTEP del conmutador de acceso 3) transportadas en la solicitud ARP, y busca la dirección MAC del segundo nodo de red según la dirección IP del segundo nodo de red transportada en la solicitud ARP.

3. El controlador SDN entrega una entrada ARP detectada a la multipasarela activa para actualizar una entrada ARP en la multipasarela activa, y envía una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.

Puede entenderse que la entrada ARP detectada por el controlador SDN a través del proceso anterior incluye la dirección IP y la dirección MAC del VTEP del conmutador de acceso 3. El controlador SDN entrega la entrada ARP detectada a la multipasarela activa, de manera que la entrada ARP de la multipasarela activa puede actualizarse. De esta manera, la entrada ARP de la multipasarela activa es la misma que la entrada ARP en el controlador SDN.

Durante la implementación de esta forma de realización de la presente invención, después de que el controlador SDN adquiera el primer estado (una entrada ARP de la pasarela objetivo tiene que actualizarse) de la pasarela objetivo en S101, el controlador SDN puede aumentar el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo y enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo en S103, evitándose así la pérdida de datos que se produce cuando el tráfico se encamina hacia la pasarela objetivo a través de un multitrayecto con el mismo coste en un proceso de envío de entrada ARP.

Haciendo referencia a la FIG. 4, la FIG. 4 es un diagrama de flujo de una segunda forma de realización de un procedimiento de conmutación de tráfico según una forma de realización de la presente invención. Según la forma de realización de la FIG. 4, después de que finalice un proceso de envío de una entrada ARP a una pasarela defectuosa (es decir, la pasarela objetivo), un controlador SDN restablece un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela defectuosa a un valor original, de manera que el trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela defectuosa de una multipasarela activa se restablece a un trayecto de un multitrayecto con el mismo coste, por lo que se utiliza de manera eficaz el ancho de banda de enlace y se reduce la congestión de red. El procedimiento mostrado en la FIG. 4 es una mejora del procedimiento mostrado en la FIG. 2. En cuanto al contenido que no se menciona en la forma de realización correspondiente a la FIG. 4, se hace referencia a la descripción de la forma de realización correspondiente a la FIG. 2. Haciendo referencia a la FIG. 4, el procedimiento incluye:

S201: Un controlador SDN adquiere un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN incluye múltiples pasarelas, donde cada pasarela, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y los múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red.

Específicamente, se hace referencia a la etapa S101 de la forma de realización de la FIG. 2, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

S203: El controlador SDN envía una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado, y modifica, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

Específicamente, se hace referencia a la etapa S103 de la forma de realización de la FIG. 2, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

S205: Después de que finalice el proceso de enviar, mediante el controlador SDN, una entrada ARP a la pasarela objetivo, el controlador SDN restablece el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original.

En una implementación específica, el controlador SDN puede restablecer al valor original el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo usando el protocolo de configuración de red prefijado, tal como el NETCONF basado en XML o el SNMP, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico

del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.

A continuación se usa el protocolo BGP como un ejemplo para proporcionar una descripción con referencia a la FIG. 5. En esta forma de realización de la presente invención, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo puede restablecerse realizando las siguientes etapas:

1. Un controlador SDN restablece un valor de un parámetro de métrica de encaminamiento (MED BGP) del protocolo BGP en una pasarela objetivo (conmutador de interconexión 1) al valor original. Por ejemplo, el valor original puede tomar el valor 0 como valor métrico mínimo.
2. La pasarela objetivo transmite una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original (es decir, una correspondencia entre el MED y 0, por ejemplo, MED=0 o MED:0) a un primer nodo de red (un VTEP de conmutador de acceso 1) y un segundo nodo de red (un VTEP de conmutador de acceso 2) usando el protocolo BGP.
3. El primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.

Después del proceso anterior, una tabla de encaminamiento del conmutador de acceso 1 se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3

Dirección de destino	Siguiente salto	Valor métrico	Interfaz de salida
2.2.2.2	10.1.1.2	0	GE1
2.2.2.2	10.1.2.3	0	GE2
3.3.3.3	10.1.1.2	0	GE1
3.3.3.3	10.1.2.3	0	GE2

A partir de la Tabla 3 puede observarse que una prioridad de ruta del trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 1 (siguiente salto: 10.1.1.2) se restablece a una alta prioridad, que es la misma que una prioridad de ruta de un trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 2 (siguiente salto: 10.1.2.3). Es decir, el trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 1 y el trayecto de reenvío en el que está ubicado el conmutador de interconexión 2 se restablecen a dos trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red (el VTEP del conmutador de acceso 1) y el segundo nodo de red (el VTEP del conmutador de acceso 2), por lo que se utiliza de manera eficaz el ancho de banda de enlace y se reduce la congestión de red.

Durante la implementación de esta forma de realización de la presente invención, en el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo, el controlador SDN ajusta el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo a un alto valor métrico con el fin de reducir la prioridad de ruta del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo, por lo que se evita la pérdida de datos que se produce cuando se transmite tráfico a través de la pasarela objetivo. Tras finalizar el envío de entrada ARP, el controlador SDN puede restablecer el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo, de manera que el trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo se restablece a un trayecto del multitrayecto con el mismo coste, por lo que se utiliza de manera eficaz el ancho de banda de enlace y se reduce la congestión de red.

Haciendo referencia a la FIG. 6, la FIG. 6 es un diagrama estructural esquemático de una primera forma de realización de un dispositivo de red según una forma de realización de la presente invención. Un dispositivo de red 60 mostrado en la FIG. 6 puede incluir: un módulo de adquisición 601, un módulo de envío 603 y un primer módulo de ajuste 605. El dispositivo de red 60 puede configurarse para realizar el procedimiento mostrado en la FIG. 2 o la FIG. 4. En cuanto al contenido que no se menciona en la forma de realización mostrada en la FIG. 6, se hace referencia a la descripción de la forma de realización que corresponde respectivamente a la FIG. 2 o la FIG. 4.

El módulo de adquisición 601 está configurado para adquirir un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP de la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN incluye múltiples pasarelas, donde cada pasarela, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red.

El módulo de envío 603 está configurado para enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado adquirido por el módulo de adquisición 601.

El primer módulo de ajuste 605 está configurado para modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

En esta forma de realización, el grupo de pasarelas SDN puede ser equivalente a la multipasarela activa de la FIG. 1. El primer nodo de red y el segundo nodo de red pueden ser dos nodos de red cualesquiera de nodos de red vecinos de la multipasarela activa.

En esta forma de realización, el primer estado puede ser: un estado en el que la pasarela objetivo se reinicia debido a un fallo. Generalmente, el reinicio de un dispositivo de red da como resultado la pérdida de una entrada ARP almacenada en el mismo. Por lo tanto, el primer estado puede usarse para indicar que es necesario actualizar una entrada ARP de la pasarela objetivo. Debe observarse que el primer estado también puede ser otro estado anómalo que dé lugar a la necesidad de actualizar una entrada ARP de la pasarela objetivo, lo cual no está limitado en el presente documento.

En esta forma de realización, el primer estado adquirido por el módulo de adquisición 601 puede ser un estado enviado por la pasarela objetivo al dispositivo de red 60, o puede ser un estado obtenido por el módulo de adquisición 601 mediante una consulta (sondeo) activa. Una manera de adquirir el primer estado mediante el módulo de adquisición 601 no está limitada en esta forma de realización.

En una implementación específica, en el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo mediante el módulo de envío 603, el primer módulo de ajuste 605 puede estar configurado específicamente para: ajustar un valor de un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, tal como el protocolo NETCONF basado en XML o el SNMP, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.

Es decir, en el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo mediante el módulo de envío 603, el primer módulo de ajuste 605 puede ajustar el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo a un alto valor métrico, de manera que se reduce la prioridad de ruta del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo, por lo que se evita la pérdida de datos que se produce cuando se transmite tráfico a través de la pasarela objetivo.

Opcionalmente, el módulo de envío 603 puede encapsular entradas ARP en paquetes de flujo abierto y, posteriormente, entregar los paquetes de flujo abierto en lotes a la pasarela objetivo.

Puede entenderse que puesto que el estado de la red es dinámico, por ejemplo se añade un dispositivo de red o se modifica una dirección IP de un puerto de comunicaciones en un dispositivo de red, también es necesario actualizar dinámicamente una entrada ARP en el dispositivo de red 60, y es necesario enviar la entrada ARP actualizada a la multipasarela activa.

Además del módulo de adquisición 601, del módulo de envío 603 y del primer módulo de ajuste 605, el dispositivo de red 60 puede incluir también un módulo de actualización ARP. El módulo de actualización ARP puede estar configurado para: recibir una solicitud ARP enviada por el primer nodo de red, donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección MAC del segundo nodo de red; realizar una detección ARP según la dirección IP y la dirección MAC del primer nodo de red transmitidas en la solicitud ARP; buscar la dirección MAC del segundo nodo de red según la dirección IP del segundo nodo de red transmitida en la solicitud ARP; entregar una entrada ARP detectada al grupo de pasarelas SDN para actualizar una entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN; y enviar una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.

Puede entenderse que la anterior entrada ARP detectada puede incluir: la dirección IP y la dirección MAC del primer nodo de red. El módulo de actualización ARP entrega la anterior entrada ARP detectada a la multipasarela activa, de manera que la entrada ARP de la multipasarela activa es la misma que la entrada ARP del dispositivo de red 60.

Como se muestra en la FIG. 7, además del módulo de adquisición 601, del módulo de envío 603 y del primer módulo de ajuste 605, el dispositivo de red 60 puede incluir también un segundo módulo de ajuste 607, donde

el segundo módulo de ajuste 607 está configurado para: tras finalizar el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo mediante el módulo de envío 603, restablecer el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original.

En una implementación específica, tras finalizar el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo mediante el módulo de envío 603, el segundo módulo de ajuste 607 puede restablecer el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al valor original usando el protocolo de configuración de red prefijado, tal como el protocolo NETCONF basado en XML o el SNMP, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.

Es decir, después de que el módulo de envío 603 envíe la entrada ARP, el segundo módulo de ajuste 607 puede restablecer el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo, de manera que el trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo se restablece a un trayecto de los múltiples trayectos con el mismo coste, por lo que se utiliza de manera eficaz el ancho de banda de enlace y se reduce la congestión de red.

Cabe señalar que las funciones de los módulos funcionales del dispositivo de red 60 pueden implementarse específicamente según los procedimientos de las formas de realización de procedimiento que corresponden respectivamente a la FIG. 2 y la FIG. 4, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

Haciendo referencia a la FIG. 8, la FIG. 8 es un diagrama estructural esquemático de una tercera forma de realización de un dispositivo de red según una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 8, un dispositivo de red 80 puede incluir: un aparato de entrada 803, un aparato de salida 804, un transceptor 805, una memoria 802 y un procesador 801 acoplado a la memoria 802 (puede haber uno o más procesadores 801 en el dispositivo de red 80, y en la FIG. 8 se usa un procesador como ejemplo). En algunas formas de realización de la presente invención, el aparato de entrada 803, el aparato de salida 804, el transceptor 805, la memoria 802 y el procesador 801 pueden estar conectados mediante un bus o de otra manera, y en la FIG. 8 se usa un ejemplo en el que la conexión está implementada mediante un bus.

El aparato de entrada 803 está configurado para recibir datos de entrada externos. En una implementación específica, el aparato de entrada 803 puede incluir un teclado, un ratón, un aparato de entrada fotoeléctrico, un aparato de entrada de sonido, un aparato de entrada táctil, un escáner y similares. El aparato de salida 804 está configurado para proporcionar datos al exterior. En una implementación específica, el aparato de salida 804 puede incluir un dispositivo de visualización, un altavoz, una impresora y similares. El transceptor 805 está configurado para enviar datos a otro dispositivo o para recibir datos desde otro dispositivo. En una implementación específica, el transceptor 805 puede incluir un componente de transceptor, tal como un módulo transceptor inalámbrico o un módulo transceptor cableado. La memoria 802 está configurada para almacenar código de programa. El procesador 801 está configurado para invocar el código de programa almacenado en la memoria para realizar las siguientes etapas:

adquirir, mediante el transceptor 805, un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN incluye múltiples pasarelas, donde cada pasarela, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red; y enviar, mediante el transceptor 805, una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado, y modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

En una implementación específica, en el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo, el procesador 801 puede ajustar un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, tal como el protocolo NETCONF basado en XML o el SNMP, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.

Opcionalmente, el procesador 801 puede encapsular entradas ARP en paquetes de flujo abierto y, posteriormente, el transceptor 805 entrega los paquetes de flujo abierto en lotes a la pasarela objetivo.

- Además, puesto que el estado de la red es dinámico, por ejemplo se añade un dispositivo de red o se modifica una dirección IP de un puerto de comunicaciones en el dispositivo de red, el procesador 801 tiene que actualizar una entrada ARP en el dispositivo de red 80 y enviar la entrada ARP actualizada a una multipasarela activa. En una implementación específica, después de establecerse la red VXLAN mostrada en la FIG. 1, el procesador 801 puede actualizar una entrada ARP en la multipasarela activa usando un proceso de procesamiento ARP centralizado.
- El proceso de procesamiento ARP centralizado puede incluir: El procesador 801 recibe, usando el transceptor 805, una solicitud ARP enviada por el primer nodo de red, donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección MAC del segundo nodo de red; el procesador 801 realiza una detección ARP según la dirección IP y la dirección MAC del primer nodo de red transmitidas en la solicitud ARP y busca la dirección MAC del segundo nodo de red según la dirección IP del segundo nodo de red transmitida en la solicitud ARP; después, el procesador 801 entrega una entrada ARP detectada al grupo de pasarelas SDN usando el transceptor 805 para actualizar una entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN y envía una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red usando el transceptor 805, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.
- Puede entenderse que la anterior entrada ARP detectada incluye la dirección IP y la dirección MAC de un VTEP de conmutador de acceso 3. El procesador 801 entrega la anterior entrada ARP detectada a la multipasarela activa, de manera que la entrada ARP de la multipasarela activa puede actualizarse. De esta manera, la entrada ARP de la multipasarela activa es la misma que la entrada ARP del dispositivo de red 80.
- Además, tras finalizar el proceso de envío de una entrada ARP a una pasarela defectuosa (es decir, la pasarela objetivo), el procesador 801 puede restablecer el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela defectuosa al valor original, de manera que el trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela defectuosa de la multipasarela activa se restablece a un trayecto del multitrayecto con el mismo coste, por lo que se utiliza de manera eficaz el ancho de banda de enlace y se reduce la congestión de red.
- En una implementación específica, el procesador 801 puede restablecer el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al valor original usando el protocolo de configuración de red prefijado, tal como el NETCONF basado en XML o el SNMP, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.
- Cabe señalar que en relación con las etapas realizadas por el procesador 801, se hace referencia al contenido de las formas de realización de procedimiento que corresponden respectivamente a la FIG. 2 y la FIG. 4, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.
- Haciendo referencia a la FIG. 9, la FIG. 9 es un diagrama esquemático de un sistema de comunicaciones en red según una forma de realización de la presente invención. El sistema mostrado en la FIG. 9 puede incluir: un controlador SDN 100, una pasarela objetivo 200, un primer nodo de red 300, un segundo nodo de red 400 y un grupo de pasarelas SDN 500, donde
- el controlador SDN 100 está configurado para adquirir un primer estado de la pasarela objetivo 200, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada ARP de la pasarela objetivo 200, la pasarela objetivo 200 pertenece al grupo de pasarelas SDN 500, y el grupo de pasarelas SDN 500 se usa para reenviar tráfico que se transmite entre el primer nodo de red 300 y el segundo nodo de red 400, y el grupo de pasarelas SDN 500 incluye múltiples pasarelas, donde cada pasarela, el primer nodo de red 300 y el segundo nodo de red 400 forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red; y
- el controlador SDN 100 está configurado además para enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo 200 según el primer estado, y modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en la que está ubicada la pasarela objetivo 200 haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de manera que el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red 300 y el segundo nodo de red 400 conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.
- Específicamente, el grupo de pasarelas SDN 500 puede ser equivalente a la multipasarela activa de la FIG. 1. El primer nodo de red 300 y el segundo nodo de red 400 pueden ser dos nodos de red cualesquiera de nodos de red vecinos de la multipasarela activa.

En esta forma de realización, el primer estado puede ser: un estado en el que la pasarela objetivo se reinicia debido a un fallo. Generalmente, el reinicio de un dispositivo de red da como resultado la pérdida de una entrada ARP almacenada en el mismo. Por lo tanto, el primer estado puede usarse para indicar que es necesario actualizar una entrada ARP de la pasarela objetivo 200. Debe observarse que el primer estado puede ser también otro estado anómalo que dé lugar a la necesidad de actualizar una entrada ARP de la pasarela objetivo 200, lo cual no está limitado en el presente documento.

En una implementación específica, en el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo 200, el controlador SDN 100 puede ajustar un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo 200 al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, tal como el protocolo NETCONF basado en XML o el SNMP, con el fin de hacer que la pasarela objetivo 200 transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red 300 y al segundo nodo de red 400 usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red 300 y el segundo nodo de red 400 ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo 200 al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.

Opcionalmente, el controlador SDN 100 puede encapsular entradas ARP en paquetes de flujo abierto y, posteriormente, entregar los paquetes de flujo abierto en lotes a la pasarela objetivo 200.

Es decir, en el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo 200, el controlador SDN 100 puede ajustar el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo 200 a un alto valor métrico de manera que se reduce la prioridad de ruta del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo 200, por lo que se evita la pérdida de datos que se produce cuando se transmite tráfico a través de la pasarela objetivo 200.

Además, tras finalizar el proceso de enviar, mediante el controlador SDN, una entrada ARP a la pasarela objetivo, el controlador SDN restablece el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original.

En una implementación específica, el controlador SDN puede restablecer el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al valor original usando el protocolo de configuración de red prefijado, tal como el protocolo NETCONF basado en XML o el SNMP, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.

Es decir, tras finalizar el envío de entrada ARP, el controlador SDN 100 puede restablecer el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo 200, de manera que el trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo se restablece a un trayecto de los múltiples trayectos con el mismo coste, por lo que se utiliza de manera eficaz el ancho de banda de enlace y se reduce la congestión de red.

En una aplicación real, puesto que el estado de la red es dinámico, por ejemplo se añade un dispositivo de red o se modifica una dirección IP de un puerto de comunicaciones en un dispositivo de red, también es necesario actualizar dinámicamente una entrada ARP en el controlador SDN 100, y es necesario enviar la entrada ARP actualizada al grupo de pasarelas SDN 500. En una implementación específica, después de establecerse la red VXLAN mostrada en la FIG. 1, el controlador SDN 100 puede actualizar una entrada ARP del grupo de pasarelas SDN 500 usando un proceso de procesamiento ARP centralizado.

En una implementación específica, el controlador SDN 100 puede actualizar una entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN 500 usando un proceso de procesamiento ARP centralizado. Específicamente, el proceso de procesamiento ARP centralizado puede incluir principalmente las siguientes etapas:

1. El controlador SDN 100 recibe una solicitud ARP enviada por el primer nodo de red 300, donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección MAC del segundo nodo de red 400.
2. El controlador SDN 100 realiza una detección ARP según la dirección IP y la dirección MAC del primer nodo de red 300 transportadas en la solicitud ARP, y busca la dirección MAC del segundo nodo de red 400 según la dirección IP del segundo nodo de red 400 transportada en la solicitud ARP.
3. El controlador SDN 100 entrega una entrada ARP detectada al grupo de pasarelas SDN 500 para actualizar una entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN 500, y envía una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red 400, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.

Cabe señalar que el controlador SDN 100 entrega una entrada ARP recién detectada al grupo de pasarelas SDN 500, de modo que una entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN 500 puede actualizarse para que sea idéntica a la entrada ARP en el controlador SDN 100.

5 Cabe señalar que en cuanto al contenido que no se menciona en la forma de realización mostrada en la FIG. 9, se hace referencia a la descripción de la forma de realización que corresponde respectivamente a la FIG. 2 o la FIG. 4, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

10 Cabe señalar que el controlador SDN 100 también puede ser el dispositivo de red 60 descrito en las formas de realización de la FIG. 6 y la FIG. 7 o el dispositivo de red 80 descrito en la forma de realización de la FIG. 8, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

15 Según lo anterior, durante la implementación de esta forma de realización de la presente invención, tras adquirir un primer estado de una pasarela defectuosa (la pasarela objetivo) de la multipasarela activa, el controlador SDN envía una entrada ARP a la pasarela defectuosa y modifica, en el proceso de enviar la entrada ARP, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela defectuosa pasando de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, de modo que se reduce la prioridad de ruta del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela defectuosa, lo que impide de ese modo que el tráfico se encamine hacia la pasarela defectuosa a través de un multitrayecto con el mismo coste formado por la multipasarela activa con el fin de evitar la pérdida de datos. Además, en el proceso de envío de la entrada ARP, otras funciones de servicio de la pasarela defectuosa no se ven afectadas.

20 Los expertos en la técnica pueden entender que todos o algunos de los procesos de los procedimientos de las formas de realización pueden implementarse mediante un programa informático que da instrucciones a hardware pertinente. El programa puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando el programa se ejecuta se llevan a cabo los procesos de los procedimientos de las formas de realización. El medio de almacenamiento anterior puede incluir: un disco magnético, un disco óptico, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM) o similar.

25 Lo descrito anteriormente es simplemente algunas formas de realización de la presente invención, y no pretende limitar de modo alguno el alcance de protección de la presente invención. Los expertos en la técnica pueden entender que todos o algunos de los procesos que implementan las anteriores formas de realización y modificaciones equivalentes realizadas en relación con las reivindicaciones de la presente invención estarán dentro del alcance de la presente invención.

35

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de conmutación de tráfico, que comprende:

5 adquirir (S101), mediante un controlador de conexión en red definida por software, SDN, un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada de protocolo de resolución de direcciones, ARP, en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN comprende múltiples pasarelas, donde cada una de las múltiples pasarelas, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red; y
 10 enviar (103), mediante el controlador SDN, una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado, y modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, y donde el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

20 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la modificación, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, de un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo pasando de un valor original a un primer valor comprende:

25 ajustar, mediante el controlador SDN, un valor de un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.

3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que comprende además: tras finalizar el proceso de enviar, mediante el controlador SDN, una entrada ARP a la pasarela objetivo, restablecer, mediante el controlador SDN, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original.

4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que restablecer, mediante el controlador SDN, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original comprende:

40 restablecer, mediante el controlador SDN, el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al valor original usando el protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.

5. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además:

50 recibir, mediante el controlador SDN, una solicitud ARP enviada por el primer nodo de red, donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección de control de acceso al medio, MAC, del segundo nodo de red;
 55 realizar, mediante el controlador SDN, una detección ARP según la dirección de protocolo de Internet, IP, y la dirección MAC del primer nodo de red transportadas en la solicitud ARP;
 buscar, mediante el controlador SDN, la dirección MAC del segundo nodo de red según la dirección IP del segundo nodo de red transportada en la solicitud ARP;
 entregar, mediante el controlador SDN, una entrada ARP detectada al grupo de pasarelas SDN para actualizar la entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN; y
 60 enviar, mediante el controlador SDN, una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.

6. Un dispositivo de red (60), que comprende:

65 un módulo de adquisición (601), configurado para adquirir un primer estado de una pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada de protocolo de resolución de direcciones,

- ARP, en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece a un grupo de pasarelas de conexión en red definida por software, SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre un primer nodo de red y un segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN comprende múltiples pasarelas, donde cada una de las múltiples pasarelas, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red;
- 5 un módulo de envío (603), configurado para enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado; y
- 10 un primer módulo de ajuste (605), configurado para modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, y donde el tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.
- 15 7. El dispositivo según la reivindicación 6, en el que el primer módulo de ajuste está configurado específicamente para: ajustar un valor de un parámetro de métrica de encaminamiento de un protocolo de encaminamiento prefijado en la pasarela objetivo al primer valor usando un protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera
- 20 que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al primer valor según la correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el primer valor.
8. El dispositivo según la reivindicación 6 o 7, que comprende además: un segundo módulo de ajuste, configurado
- 25 para: tras finalizar el proceso de enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo mediante el módulo de envío, restablecer el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original.
9. El dispositivo según la reivindicación 8, en el que el segundo módulo de ajuste está configurado específicamente para: restablecer el valor del parámetro de métrica de encaminamiento del protocolo de encaminamiento prefijado en
- 30 la pasarela objetivo al valor original usando el protocolo de configuración de red prefijado, con el fin de hacer que la pasarela objetivo transmita una correspondencia entre el parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original al primer nodo de red y al segundo nodo de red usando el protocolo de encaminamiento prefijado, de manera que el primer nodo de red y el segundo nodo de red ajustan, en sus respectivas tablas de encaminamiento, el valor métrico del trayecto de reenvío en el que está ubicada la pasarela objetivo al valor original según la correspondencia entre el
- 35 parámetro de métrica de encaminamiento y el valor original.
10. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende además un módulo de actualización ARP configurado para:
- 40 recibir una solicitud ARP enviada por el primer nodo de red, donde la solicitud ARP se usa para solicitar la adquisición de una dirección de control de acceso al medio, MAC, del segundo nodo de red;
- realizar una detección ARP según la dirección de protocolo de Internet, IP, y la dirección MAC del primer nodo de red transportadas en la solicitud ARP;
- 45 buscar la dirección MAC del segundo nodo de red según la dirección IP del segundo nodo de red transportada en la solicitud ARP;
- entregar una entrada ARP detectada al grupo de pasarelas SDN para actualizar una entrada ARP en el grupo de pasarelas SDN; y
- 50 enviar una respuesta ARP al primer nodo de red según la dirección MAC del segundo nodo de red, donde la respuesta ARP transporta la dirección MAC del segundo nodo de red.
11. Un sistema de comunicaciones en red, que comprende: un controlador de conexión en red definida por software, SDN, (100), una pasarela objetivo (200), un grupo de pasarelas SDN (500), un primer nodo de red (300), y un segundo nodo de red (400), donde
- 55 el controlador SDN está configurado para adquirir un primer estado de la pasarela objetivo, donde el primer estado indica que es necesario actualizar una entrada de protocolo de resolución de direcciones, ARP, en la pasarela objetivo, la pasarela objetivo pertenece al grupo de pasarelas SDN, el grupo de pasarelas SDN se usa para reenviar tráfico que se transmite entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red, y el grupo de pasarelas SDN comprende múltiples pasarelas, donde cada una de las múltiples pasarelas, el primer nodo de red y el segundo nodo de red forman un trayecto de reenvío, y múltiples trayectos de reenvío en los que están ubicadas las múltiples pasarelas forman múltiples trayectos con el mismo coste entre el primer nodo de red y el segundo nodo de red; y
- 60 el controlador SDN está configurado además para enviar una entrada ARP a la pasarela objetivo según el primer estado, y modificar, con respecto a los múltiples trayectos con el mismo coste, un valor métrico de un trayecto de reenvío en la que está ubicada la pasarela objetivo haciendo que pase de un valor original a un primer valor, donde el primer valor es mayor que el valor original, y donde el tráfico que se transmite entre el
- 65

primer nodo de red y el segundo nodo de red conmuta hacia un trayecto, de los múltiples trayectos con el mismo coste, cuyo valor métrico es inferior al primer valor.

- 5 12. El sistema según la reivindicación 11, en el que el controlador SDN es el dispositivo de red según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.

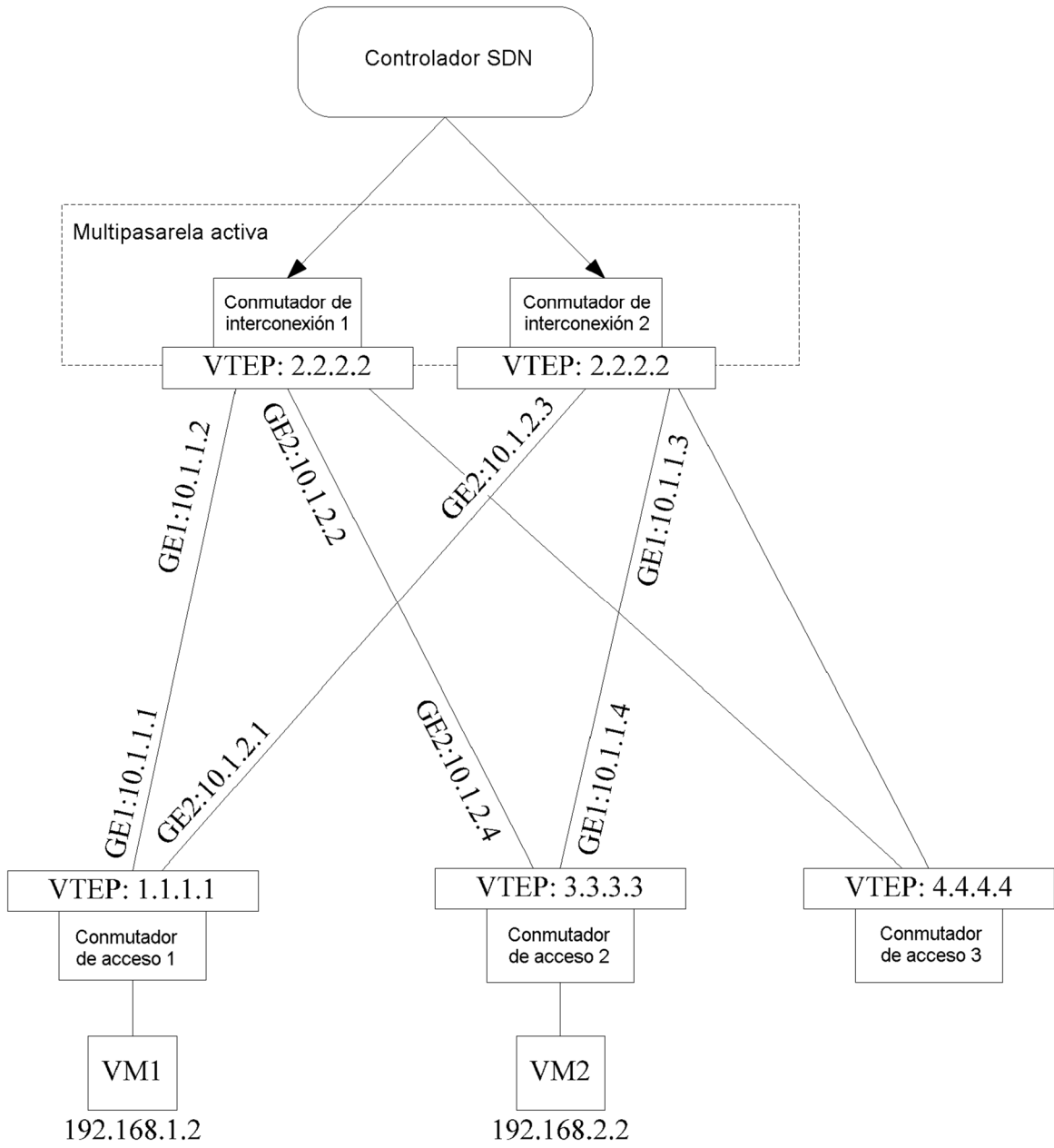


FIG. 1

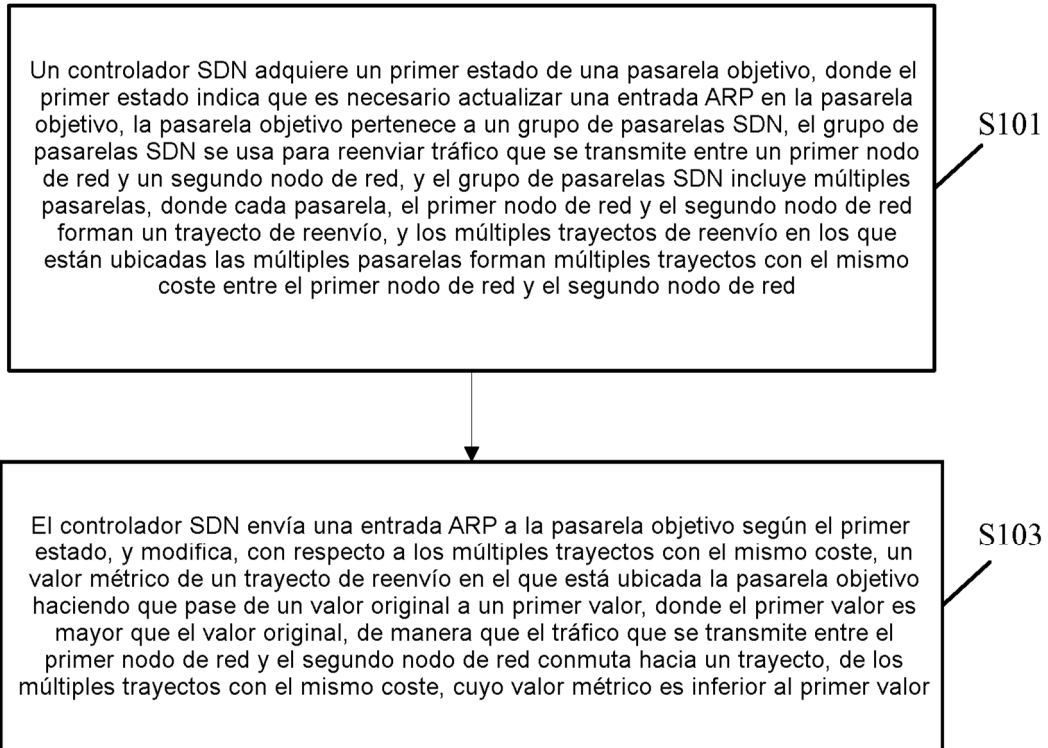


FIG. 2

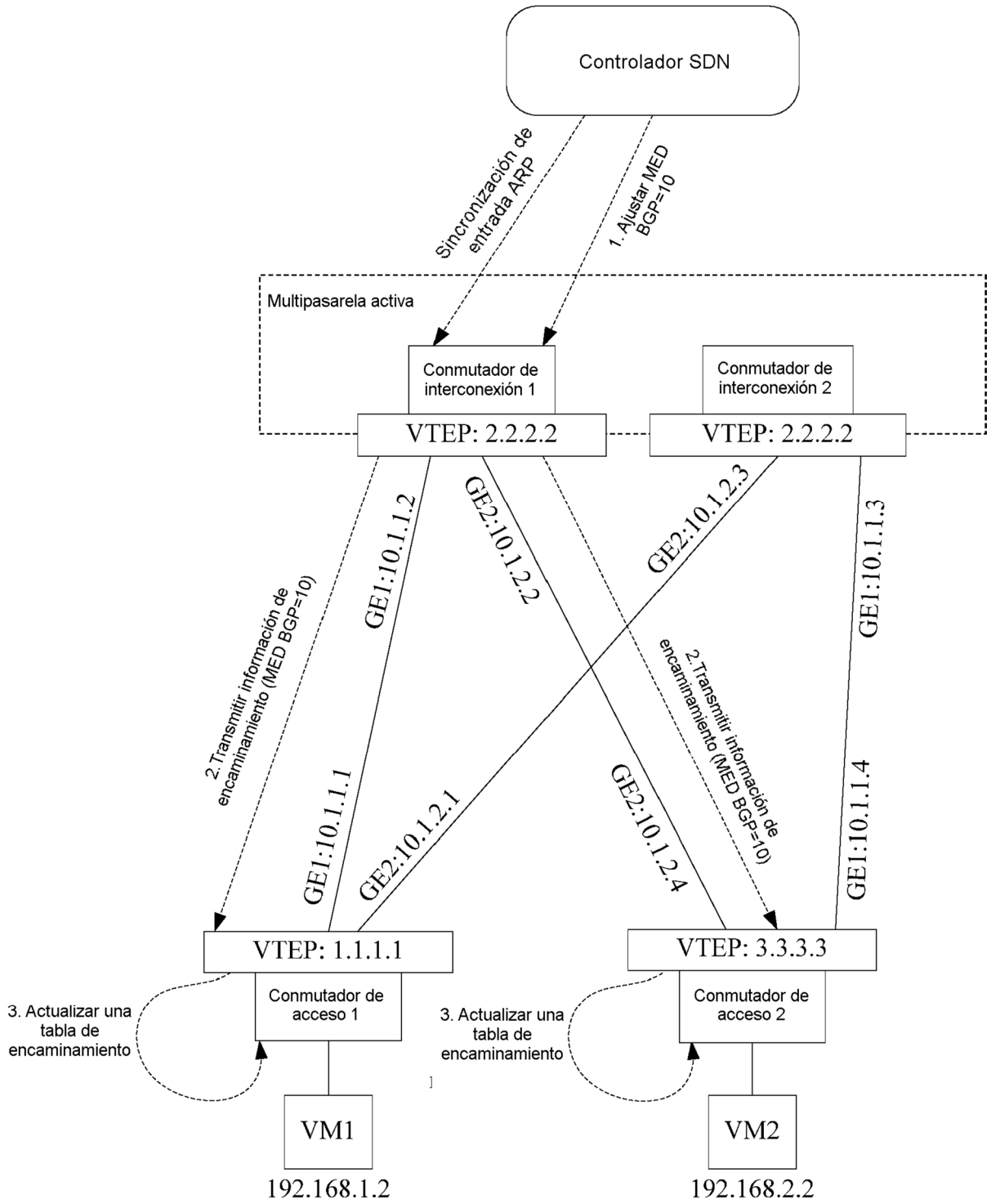


FIG. 3

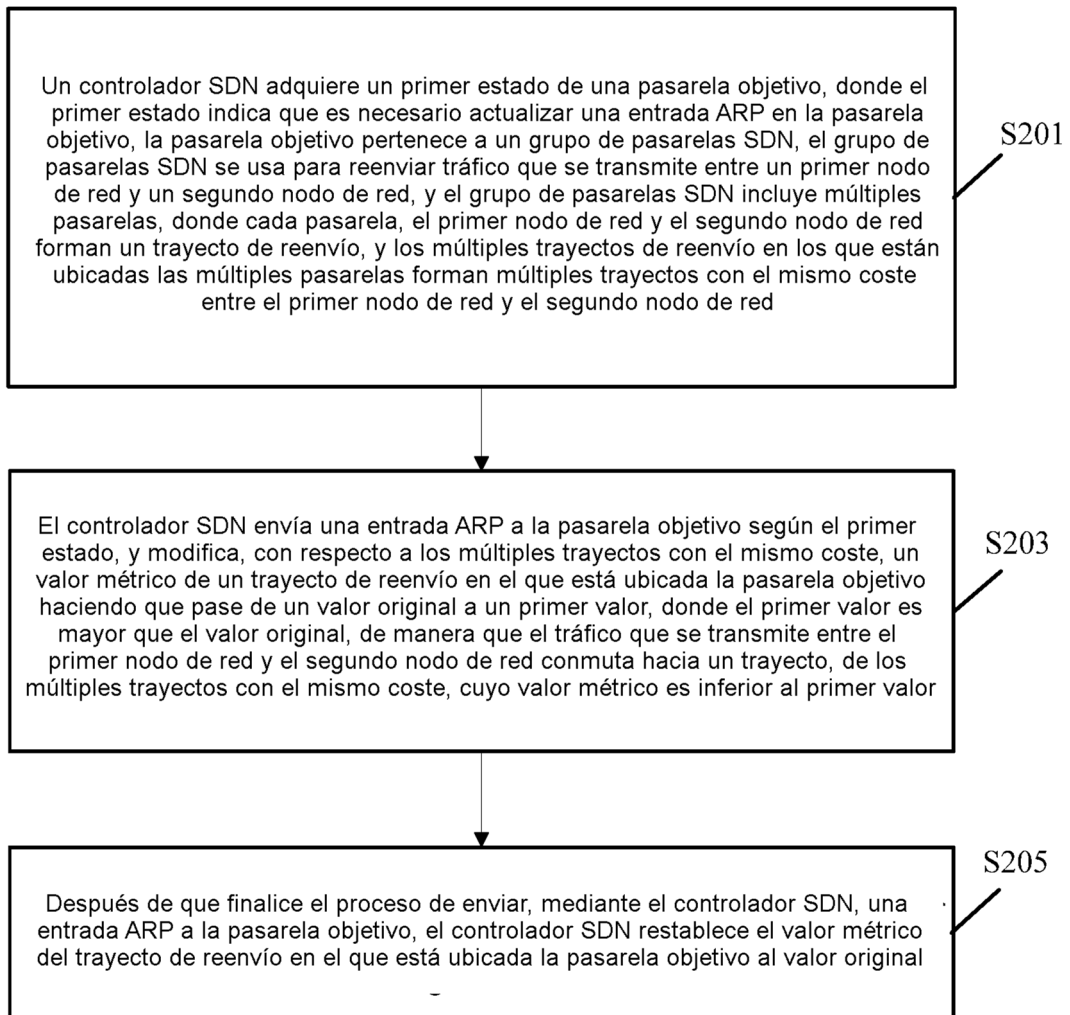


FIG. 4

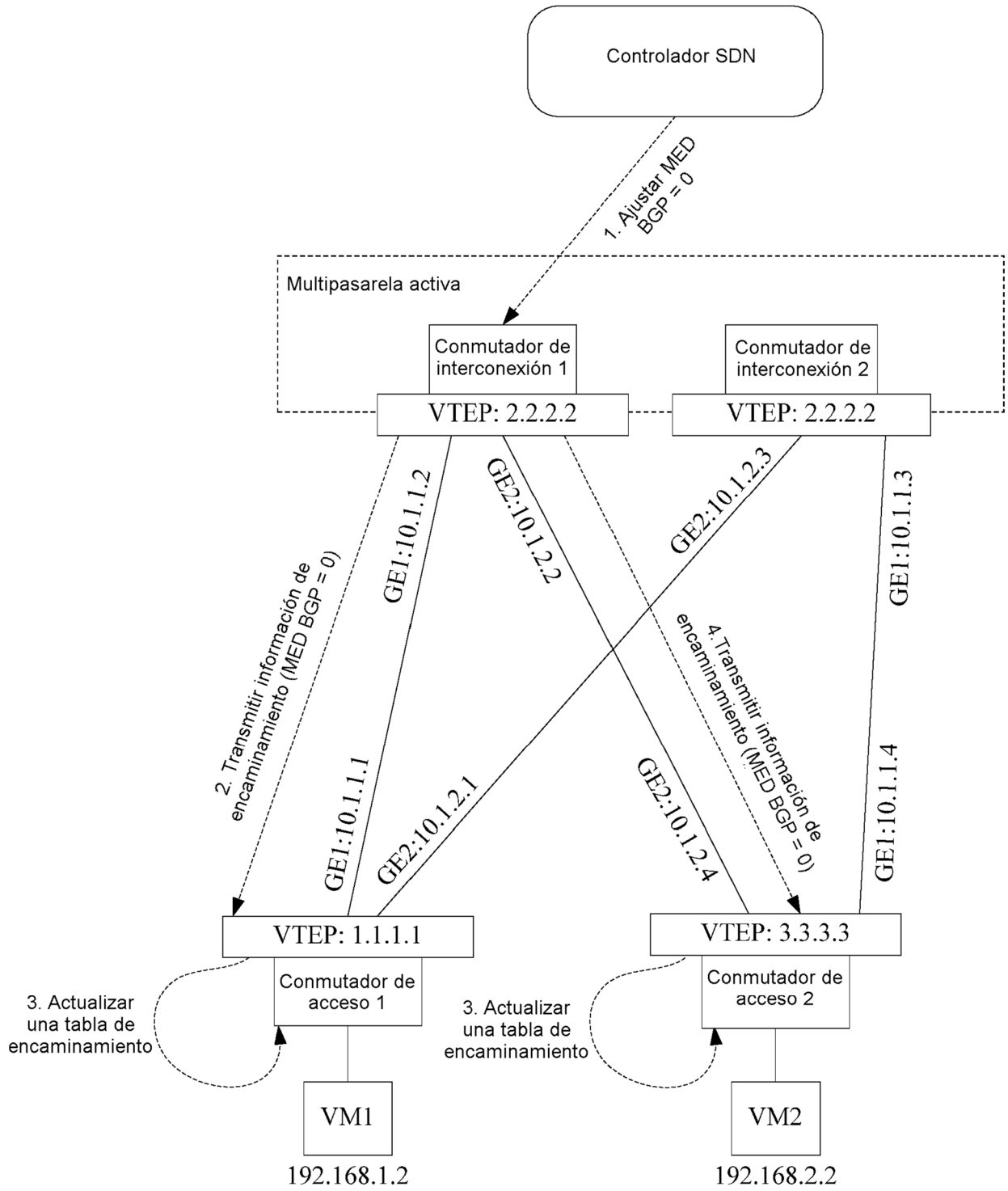


FIG. 5

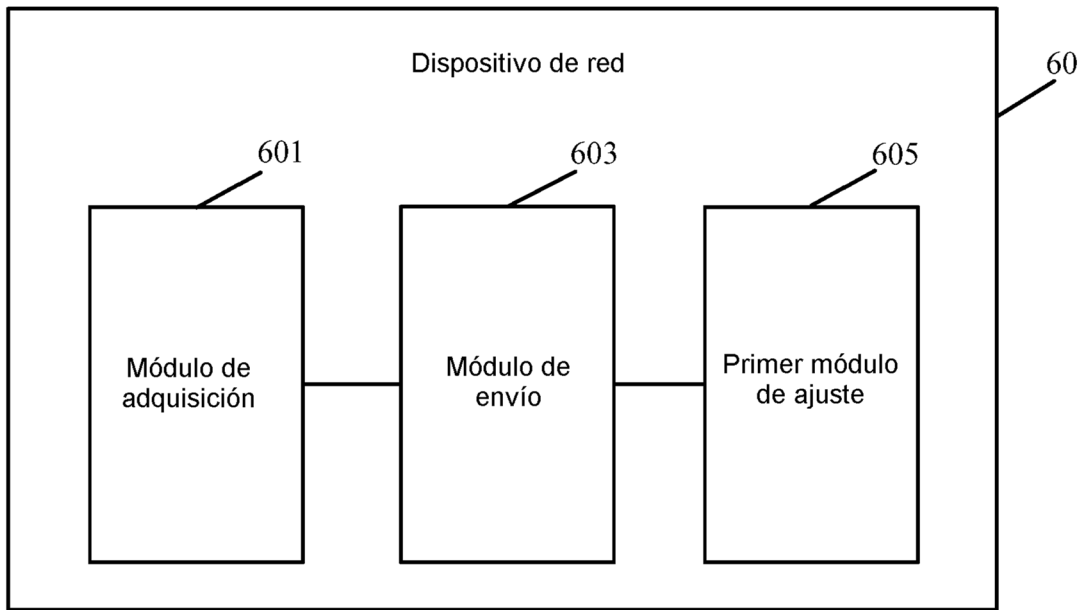


FIG. 6

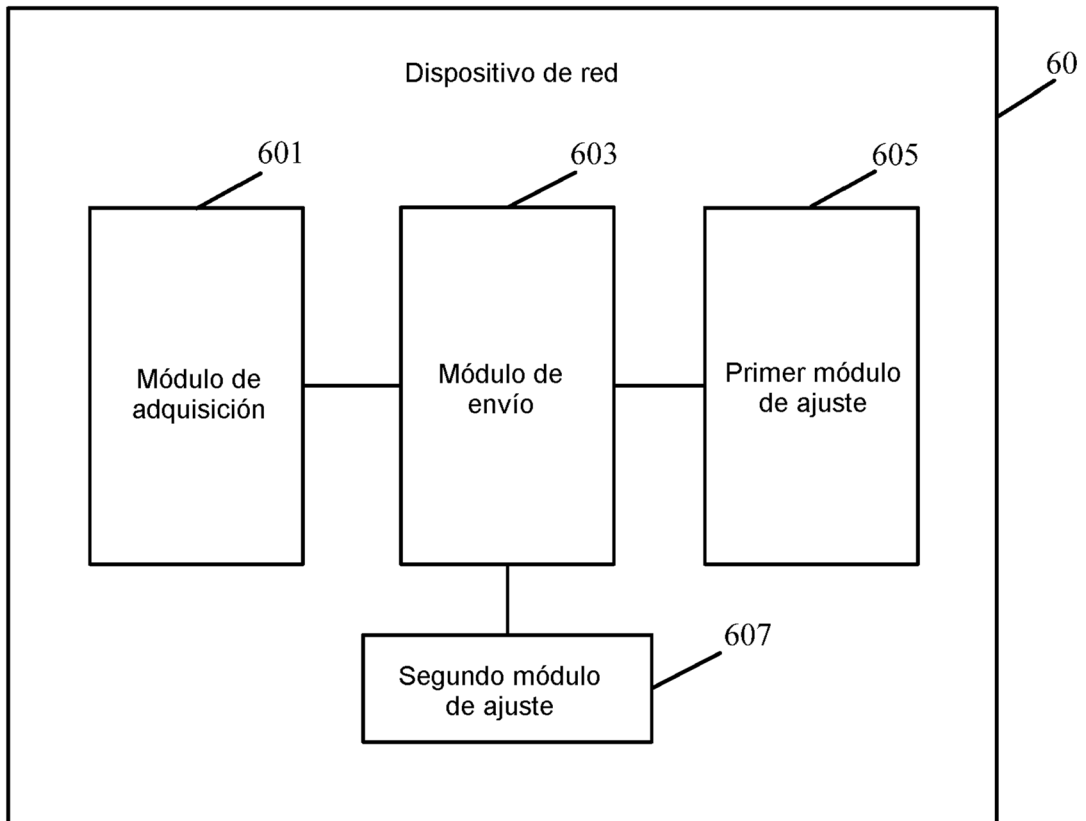


FIG. 7

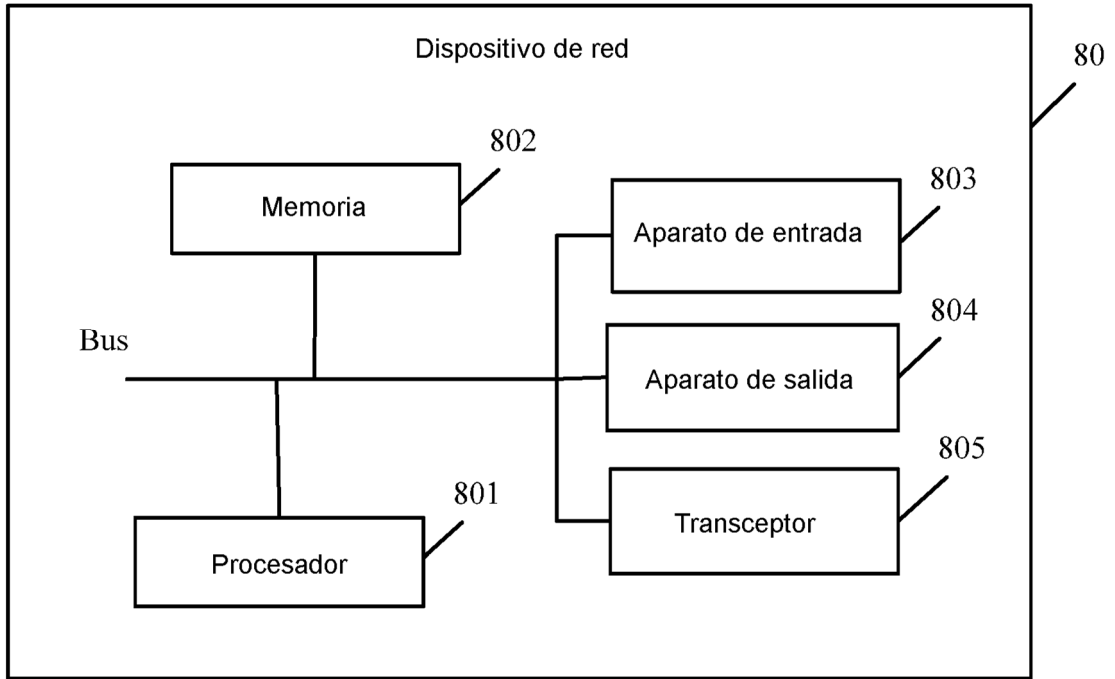


FIG. 8

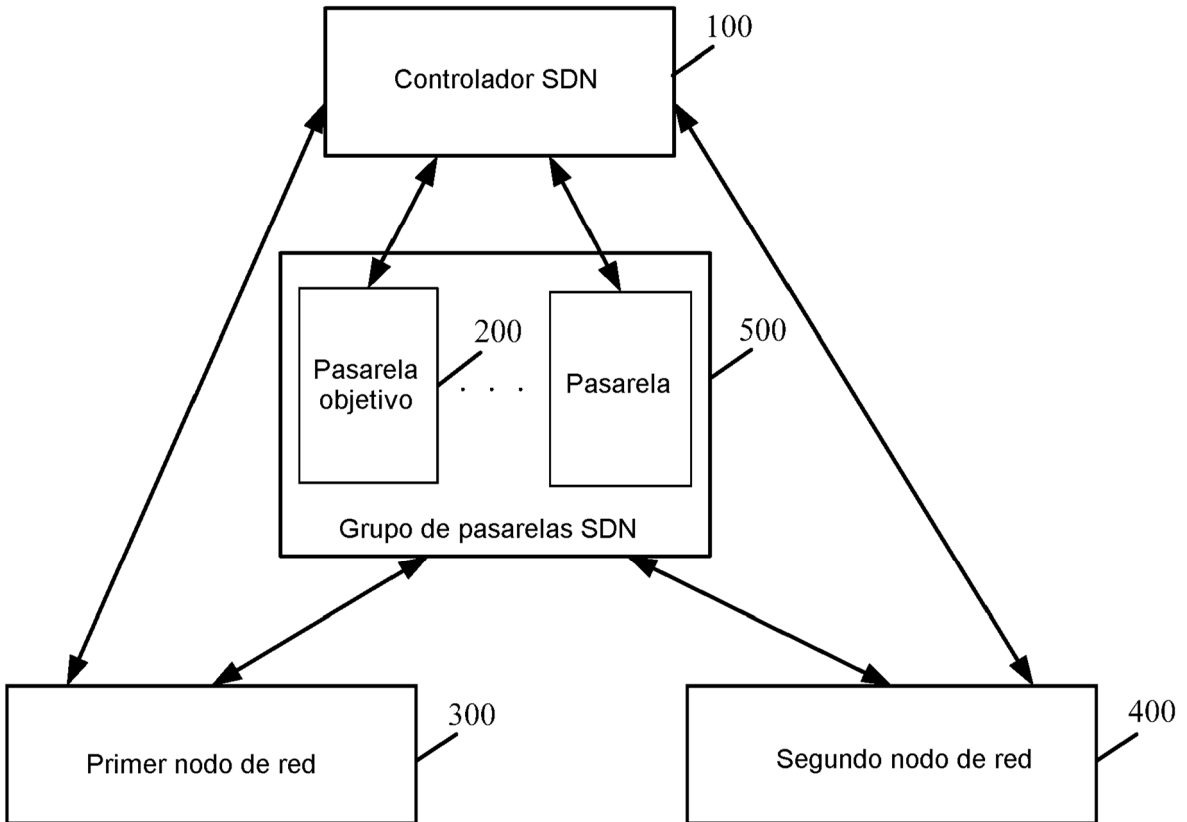


FIG. 9