

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 665**

21 Número de solicitud: 201600530

51 Int. Cl.:

**H04L 12/703** (2013.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**24.06.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**26.12.2017**

Fecha de la concesión:

**17.04.2018**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**24.04.2018**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (100.0%)  
Plaza de San Diego, s/n  
28801 Alcalá de Henares (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, Guillermo ;  
ÁLVAREZ HORCAJO, Joaquín ;  
ARCO RODRIGUEZ, José Manuel y  
GIMÉNEZ GUZMÁN, José Manuel**

54 Título: **Procedimiento cooperativo, entre puentes y controlador, de reparación de caminos en fallo y puente de red**

57 Resumen:

La presente invención describe mecanismos para, en una red de puentes transparentes dotados de funcionalidad de aprendizaje de caminos de tipo ARP-Path, en cooperación con el controlador SDN, reparar todos los caminos en uso que pasan por un determinado enlace cuando éste falla. El puente con el enlace en fallo informa al controlador enviando un paquete OpenFlow de tipo PacketIn conteniendo la dirección de destino a reparar. El controlador consulta en una tabla el puente frontera al que está conectado cada terminal y envía un paquete OpenFlow PacketOut al puente frontera conectado al terminal destino. Este paquete contiene una trama de reparación de multidifusión que el puente desencapsula y envía a través de todos sus enlaces, inundando la red hasta alcanzar el puente que detectó el fallo del enlace, estableciendo esta trama a su paso por la red un árbol de confluencia hacia el puente del terminal destino.

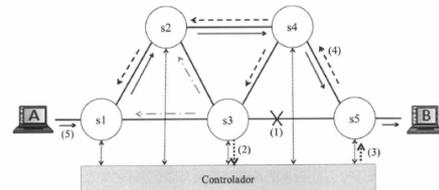


FIG. 15

ES 2 647 665 B2

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento cooperativo, entre puentes y controlador, de reparación de caminos en fallo y puente de red.

5

### Sector de la técnica

La presente invención se encuadra dentro del sector de las comunicaciones y de los dispositivos electrónicos y/o aplicaciones informáticas que establecen las comunicaciones entre puentes transparentes.

10

### Estado de la técnica

Nota.- En esta descripción la función denominada como "terminal" normalmente identifica a un sistema final pero puede estar implementada en un sistema intermedio (puente o encaminador).

15

Son conocidos protocolos de establecimiento de caminos denominados Fast-Path y ARP-Path [MacCrane\_10] [Tanaka\_10] [NISHIMURA] [Mickenberg\_11] [Ibáñez\_09] [Rojas\_15] que establecen caminos mediante la exploración simultánea de toda la red mediante una trama de difusión como el ARP Request, una trama unidestino ARP Reply y el aprendizaje en los puentes atravesados de las direcciones MAC origen y su asociación al puerto por donde se recibe primero la trama difundida.

20

Estos protocolos presentan el inconveniente de que cuando falla un enlace se envía una trama de difusión Path Request por toda la red para estar seguro de alcanzar el puente frontera destino, dicho puente genera después una trama Path Reply de difusión que establece caminos en árbol hacia dicho terminal destino, las tramas dirigidas a dicho terminal que se encuentren en la red seguirán la rama hacia el destino que alcance el puente que estén atravesando (el puente con el enlace en fallo). Este procedimiento de reparación totalmente distribuida tiene el inconveniente de que implica un procesamiento en todos los puentes de la red de la trama Path Request hasta que se alcanza el puente destino.

25

30

Asimismo es conocido el uso de uno o varios controladores de red en las Redes Definidas por Software (Software Defined Networks, SDN) [OpenFlow-1.3.2] conectados a cada uno de los puentes de la red mediante una red paralela de control.

35

Los puentes SDN pueden ser de tipo híbrido [OpenFlow-1.3.2] combinando de diversas formas las funciones (distribuidas) de reenvío tradicionales de los puentes y encaminadores con las funciones (centralizadas) de reenvío gestionadas por el controlador. En estos puentes parte del tráfico entrante se procesa mediante la funcionalidad distribuida implementada en el puente o bien según el tratamiento especificado explícitamente por el controlador al puente para cada flujo de tráfico.

40

45

Estas redes SDN realizan la reparación de caminos en fallo de forma totalmente centralizada, comunicando el puente al controlador el fallo de uno de sus enlaces. El controlador calcula rutas alternativas para los terminales destino afectados por el fallo de dicho enlace y configura mediante su interfaz de control (por ejemplo OpenFlow) un nuevo camino hacia el terminal destino en cada uno de los puentes atravesados por el nuevo camino. Este procedimiento tiene un retardo de procesamiento significativo para calcular y configurar los cambios en las tablas de procesado en los puentes para los flujos de tramas afectados por el fallo. Asimismo, requiere que la topología activa de la

50

red esté libre de enlaces redundantes para que los reenvíos de tramas en difusión no generen tormentas de tramas.

5 La invención descrita en esta patente mitiga los inconvenientes de la reparación distribuida y evita los de la reparación centralizada, mediante un procedimiento de reparación cooperativa entre los puentes de la red y el controlador. El controlador prepara la trama de reparación y la envía al puente frontera destino, el cual solamente la desencapsula y reenvía en multidifusión a través de la red, restableciéndose así el camino hacia el terminal destino al aprenderse en los puentes la dirección origen del terminal destino.

### Explicación de la invención

15 Los protocolos de encaminamiento de tramas basados en exploración de caminos como ARP-Path, encuentran los caminos por inundación de la red mediante tramas de difusión. Los puentes que los utilizan solamente aprenden las direcciones MAC origen de las tramas ARP Request, ARP Reply y de otras tramas de control que reciben, bloqueando el aprendizaje de dichas direcciones en otros puertos del puente durante un tiempo suficiente y descartando las tramas de igual origen recibidas durante ese periodo de 20 bloqueo en otros puertos del puente. Estos puentes pueden Implementarse como puentes con capacidad SDN dotados de una interfaz OpenFlow, combinando así la funcionalidad de un puente OpenFlow con la de un puente ARP-Path en un único puente. Esta funcionalidad combinada presenta por un lado la ventaja de poder evitar al controlador el control detallado de todos los flujos de datos de la red y en particular 25 posibilita la reparación cooperativa de caminos entre la red y el controlador.

La presente Invención describe mecanismos que permiten, en una red de puentes transparentes con Interfaz OpenFlow y dotados de funcionalidad de aprendizaje de caminos con bloqueo temporal del reaprendizaje tipo ARP-Path, implementar la 30 reparación, en cooperación con el controlador SDN, de todos los caminos en uso que pasan por un determinado enlace cuando este falla. De esta forma, cuando por fallo de un enlace u otra causa hay que reparar un camino hacia un terminal en un puente, este informa al controlador enviando un paquete OpenFlow de tipo PacketIn conteniendo la dirección de destino a reparar. El controlador consulta en una tabla el puente frontera al que está conectado cada terminal y envía un paquete OpenFlow PacketOut al puente 35 frontera conectado al terminal destino. Este paquete contiene una trama de reparación de multidifusión que el puente desencapsula y envía a través de todos sus enlaces, inundándola hasta alcanzar el puente que detecto el fallo del enlace, estableciendo esta trama a su paso por la red un árbol de confluencia por donde alcanzar al puente del terminal destino, cuyas ramas, una o varias, serán utilizadas por las tramas en tránsito 40 hacia el destino.

Estos mecanismos pueden ser implementados en dispositivos hardware especializados o bien parcial o totalmente como programas software ejecutados en dispositivos hardware 45 tanto especializados como genéricos.

### Breve descripción de los dibujos

50 Para complementar esta descripción, y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acampana, como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra los cuatro tipos de procesamiento que puede tener una trama en un puente híbrido: recuperación cooperativa, recuperación ARP-Path, tratamiento OpenFlow y tratamiento ARP-Path.

- 5 La figura 2 muestra el último caso de procesamiento de la trama que se puede dar, cuando la trama es tratada con el protocolo ARP-Path.

La figura 3 muestra el procesamiento de la trama en la parte del controlador.

- 10 La figura 4 muestra el procesamiento de la trama cuando se realiza una reparación cooperativa con trama Path Recovery.

En la figura 5 se muestra un ejemplo de red con un controlador SDN donde la red de control (controlador-puentes) se implementa con una red separada (fuera de banda).

15

La figura 6 muestra un camino establecido entre los terminales A y B, mediante las direcciones aprendidas asociadas a puertos en los diferentes puentes que intervienen en el camino.

- 20 La figura 7 muestra un fallo del enlace que une los puentes s3 y s5, por lo que la trama que el terminal A envía al B al llegar a s3 no puede ser reenviada.

La figura 8 muestra cómo el puente s3 notifica el problema al controlador con una trama PacketIn.

25

La figura 9 muestra como el controlador envía una trama PacketOut al puente s5 destino del terminal B.

- 30 La figura 10 muestra como el puente s5 destino de B envía una trama Path Recovery a toda la red para aprender de nuevo por donde se encuentra B.

La figura 11 muestra el formato de la trama de recuperación Path Recovery.

- 35 La figura 12 muestra cómo se hace el envío de tramas desde el terminal A al B por el nuevo camino.

La figura 13 muestra cómo al cabo de un tiempo las direcciones aprendidas y no usadas no son refrescadas y se borran, como ocurre en el puente s3.

- 40 La figura 14 muestra un ejemplo de red con controlador SDN en el que no existe una red de control separada (señalización dentro de banda) y donde falla el envío de tramas de control al puente destino del terminal B.

- 45 La figura 15 muestra la secuencia de paquetes y tramas intercambiados entre los elementos de la red, desde el fallo del enlace que une los puentes s3 y s5 hasta que el camino hacia s5 esta reparado.

### **Realización preferente de la invención**

- 50 Todos los puentes de la red son puentes con funcionalidad OpenFlow y ARP-Path. En la figura 1 se muestra el funcionamiento genérico del puente OpenFlow cuando se recibe una trama, seleccionando diferentes acciones según el tipo de trama recibida.

Estas acciones son: procesar la trama según lo especificado en las tablas OpenFlow, procesar el paquete OpenFlow PacketOut recibido del controlador, ejecutar recuperación cooperativa de caminos, recuperación convencional ARP-Path o reenviar trama según protocolo ARP-Path, mostrado en la figura 2.

5

Si no hay reglas SDN configuradas en el puente ni rutas ARP-Path para enrutar la trama, según el organigrama de la figura 2, se comprobaría la conectividad con el controlador y si no existe conectividad se iniciaría la recuperación distribuida ARP-Path. Si no existe regla configurada, se verifica si la trama recibida es una trama Path Recovery para en ese caso participar en el proceso de recuperación cooperativa de la figura 4, donde en cada puente se aprende o actualiza la dirección del terminal destino.

10

Si la trama no está relacionada con la reparación se trata como una trama normal ARP-Path con arreglo a la figura 2.

15

En el caso de que el puente genere un PacketIn el controlador realizará lo establecido en la figura 3.

La figura 5 muestra una red en la que se recoge una realización de la invención, implementada en una red con un controlador central SDN conectado a los puentes con interfaz OpenFlow mediante una red separada.

20

Los terminales A y B están conectados respectivamente a los puentes frontera 1 y 5. Estos puentes tienen establecidos caminos entre los terminales A y B, tal y como se muestra en la figura 6, mediante el aprendizaje de la dirección origen de las tramas ARP Request y ARP Reply emitidas por dichos terminales al comenzar a comunicarse. Se indica, junto a cada puente, con un círculo rodeando una letra, el puerto al que está asociada la dirección de dicho terminal (dirección aprendida)

25

De acuerdo con ello, y de manera similar a otros puentes Ethernet transparentes, para una trama unidestino con destino 8 que sale de A, al llegar al puente 1, se consulta en una memoria de dicho puente el contenido de la tabla de reenvío para dicha dirección destino, leyendo de la misma el puerto de salida por el que debe ser reenviada, el puerto de s1 que tiene un círculo B en la figura 6; al llegar la trama al puente 3 es igualmente reenviada hacia el puente 5 tras consultar la tabla de reenvío del puente y en el puente 5 es reenviada por el puerto asociado al terminal B. En todos los puentes atravesados se produce la renovación o refresco del temporizador de caducidad de la dirección MAC destino, lo cual permite mantener activado el camino hacia el destino.

30

Se supone que hay establecido un camino entre los terminales A y B, tal como se muestra en la figura 6, con las direcciones aprendidas en los diferentes puertos y llega una trama al puente s3 y debe ser reenviada por el enlace s3-s5 que ha fallado, según se ilustra en la figura 7. El puente s3 no tiene una ruta válida en sus tablas para alcanzar el terminal destino B o el puerto de reenvío está deshabilitado, por lo que informa del problema al controlador con un paquete OpenFlow PacketIn, dentro del cual va la dirección 8 del terminal de destino desconocido, según se muestra en la figura 8.

35

El controlador tiene registrados en una tabla las direcciones de los terminales y los puentes frontera a los que están conectados, consulta el puente correspondiente al terminal 8, en este caso el puente s5, prepara una trama especial Path Recovery de reparación de camino con la dirección origen del terminal 8 y la envía encapsulada dentro de una trama PacketOut, según se muestra en la figura 9.

40

45

50

El puente frontera destino comienza el proceso de recuperación, figura 10, sin generar tráfico hacia el terminal B. La recuperación se hace reenviando la trama Path Recovery, cuyo formato es mostrado en la figura 11, con dirección destino la dirección MAC de grupo asignada a todos los puentes AllPath y en el campo Ethertype el identificador del protocolo ARP-Path (o los campos SSAP/DSAP Source Service Access Point, Punto de Acceso al Servicio Fuente / Destination Service Access Point, Punto de Acceso al Servicio Destino) utilizados con el mismo fin si el encapsulado es LLC (Logical Link Control, Control de Enlace Lógico) y con dirección origen B.

Esta trama Path Recovery se retransmite, tal y como se muestra en la figura 10, por todos los puertos excepto el que la recibió primero, descartándose las tramas duplicadas que se reciben más tarde de la misma forma que en el protocolo ARP-Path, por ser recibidas por un puerto distinto al asociado a su dirección MAC origen. Para ello, durante esa propagación, según el organigrama de la recuperación cooperativa de la figura 4, se aprende la dirección de B en la tabla de aprendizaje (Learning Table, LT) creándose así un árbol de confluencia con raíz en el puente 5, el cual persistirá durante el tiempo de activación del temporizador de aprendizaje.

En la figura 11 se muestra el formato de trama de recuperación con el tipo de trama Path Recovery. En la figura 12 se muestra cómo el puente 1 tras aprender el nuevo puerto para llegar a 8, envía la trama unidestino para B.

Algunas entradas de la tabla quedan obsoletas al no ser usadas y se eliminan por vencimiento de su temporizador, como muestra la figura 13.

La dirección MAC origen del terminal puede ser aprendida durante la reparación en unos puertos que finalmente no cursen tráfico hacia B, por lo que, pasado un periodo asociado a las entradas de la tabla LT, figura 2, la dirección expira y es borrada. En la figura 13, el puente s3 borra la dirección de 8 y queda la red con la dirección B aprendida en los puertos por los que es usada por el tráfico con destino B.

Esta reparación de camino es unidireccional para alcanzar el terminal destino B. Para el tráfico en dirección opuesta se realiza una reparación similar.

Si la red de datos es utilizada también para la comunicación entre el controlador y los puentes, la reparación cooperativa puede verse afectada por el fallo del enlace, pudiendo darse varios casos y acciones en cada caso:

a) Fallo del enlace Puente-Controlador. Si el puente no puede enviar el paquete PacketIn al controlador, el puente puede utilizar alguno de los métodos ARP-Path de reparación distribuida descritos en el estado de la técnica, según se muestra en la figura 2.

b) Fallo del enlace Controlador-Puente destino, en este caso el PacketOut se envía al puente frontera origen y este puente puede utilizar alguno de los métodos ARP-Path de reparación distribuida, por ejemplo mediante el envío de una trama de difusión Path Request para el destino B. respondiendo el puente frontera destino con una trama Path Reply. En la figura 14 se muestra un ejemplo de este caso en una red compartida para datos y control (inband) en la que el fallo del enlace entre s3 y s5 afecta a la comunicación entre el controlador y el puente frontera destino, por lo que no llega el PacketOut y es necesaria la reparación distribuida desde el puente origen.

## Referencias

- 5 [MacCrane\_10] Mack-Crane *et al.* Media access control bridging in a mesh network. Patent Application Publication. US 2010/0272108 A1
- [Tanaka\_10] Tanaka *et al.* First arrival port learning method, relay apparatus, and computer product. Patente USA: US 7760667 B2
- 10 [NISHIMURA] Nishimura K.WO/2008/111173. Communication Path Control Method, Communication Apparatus and Communication System. Publication date: 18.09.2008
- [Mickenberg\_11]. Minkenberg *et al.* US2011/0032825A1 Multipath discovery in switched Ethernet networks. Patent application. Publ. date Feb.10, 2011
- 15 [Ibáñez\_09] Ibáñez *et al.* P200900508. Procedimiento de encaminamiento de tramas de datos y puente de red.
- [Rojas 15] E. Rojas, G. Ibanez, J. M. Jiménez-Guzman, J. A. Carral, A. Garcia-Martinez, I. Martinez-Yelmo, J. M. Arco, All-path bridging: Path exploration protocols for data center and campus networks, *Computer Networks* 79 (0) (2015) 120 - 132. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.comnet.2015.01.002>. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128615000055>
- 20 [OpenFlow-1.3.2] OpenFlow Switch Specification v1.3.2, <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-spec-v1.3.2.pdf>.
- 25

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento cooperativo para la reparación de caminos de tramas de datos que comprende:

5

- recibir, a través de un puerto de un puente de red donde dicho puerto tiene una identidad de puerto asignada, una trama que comprende una dirección MAC origen y una dirección MAC destino;

10

- asociar, en una unidad de registro, la dirección MAC origen de la trama recibida a la identidad del puerto del puente que primero recibía la trama, a un indicador de caducidad de la trama y al instante de llegada de la trama:

15

- borrar, en la unidad de registro, las asociaciones que tenga un puerto de un puente cuando detecte la caída de un enlace en dicho puerto o expire el temporizador de validez de la dirección;

**caracterizado** por que cuando llega una trama a un puente con una dirección MAC de destino desconocida comprende:

20

- enviar una trama especial de petición de reparación al controlador, encapsulada en un paquete OpenFlow PacketIn, conteniendo la dirección MAC de destino desconocida;

25

- consultar el controlador la identidad del puente frontera al que está conectado dicho terminal destino;

- construir una trama de reparación con dirección MAC origen la del terminal destino y destino la dirección de multidifusión del protocolo ARP-Path;

30

- encapsular dicha trama en un paquete OpenFlow PacketOut y enviarla al puente conectado al terminal destino;

35

- extraer el puente frontera destino la trama de reparación contenida en el paquete OpenFlow PacketIn y reenviarla por todos los puertos del puente frontera conectados a otros puentes.

2. Procedimiento cooperativo de reparación de caminos de tramas de datos según la reivindicación 1, **caracterizado** por, en los puentes donde se recibe la trama especial de reparación Path Recovery:

40

- aprender el nuevo camino asociando la dirección origen de la trama recibida con el puerto por donde primero se recibe el Path Recovery.

45

3. Procedimiento cooperativo de reparación de caminos de tramas de datos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que las tramas de reparación de camino se seleccionan entre:

50

- tramas estándar ARP Request y ARP Reply generadas por el terminal correspondiente o por un puente intermedio;

- tramas especiales de reparación: Path Recovery;

- combinaciones de las anteriores.

4. Procedimiento cooperativo de reparación de caminos de tramas de datos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el registro de direcciones en proceso de reparación comprende las direcciones MAC destino y un temporizador de reparación con valor inicial superior al tiempo necesario para que las tramas de reparación recorran la red y sean respondidas.

5. Puente de red que comprende unos medios de procesamiento configurados para:

- enviar una trama especial de petición de reparación al controlador, encapsulada en un paquete OpenFlow PacketIn, conteniendo la dirección MAC de destino desconocida;

- asociar, en una unidad de registro, la dirección MAC origen de la trama recibida a la identidad del puerto del puente que primero recibió la trama, a un indicador de caducidad de la trama y al instante de llegada de la trama;

- renovar el temporizador de caducidad de direcciones de la dirección MAC destino por un nuevo periodo a fin de mantener el camino unidireccional a destino activado;

- borrar, en la unidad de registro, las asociaciones que tengan un puerto de un puente cuando detecte la caída de un enlace en dicho puerto o expire el temporizador de validez de la dirección;

**caracterizado** por que cuando llega una trama a un puente con un destino unidirección MAC desconocido el procedimiento comprende:

- enviar una trama especial de petición de reparación al controlador, encapsulada en un paquete PacketIn, conteniendo la dirección MAC de destino desconocida;

- consultar el controlador la identidad del puente frontera conectado a dicho terminal destino;

- construir una trama especial de reparación Path Recovery con dirección MAC origen la del terminal destino y destino la dirección de multidifusión del protocolo ARP-Path;

- encapsular dicha trama en un paquete PacketOut y enviarlo al puente conectado al terminal destino;

- extraer en el puente frontera destino la trama de reparación y reenviarla por todos los puertos del puente frontera conectados a otros puentes.

6. Puente de red, según la reivindicación 5, **caracterizado** por, en los puentes donde se recibe la trama especial de reparación Path Recovery enviada por el puente frontera:

- aprender el nuevo camino asociando la dirección origen de la trama recibida con el puerto por donde primero se recibe la trama Path Recovery.

7. Puente de red, según la reivindicación 6, **caracterizado** por que las tramas de reparación de camino se seleccionan entre:

- tramas estándar ARP Request y ARP Reply generadas por el terminal correspondiente o por un puente intermedio;

- tramas especiales de reparación: Path Recovery;

- combinaciones de las anteriores.

8. Red de telecomunicaciones conmutada **caracterizada** por que comprende al menos un puente de red definido según alguna de las reivindicaciones 5 a 7.

5

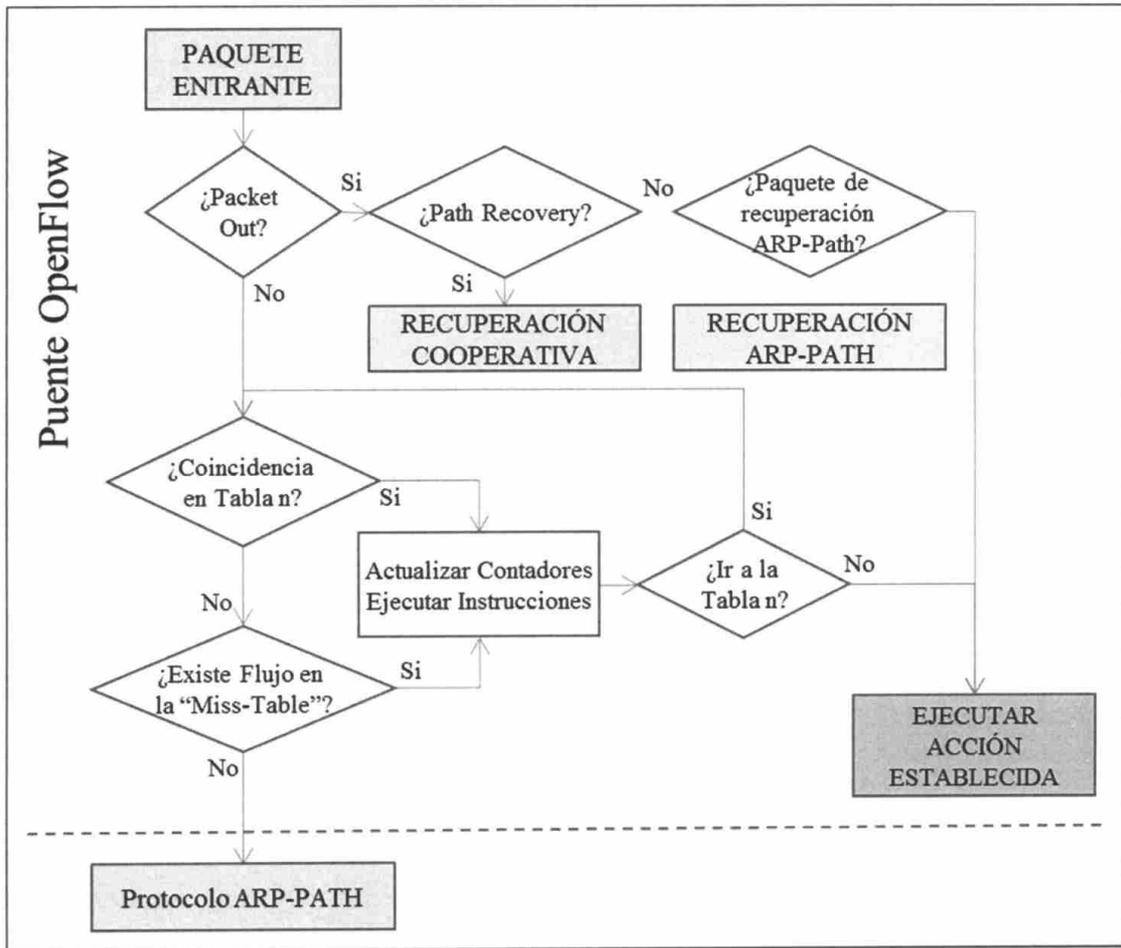


FIG. 1

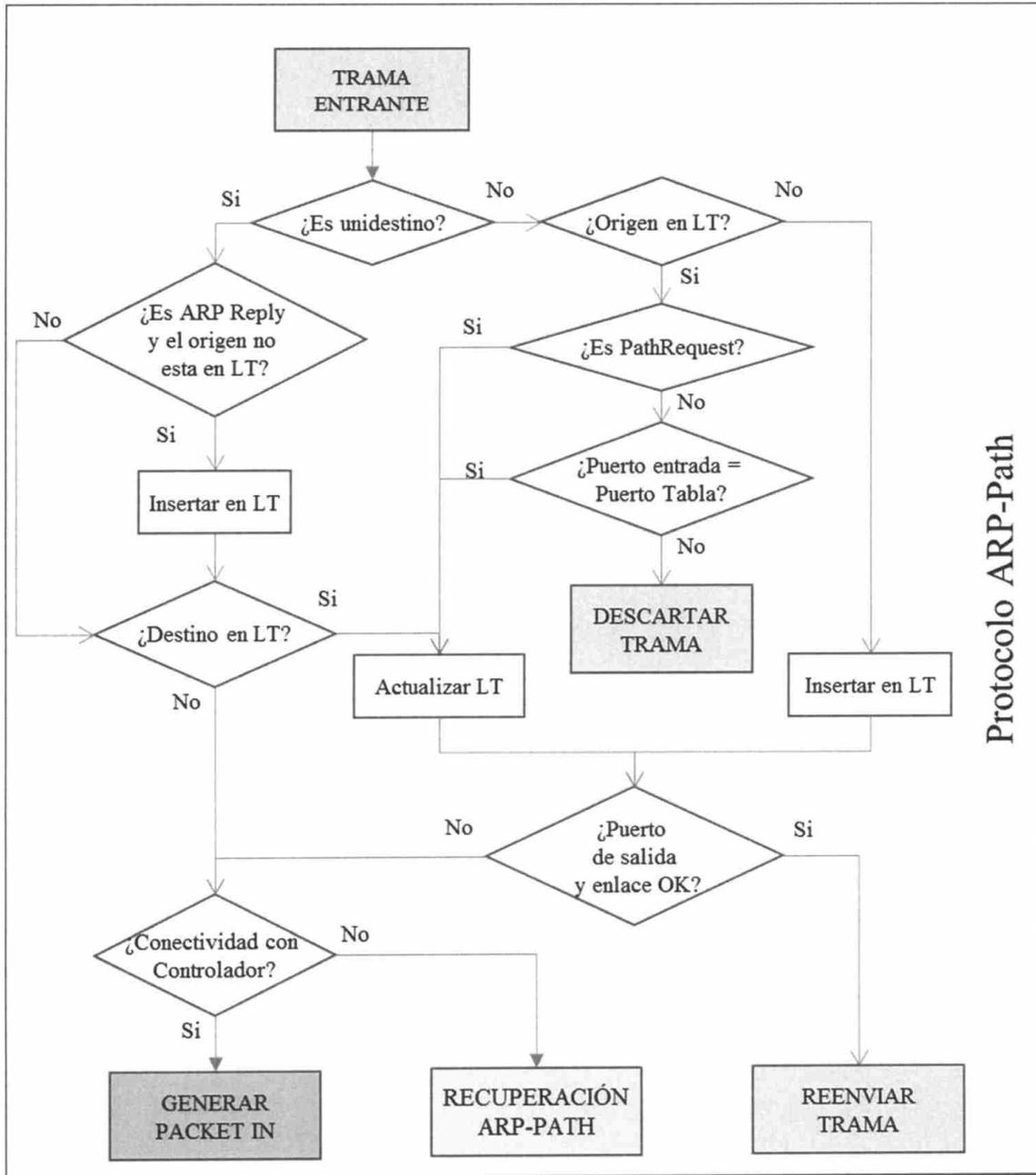


FIG. 2

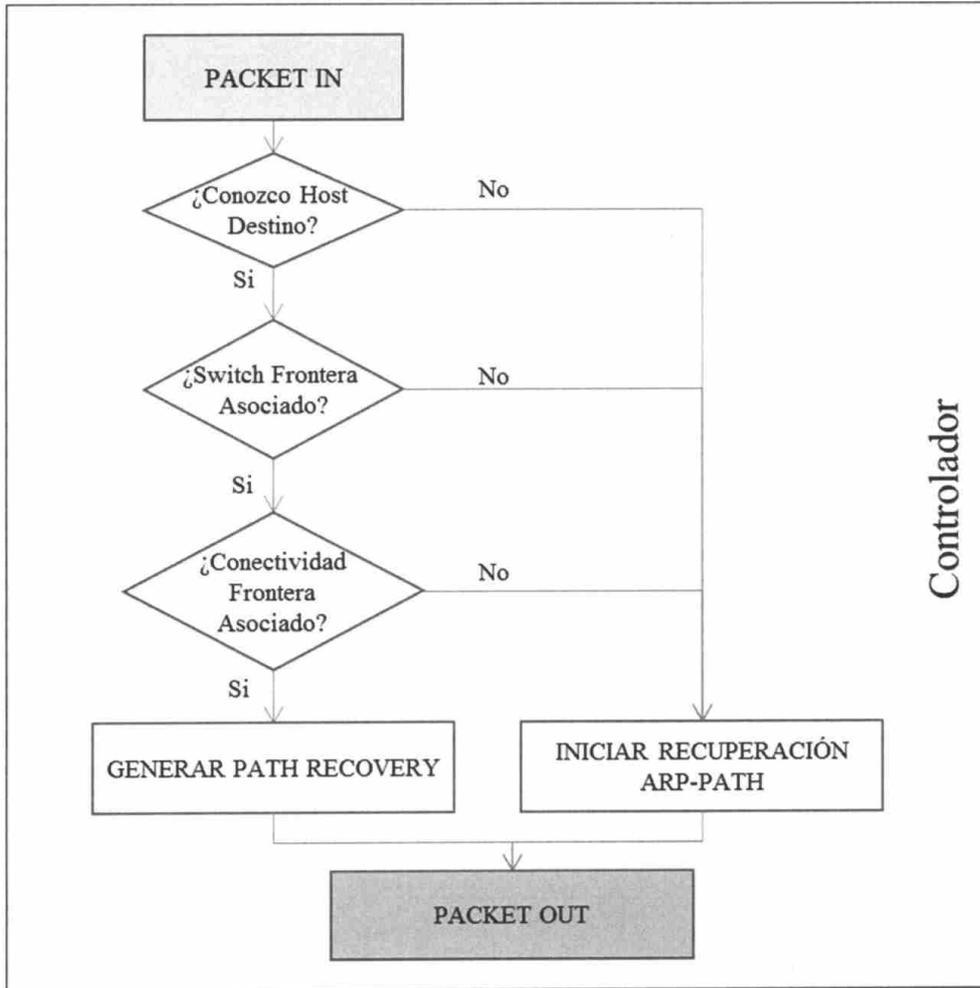


FIG. 3

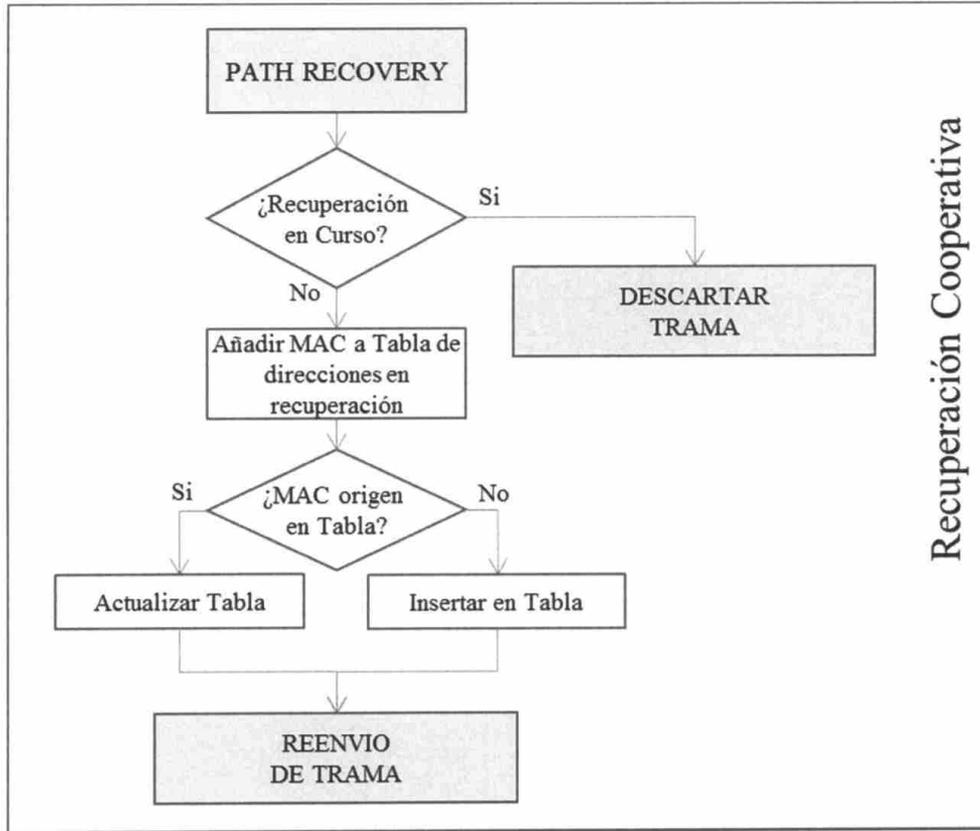


FIG. 4

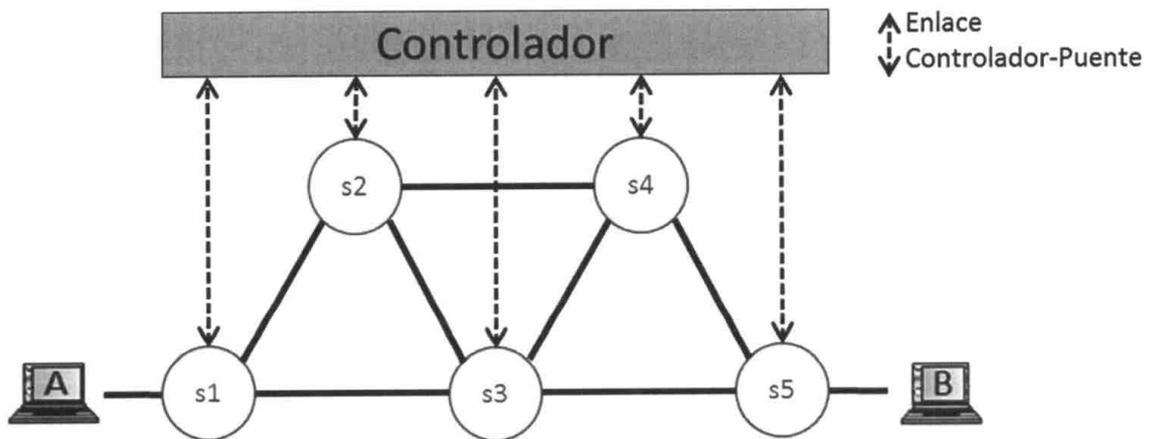


FIG. 5

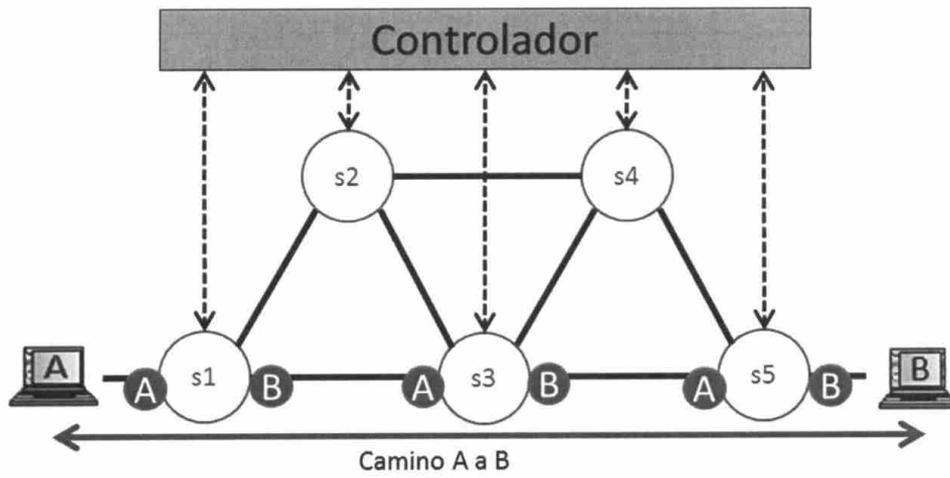


FIG. 6

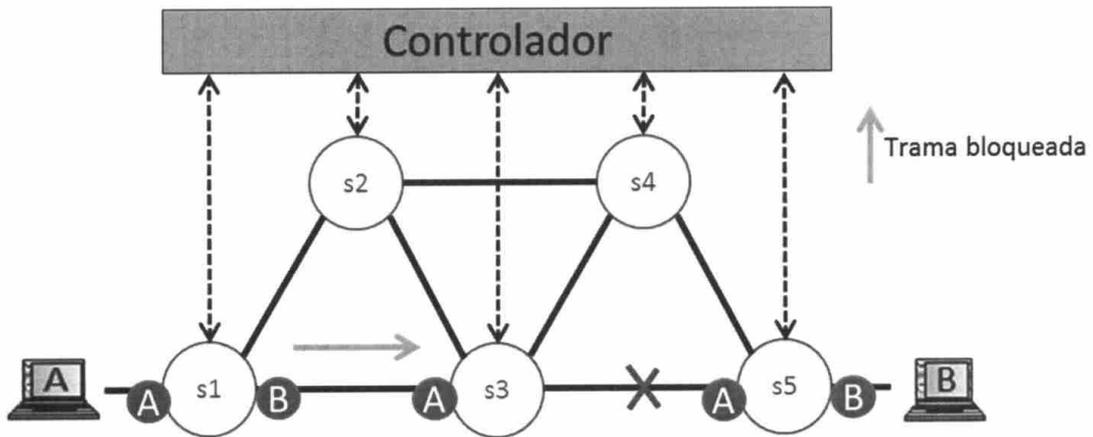


FIG. 7

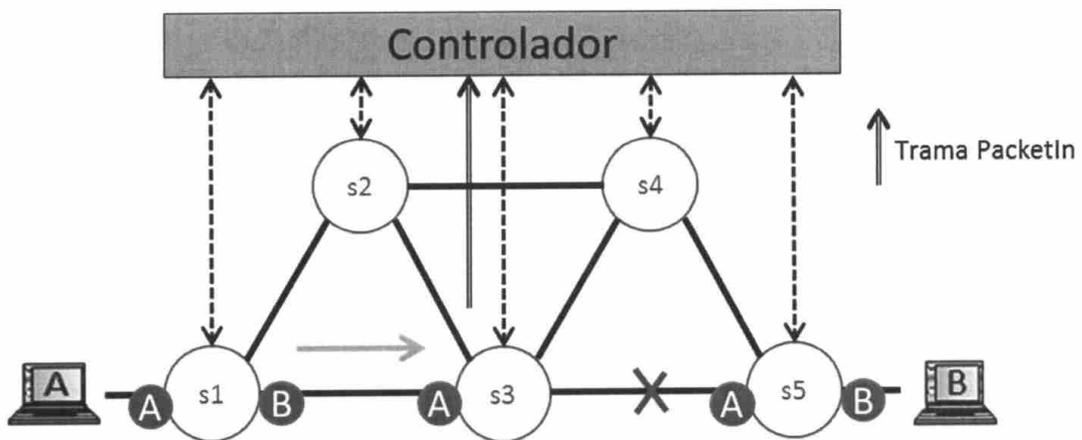


FIG. 8

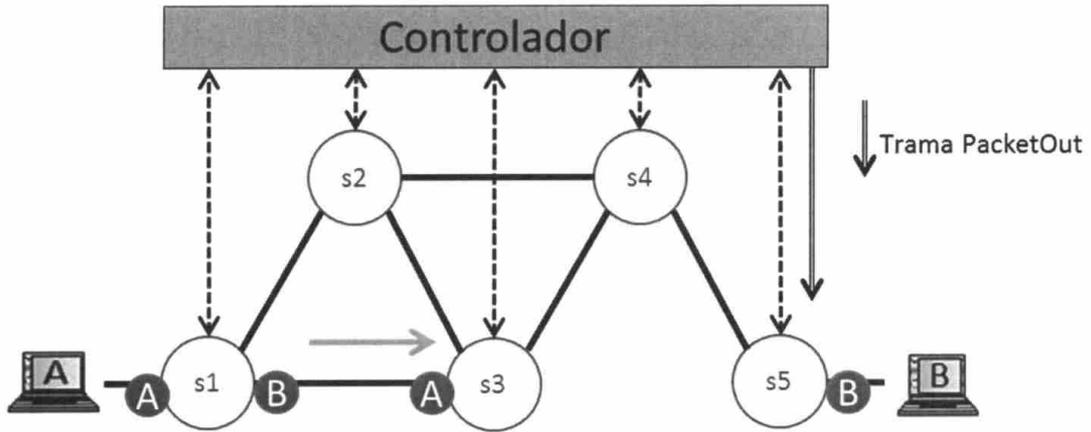


FIG. 9

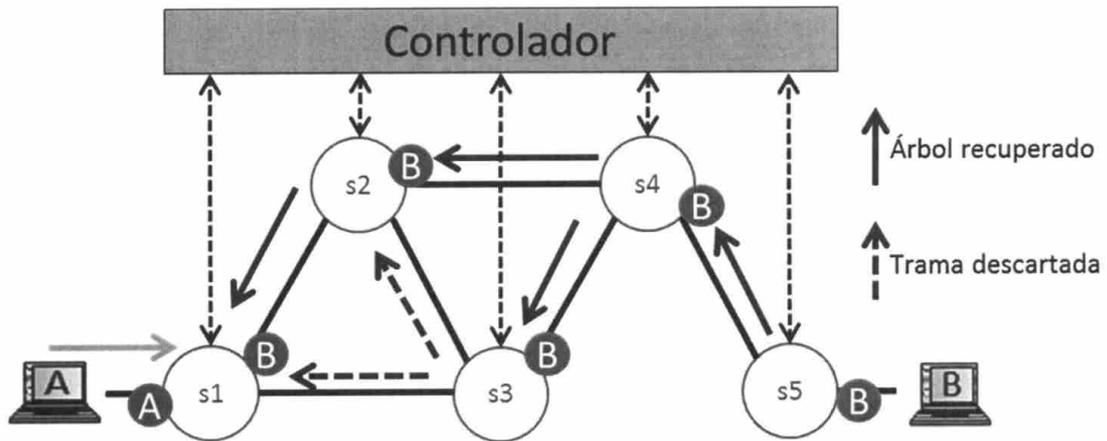


FIG. 10

ETH DESTINO	ETH ORIGEN	ETH TYPE	PATH TYPE
Dirección MAC del Grupo Multicast.	Dirección MAC del Equipo Final Destino de la recuperación	Identificador de protocolo	16 bits tipo de paquete
			1: Path Recovery

FIG. 11

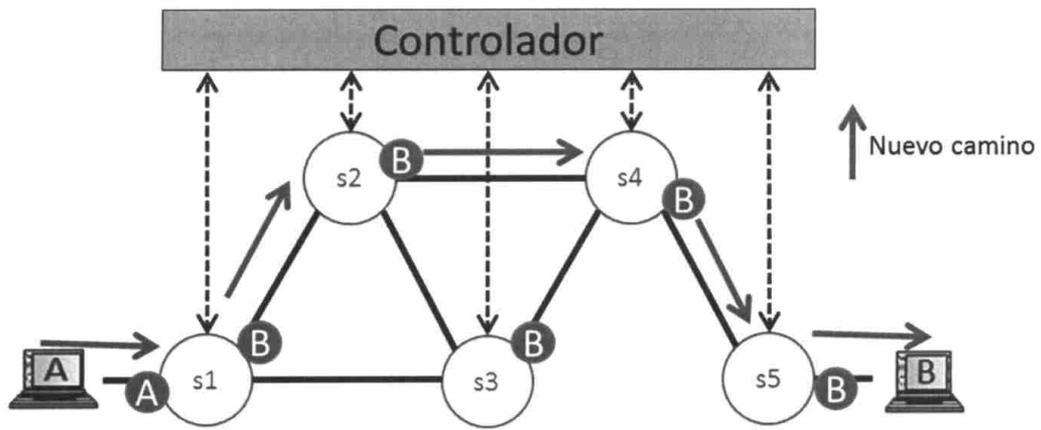


FIG. 12

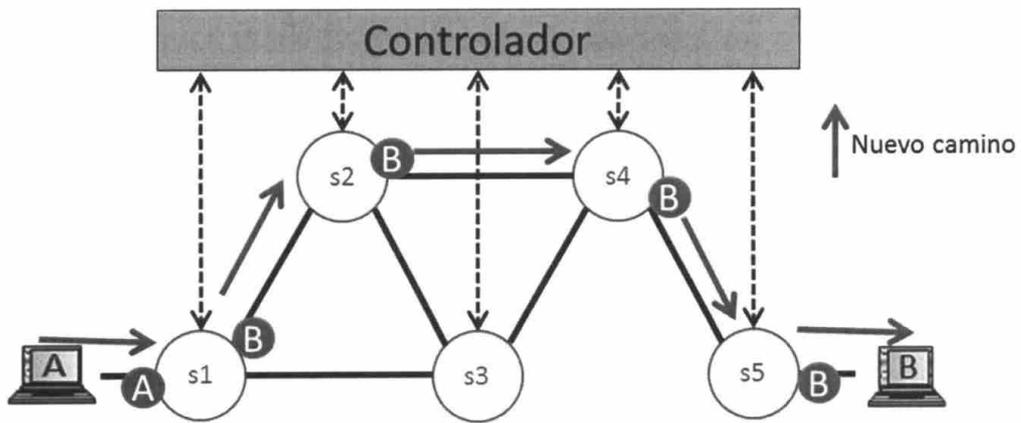


FIG. 13

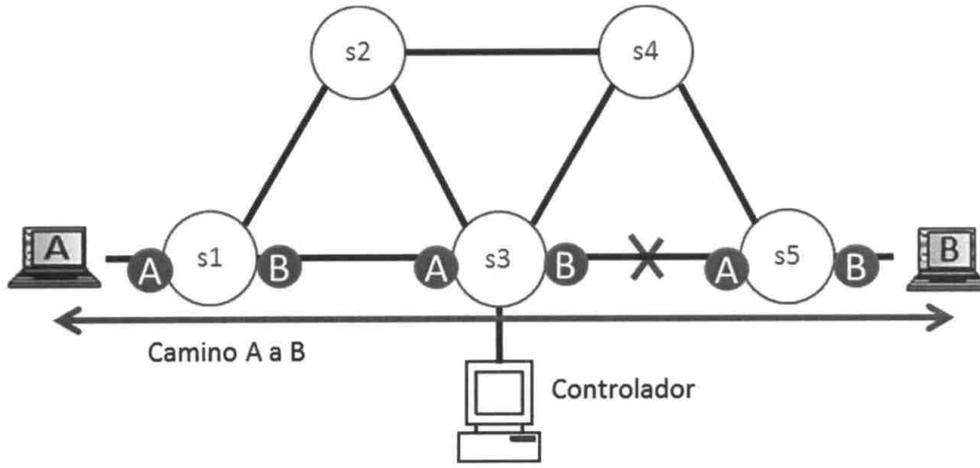


FIG. 14

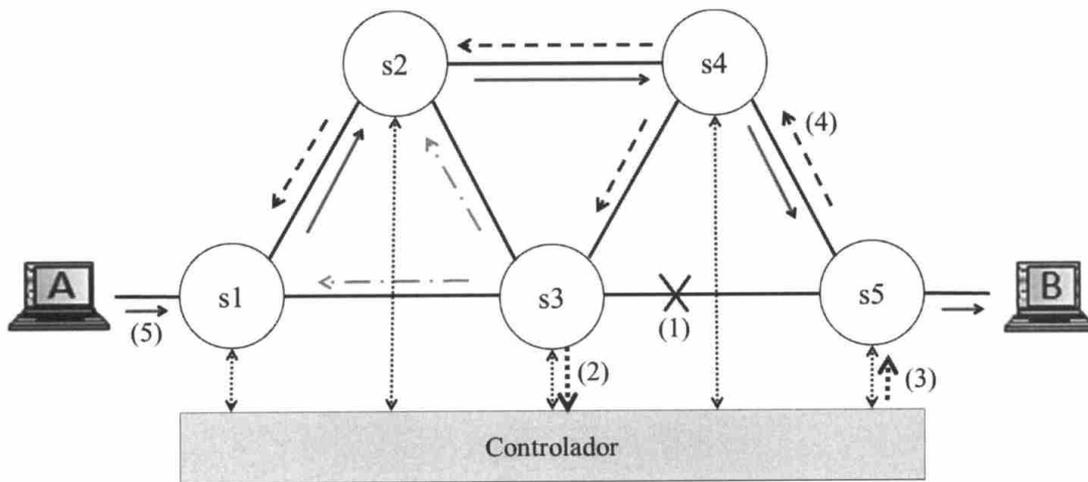


FIG. 15



- ②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201600530  
②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 24.06.2016  
③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **H04L12/703** (2013.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	Guillermo Ibañez: GISTNetserv group. Universidad de Alcalá. Madrid (España); “ARP-PATH AS A NEW BRIDGING MECHANISM”; Suportado por proyectos MEDIANET y EMARECE; Divulgado en IEEE PlenaryMeeting 18/03/2011. Singapur. URL:// <a href="http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2011/new-ibanez-ARP-Path-and-Broad-path-0311-v5.pdf">http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2011/new-ibanez-ARP-Path-and-Broad-path-0311-v5.pdf</a>	1 - 8
A	Hewlett Packard Enterprise. HP VIRTUAL APPLICATION NETWORKS (VAN) SDN CONTROLLER. Divulgado en Internet 13/05/2016; URL:// <a href="https://web.archive.org/web/20160513091739/https://www.sdxcentral.com/products/hp-virtual-application-networks-van-sdn-controller/">https://web.archive.org/web/20160513091739/https://www.sdxcentral.com/products/hp-virtual-application-networks-van-sdn-controller/</a>	1 - 8
A	WO 2015015505 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO et al.) 05/02/2015, resumen; párrafos [1, 2, 13 - 56] ; figuras.	1 - 8

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
12.07.2017

Examinador  
B. Pérez García

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.07.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1 - 8	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1 - 8	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	G. Ibañez: ARP-PATH AS A NEW BRIDGING MECHANISM	18.03.2011
D02	HP VIRTUAL APPLICATION NETWORKS (VAN) SDN CONTROLLER.	13.05.2016
D03	WO2015015505 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO et al.)	05.02.2015

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera D01 el documento del estado de la técnica anterior más cercano al objeto de la invención.

(En cursiva y entre paréntesis se comentan los párrafos, frases o referencias del documento D01 que divulgan características equivalentes a las de la solicitud.)

Seguindo la redacción de la primera reivindicación, D01 describe un procedimiento (*ARP-PATH*) para la reparación de caminos de tramas de datos que comprende:

- recibir, a través de un puerto de un puente de red donde dicho puerto tiene una identidad de puerto asignada, una trama que comprende una dirección MAC origen y una dirección MAC destino (*transparencias 19,25, 27 y 30*);
- asociar, en una unidad de registro, la dirección MAC origen de la trama recibida a la identidad del puerto del puente que primero recibió la trama, a un indicador de caducidad de la trama y al instante de llegada de la trama (*transparencia 27*);
- borrar, en la unidad de registro, las asociaciones que tenga un puerto de un puente cuando detecte la caída de un enlace en dicho puerto o expire el temporizador de validez de la dirección (*transparencia 31*);

caracterizado por que cuando llega una trama a un puente con una dirección MAC de destino desconocida (*transparencia 38*) comprende:

- enviar una trama especial de petición de reparación (*path repair*) construyendo una trama de reparación con dirección MAC origen la del terminal destino y destino la dirección de multidifusión del protocolo ARP-Path (*transparencia 41*);
- encapsular dicha trama en un paquete y enviarla al puente conectado al terminal destino (*transparencia 42*);
- extraer el puente frontera destino la trama de reparación contenida en el paquete y reenviarla por todos los puertos del puente frontera conectados a otros puentes (*transparencia 44*).

Existe una diferencia significativa entre D01 y la primera reivindicación. En ésta, el procedimiento se realiza en cooperación con el controlador SDN, tal que cuando hay que reparar un camino hacia un terminal en un puente, éste informa al controlador con un paquete OpenFlow de tipo PacketIn que contiene la dirección de destino a reparar. El controlador consulta en una tabla el puente frontera al que está conectado cada terminal y envía un paquete OpenFlow PacketOut al puente frontera conectado al terminal destino.

Por tanto, el controlador SDN permite la reparación del camino de forma cooperativa entre la red y el controlador, tal que el controlador SDN ayuda a los puentes con el procedimiento de recuperación pero son los puentes de forma autónoma los que establecen los caminos nuevos.

El efecto técnico que produce esta diferencia es que se reduce la computación en el controlador al mismo tiempo que se disminuye la información almacenada por el puente, alcanzando un equilibrio de coste computacional y consumo de ancho de banda.

D02 por su parte presenta un Controlador SDN que cumple con el estándar OpenFlow y que proporciona un punto de control unificado en una red SDN, simplificando su gestión y habilitando una selección de caminos más efectiva con una visión global de la red. El módulo de servicio de enlaces utiliza mensajes especializados para descubrir los enlaces físicos entre los puentes y monitorizar los cambios del estado de los puertos y notifica los cambios de enlaces. Permite al usuario buscar hosts, puentes... Monitoriza paquetes ARP de los puertos frontera.

No obstante, no utiliza un sistema de cooperación entre el controlador SDN y los puentes utilizando ARP-Path para la reparación de caminos. No se considera obvio para un experto en la materia utilizar estos dos documentos de forma separada o conjunta para obtener el objeto de la primera reivindicación, y por tanto, ésta tiene actividad inventiva.

En resumen, la solicitud presentada sí cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva, según los Arts. 6 y 8 de la Ley Española de Patentes.