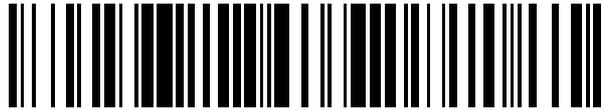


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 409**

21 Número de solicitud: 201100516

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

**10.05.2011**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**10.12.2012**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**16.01.2013**

Fecha de la concesión:

**31.05.2013**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**12.06.2013**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALA (100.0%)  
PLAZA DE SAN DIEGO S/N  
28801 ALCALA DE HENARES (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**IBAÑEZ FERNANDEZ, Guillermo;  
ROJAS SANCHEZ, Elisa;  
RIVERA PINTO, Diego;  
CARRAL PELAYO, Juan Antonio y  
ARCO RODRIGUEZ, Jose Manuel**

74 Agente/Representante:

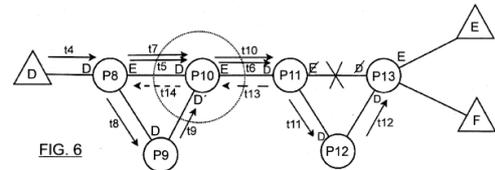
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE REPARACION DE CAMINOS DE TRAMAS DE DATOS Y PUENTE DE RED**

57 Resumen:

Procedimiento de reparación de caminos de tramas de datos que comprende:

- recibir una trama que comprende una dirección MAC origen y otra destino;
  - asociar la dirección MAC origen a la identidad del puente que primero recibió la trama, a un indicador de caducidad y al instante de llegada;
  - borrar las asociaciones de un puerto cuando detecte la caída de un enlace o expire el temporizador de validez de la dirección;
- de forma que cuando una trama recibida no tiene asociada su MAC destino a ningún puerto y hay un puerto que esté asociado a la MAC origen de la trama recibida, el procedimiento comprende:
- encaminar, las tramas cuya MAC origen está asociada al puerto por el que se reciben, hacia el puerto asociado a dicha MAC origen;
  - descartar las sucesivas tramas recibidas cuya MAC destino exista en un registro de direcciones en proceso de reparación.



ES 2 392 409 B2

## DESCRIPCIÓN

### **PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN DE CAMINOS DE TRAMAS DE DATOS Y PUENTE DE RED**

#### **Campo de la invención**

5           La presente invención se engloba dentro del campo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, concretamente en la transmisión de información en las redes de comunicaciones operando dentro del nivel de enlace de datos.

#### **Antecedentes de la invención**

10           Son conocidos procedimientos de encaminamiento de tramas de datos y puentes de red que establecen caminos mínimos entre sistemas finales o terminales mediante inundación de tramas con destino de difusión. Para resolver las situaciones de fallo o de caducidad de las direcciones aprendidas, estos procedimientos de encaminamiento incluyen procedimientos de reparación de caminos en caso de fallo  
15 de puente, enlace o inicialización de puente.

          Estos procedimientos presentan varios inconvenientes, entre ellos, un procesado intenso y complejo en los puentes, bien por tener que crear y reenviar los paquetes de control para la reparación de caminos, o bien por tener que crear y reenviar los paquetes de borrado de direcciones MAC aprendidas. En los  
20 procedimientos de reparación de caminos conocidos se encapsula la trama unidestino de destino desconocido añadiendo una cabecera con la dirección de destino multicast de todos los puentes configurados de acuerdo al procedimiento. Este procedimiento es costoso porque debe prepararse un paquete especial de reparación para cada flujo de datos a destino, una vez por cada dirección MAC que haya caducado por estar  
25 asociada al enlace que ha fallado.

          Asimismo, la patente US 7,760,667 B2 define un procedimiento de reenvío de tramas que, cuando detecta un fallo en un enlace o nodo, crea un paquete para borrar la información de direcciones aprendidas, paquete que es enviado a los nodos vecinos para que efectúen el borrado de las direcciones aprendidas y lo reenvíen a su vez a  
30 sus nodos vecinos. Este procedimiento presenta el problema del gran esfuerzo de procesado que requiere en cada nodo el borrado de todas las direcciones indicadas en los respectivos puertos del puente: un gran número de direcciones, asociadas a diferentes puertos del puente, deben ser borradas, y la lista de direcciones debe ser reenviada. Este procesado es similar al utilizado en el protocolo de árbol de expansión

para borrado de direcciones aprendidas, pero de manera selectiva, a fin de no afectar a los caminos establecidos.

5 Era por tanto deseable un procedimiento de reparación de caminos aplicado a los nodos o puentes de red que redujera el procesamiento requerido.

### **Descripción de la invención**

10 La invención hace innecesaria la comunicación del borrado de direcciones mediante mensajes de borrado difundidos desde el puente iniciador de la reparación, realizando una reparación de camino bajo demanda, pudiendo realizarse dicha reparación sin pérdida de tramas.

La reparación bajo demanda, con devolución de tramas, modificación condicional de camino y proxy de camino presenta varias ventajas:

15 - las peticiones de reparación no son simultáneas sino que se realizan solamente cuando se utiliza un camino, de esta forma, se escalonan en el tiempo repartiendo la carga de proceso, y se realizan de forma distribuida, es decir, cada puente origen realiza la reparación de los flujos que parten de él que precisan reparación,

20 - la devolución, sin necesidad de modificación alguna, de las tramas unidestino con destino desconocido (dirección destino no asociada a ningún puerto) en el puente evita el procesado adicional requerido por el encapsulado de las tramas en el puente con el enlace en fallo, distribuyendo el procesado necesario entre los puentes frontera de los flujos de datos a reparar,

25 - evita que tras una reparación de caminos o tras un segundo aprendizaje a un mismo destino, particularmente cuando el nuevo camino es más corto que el anterior, algunas tramas enviadas posteriormente puedan adelantar a otras enviadas anteriormente pero que circulan por el camino antiguo,

30 - acelera la reparación y reduce los paquetes difundidos porque cualquier puente que conoce una ruta contesta directamente al puente que solicita la reparación, reparando la ruta al contestar al puente solicitante.

En el procedimiento de reparación de caminos, una dirección MAC origen se aprende mediante la asociación de la misma en una unidad de registro y se asocia a la identidad del puerto de entrada, donde dicha asociación dirección origen-puerto de entrada se bloquea, es decir, no se modifica durante un tiempo de guarda, no

35

permitiéndose tampoco, la creación de nuevas asociaciones de dicha dirección MAC a otros puertos del mismo puente.

El procedimiento contempla el reenvío, desde cada puente, de las tramas recibidas con dirección de destino de difusión o broadcast, no solamente el reenvío por los puertos habilitados por el protocolo de árbol de expansión sino por todos los puertos del puente, excepto por el puerto por el que primero se recibió la trama en el puente.

Según el procedimiento, en cada puente que se recibe una trama, solamente se anota una entrada en la unidad de registro del puente, con la dirección origen de la trama, cuando no existe previamente una entrada con la misma dirección origen asociada a otro puerto y en tal caso, se registra la identidad del puerto de entrada de la trama y el instante de su llegada. Opcionalmente, puede asignarse un identificador de trama, por ejemplo, resultado de una operación lógica con algunos o todos los valores de los campos de la trama recibida, por ejemplo, el campo de la dirección destino, para usarse en el acceso a la entrada.

En cada puente que se recibe una trama, se descartan todas las tramas que son recibidas durante el tiempo de guarda por puertos distintos al que causó el registro de la misma dirección MAC origen en la unidad de registro. También, son descartadas las tramas semejantes, las que dan resultado coincidente al realizar una operación lógica sobre las mismas, tal como el chequeo de la misma dirección origen.

Asimismo, el procedimiento de reparación de caminos adicionalmente comprende un proceso de desaprendizaje o borrado de rutas aprendidas, mediante tramas devueltas hacia la dirección MAC origen por el puente que las recibe, sin modificar la trama a retornar. El proceso de desaprendizaje interviene opcionalmente en la reconfiguración de la red para reparar los caminos dañados por un fallo.

De forma que si un enlace o puente no funciona, los puertos conectados a ese enlace eliminan todas las entradas (direcciones SA) de la unidad de registro asociadas al puerto. Cuando una trama unidestino de un flujo llega a cualquiera de los puentes y descubre que no hay camino (dirección asociada al puerto destino) para llegar al destino, el mecanismo de reparación se inicia, por lo que los flujos que ya no están en uso no requieren ser reparados.

El proceso de desaprendizaje o borrado mediante devolución de las tramas con dirección destino afectada por una reconfiguración puede ser provocado por una caída de puente de red, de un enlace, o por caducidad de las direcciones.

En el caso de que la reconfiguración de red se produzca por la caída de un enlace, se hace necesario el borrado de las direcciones aprendidas en los dos puertos del enlace. Cuando se detecta la caída del enlace de forma local los puentes de los dos extremos del enlace actúan borrando todas las direcciones aprendidas en el  
5 puerto conectado a dicho enlace en fallo.

Existen diversos procedimientos de reparación de camino con diversas ventajas e inconvenientes que varían con el procedimiento de encaminamiento utilizado.

10 Se pueden utilizar para la reparación tramas ARP Request y ARP Reply estándar o paquetes especiales de reparación (Path Fail, Path Request, Path Reply).

El uso de paquetes ARP estándar reduce el procesado necesario en los puentes a costa de aumentar el procesado en los terminales, que son quienes procesan los paquetes ARP.

15 El uso de paquetes especiales de reparación permite distinguir entre paquetes de establecimiento de caminos nuevos y paquetes de reparación, estos requieren inspección en cada puente si los paquetes tienen como dirección destino la dirección multicast de todos los puentes.

En la presente invención, el mecanismo básico de reparación de caminos  
20 comprende un nuevo método de reenvío inverso de tramas. En el reenvío inverso cuando una trama con dirección DA se recibe en un puente y no tiene ningún puerto asociado a la dirección destino DA, se devuelve por el puerto que tiene asociada la dirección origen SA de la trama (el mismo puerto por el que se había enviado al puente que la devuelve), la lógica de reenvío del puente actúa de forma inversa,  
25 actuando SA como DA y DA como SA en la lógica de reenvío del puente, de forma que la trama devuelta es reencaminada por el camino inverso que recorrió antes de ser devuelta. El proceso se repite en cada puente de la misma forma con lo que la trama regresa por el camino anterior hasta el puente frontera.

30 Por tanto, cuando una trama llega a un puente y no sabe el destino, pero el puente tiene asociado el puerto a la dirección origen SA, el puente devuelve la trama hacia atrás a través del puerto almacenado asociado en su unidad de registro para la fuente de la trama. Para ello se amplía el modo de reenvío existente respecto al de ARP-Path SA, incluyendo un modo de devolución de tramas unidestino desconocidas  
35 que no requiere modificación alguna de la trama.

Pero ocurre que si, en cualquier puente en el camino hacia atrás, no hay ningún puerto asociado a la dirección de origen SA, caso de que la ruta de llegada no fue simétrica, según el procedimiento descrito, el puente creará una trama especial que se emitirá por todos los puertos para alcanzar el puente frontera origen de la trama unidestino de destino desconocido.

Existen dos variantes del procedimiento de reparación con paquetes especiales: procedimiento de reparación hacia delante y procedimiento de reparación hacia atrás.

En el procedimiento de reparación hacia adelante (preferido), se genera un paquete de Path Fail de difusión dirigido al puente al que está conectado el terminal destino, conteniendo la dirección MAC DA (Destination Address) a reparar. El puente destino genera un Path Request de difusión.

En el procedimiento hacia atrás se genera un paquete de Path Fail de difusión dirigido al puente conectado al terminal origen (el conectado al terminal origen SA) que originó la trama unidestino, el cual genera el Path Request de difusión que bloqueará los puertos de forma análoga a un ARP Request, para empezar a crear el nuevo camino y que es respondido con Path Reply unidestino desde el destino.

#### Función de Proxy de camino (Path-proxy)

La función de proxy de camino permite reducir el tiempo y procesado para la reparación de caminos, reduciendo los mensajes difundidos.

La función de proxy de ruta comprende que cuando un puente recibe un paquete Path Fail o un Path Request referido a la reparación de una dirección MAC que tiene (el puente receptor) asociada y válida a uno de sus puertos, contesta con un mensaje Path Reply unidestino con dirección origen la MAC del destino reparado y con dirección destino la del puente que emitió el Path Fail. Este Path Reply es enviado hacia atrás por el puerto donde se recibió, el cual informa hacia atrás que por ese puerto existe un camino hacia el destino DA MAC. Este mensaje hacia atrás, al recibirse en cada puente, se reenvía por el puerto asociado a la dirección MAC del puente que emitió el Path Fail o Path Request y activa la dirección DA en cada puente atravesado, reparando el camino hacia DA hasta el puente que emitió el Path Fail en difusión.

El puente que emitió el Path Fail puede recibir varios mensajes Path Reply, procedente cada uno de un puente distinto de la red, pero el primero recibido es el que produce el aprendizaje de la dirección MAC. Los demás se descartan. Para ello se

anota el primer Path Reply recibido en una tabla de direcciones recientemente reparadas con una duración de temporizador similar a la de guarda (tiempo superior al necesario para que las tramas recorran toda la red de ida y vuelta).

Por tanto, el procedimiento de reparación de caminos de tramas de datos 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;
- 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;
- 10 - 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;

de forma que cuando la trama recibida no tiene asociada su dirección MAC destino a ningún puerto en la unidad de registro del puente y hay un puerto, en la unidad de registro del puente que recibe la trama, que esté asociado a la dirección MAC origen

15 de la trama recibida, el procedimiento comprende:

- encaminar, las tramas cuya dirección MAC origen está asociada al puerto por el que se reciben, hacia el puerto asociado a dicha dirección MAC origen;
  - descartar las sucesivas tramas recibidas unidestino cuya dirección MAC destino exista en un registro de direcciones en proceso de reparación.
- 20

De forma preferente, el procedimiento comprende establecer un tiempo de guarda que bloquea la modificación de la asociación dirección MAC origen-puerto de entrada y la creación de nuevas asociaciones de dicha dirección MAC a otros puertos del mismo puente.

25

Preferentemente, si ha transcurrido el tiempo de guarda sin recibirse una trama de reparación por el puerto asociado a la dirección MAC origen y la trama de reparación de caminos llega por un puerto distinto al asociado a la dirección MAC origen de la trama, se asocia el puerto por el que se ha recibido la trama a la dirección

30 MAC origen en reparación.

De forma preferente, las tramas de reparación de camino se seleccionan entre:

- tramas estándar ARP Request y ARP Reply;

- paquetes especiales de reparación: Path Fail, Path Request y Path Reply;
- combinaciones de las anteriores.

De forma preferente, el registro de direcciones en proceso de reparación comprende las direcciones MAC destino en proceso de reparación y un temporizador de reparación superior al tiempo necesario para que las tramas de reparación recorran la red. En el registro de direcciones en proceso de reparación se apuntan durante un tiempo asignado al temporizador de reparación, las direcciones MAC destino que se están reparando, para descartar sin procesar más, las tramas sucesivas que se reciben para el mismo destino, evitando el envío de un paquete de reparación por paquete unidestino desconocido recibido.

De forma preferente, el procedimiento, al recibir, un puente de red, una trama de reparación Path Fail o Path Request que comprende una dirección MAC destino que está asociada válidamente a uno de sus puertos en su unidad de registro:

- enviar, hacia atrás por el puerto donde se recibió, una trama Path Reply unidestino con dirección MAC origen la MAC destino de la trama recibida y con dirección MAC destino la MAC origen de la trama recibida;
- asociar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC destino al puerto por donde se recibe la trama;
- enviar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la trama Path Reply recibida por el puerto asociado a la dirección MAC la MAC origen de la trama recibida;
- anotar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC destino recibida en una tabla de direcciones reparadas recientemente y activar un temporizador de guarda;
- anotar, el puente cuya MAC coincida con la MAC destino de la trama Path Reply, la MAC origen de la trama recibida al puerto del puente por el que se recibió la trama;
- descartar, el puente cuya MAC coincida con la MAC destino de la trama Path Reply, las sucesivas tramas Path-Reply cuyas direcciones MAC coincidan con su MAC que se reciban posteriormente durante la validez del temporizador de guarda.

El puente de red configurado para encaminar tramas en el nivel de enlace de datos y en el plano de usuario de acuerdo con el procedimiento de encaminamiento de tramas de datos comprende unos medios de procesamiento configurados para:

- 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;
- 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;
- 10 - 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;

de forma que cuando la trama recibida no tiene asociada su dirección MAC destino a ningún puerto en la unidad de registro del puente y hay un puerto, en la unidad de registro del puente que recibe la trama, que esté asociado a la dirección MAC origen de la trama recibida, los medios de procesamiento configurados para:

- encaminar, las tramas cuya dirección MAC origen está asociada al puerto por el que se reciben, hacia el puerto asociado a dicha dirección MAC origen;
- descartar las sucesivas tramas recibidas unidestino cuya dirección MAC destino exista en un registro de direcciones en proceso de reparación.

De forma preferente, los medios de procesamiento están configurados para establecer un tiempo de guarda que bloquea la modificación de la asociación dirección MAC origen-puerto de entrada y la creación de nuevas asociaciones de dicha dirección MAC a otros puertos del mismo puente.

Preferentemente, si ha transcurrido el tiempo de guarda sin recibirse una trama de reparación por el puerto asociado a la dirección MAC origen y la trama de reparación de caminos llega por un puerto distinto al asociado a la dirección MAC origen de la trama, los medios de procesamiento están configurados para asociar el puerto por el que se ha recibido la trama a la dirección MAC origen en reparación.

De forma preferente, el procedimiento, al recibir, un puente de red, una trama de reparación Path Fail o Path Request que comprende una dirección MAC destino que está asociada válidamente a uno de sus puertos en su unidad de registro:

De forma preferente, al recibir, un puente de red, una trama de reparación Path Fail o Path Request que comprende una dirección MAC destino que está asociada válidamente a uno de sus puertos en su unidad de registro, los medios de procesamiento están configurados para:

- 5           - enviar, hacia atrás por el puerto donde se recibió, una trama Path Reply unidestino con dirección MAC origen la MAC destino de la trama recibida y con dirección MAC destino la MAC origen de la trama recibida;
- asociar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC destino al puerto por donde se recibe la trama;
- 10          - enviar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la trama Path Reply recibida por el puerto asociado a la dirección MAC la MAC origen de la trama recibida ;
- anotar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC destino recibida en una tabla de direcciones reparadas recientemente y activar un temporizador de guarda;
- 15          - anotar, el puente cuya MAC coincida con la MAC destino de la trama Path Reply, la MAC origen de la trama recibida al puerto del puente por el que se recibió la trama;
- descartar, el puente cuya MAC coincida con la MAC destino de la trama Path Reply, las sucesivas tramas Path-Reply cuyas direcciones MAC coincidan con su MAC que se reciban posteriormente durante la validez del temporizador de guarda.
- 20

Finalmente, la invención comprende también una red de telecomunicaciones conmutada que comprenda, al menos, un puente de red como el definido anteriormente.

#### **Breve descripción de los dibujos**

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La Figura 1 muestra una topología de red en la que se muestra un camino establecido entre los terminales A y B.

La Figura 2 muestra la topología de red de la figura 1 en la que se muestra un posible bloqueo de puertos de los puentes de red.

La Figura 3 muestra la misma topología de red en la que el terminal A envía un ARP Reply al terminal C para completar el camino entre C y A.

5 La Figura 4 muestra el desorden provocado en la topología de red.

La Figura 5 muestra otra topología de red en la que se cae un enlace en el camino establecido.

La Figura 6 muestra el intercambio de tramas para establecer un camino alternativo al aplicar el procedimiento de la presente invención.

10 La Figura 7 muestra el intercambio de tramas para establecer un camino alternativo al aplicar el procedimiento de la presente invención.

La Figura 8 muestra otra topología de red con un enlace caído en el camino establecido.

15 La Figura 9 muestra el intercambio de tramas para establecer un camino alternativo al aplicar el procedimiento de la presente invención.

La Figura 10 muestra otra topología de red con un enlace caído en el camino establecido.

20 La Figura 11 muestra el intercambio de tramas estableciéndose un camino alternativo de los dos que inicialmente se forman al aplicar el procedimiento de la presente invención.

### **Descripción detallada de un modo de realización**

25 En la **figura 1** se muestra una topología de red formada por tres terminales A, B y C y siete puentes de red P1, P2, P3, P4, P5, P6 y P7, donde se encuentra establecido un camino entre el terminal A y el terminal B. En los enlaces, próximo a los puentes de red, se observa la dirección MAC origen asociada al puerto de entrada del puente de red.

30 Si el terminal C inicia un ARP Request para conocer al terminal A, podría bloquear los puertos de los puentes de red tal y como muestra la **figura 2**, donde en el triángulo de la izquierda formado por los puentes P1, P2 y P3, en condiciones de balanceo de carga equivalente, se llegaría antes por el enlace superior que une el puente P1 con el puente P3 que por los enlaces inferiores entre los puentes P1-P2 y P2-P3.

35 En este escenario, la **figura 3** muestra la respuesta del terminal A hacia el terminal C con un ARP Reply. En el puente P3, el ARP Reply se encuentra con A ya

aprendido en el puerto inferior, por lo que, siguiendo el procedimiento conocido en la técnica, en ese estado de aprendizaje, un nuevo ARP es más prioritario que el contenido de la tabla de encaminamiento, con lo que la tabla de encaminamiento se modifica de acuerdo a la nueva información.

5           En esta situación, lo más probable es que en el camino más largo, el formado por los puentes P1-P2 y P2-P3, existieran tramas con origen B y destino A, que hubieran pasado por el puente P3 antes del cambio en la tabla de encaminamiento, que no hubieran llegado aún al otro extremo. Este escenario se representa en la **figura 4** donde las tramas t1 y t2, llegaría después de la trama t3 enviada en último  
10           lugar, desordenándose así las tramas enviadas.

Igualmente, esta desordenación podría ocurrir, por ejemplo, en una reparación entre el terminal A y el terminal C en el que se elimine el camino original entre el terminal A y el terminal B a través de P1-P2 y P2-P3, cambiándolo a través de los  
15           puentes de red P1-P3.

Aplicando la presente invención a cualquier tipo de paquetes de reparación especiales ya sean ARP o en mensajes de tipo difusión, para permitir que la invención valide el camino alternativo aprendido.

20           El puente de red de la presente invención, al recibir un paquete que permita crear alternativas (ya sea ARP o uno especial), se apunta el primer camino alternativo que aparezca, en el caso de que el primer puerto por el que el mensaje llegó, no era el puerto que se tenía apuntado correspondiente al camino viejo; en este caso, no se  
25           apuntarían alternativas, pues el camino antiguo seguirá siendo el escogido.

Este camino alternativo será borrado si el mismo paquete especial se recibe por el camino antiguo, caso en el que el camino antiguo sigue siendo válido, y será confirmado si el paquete no se recibe por el camino antiguo, caso en el que el camino antiguo ya no es válido.

30           De esta forma, la presente invención evita modificar un camino aún válido, lo que sucede en la opción actual, con el posible desorden de paquetes que esto producía.

La **figura 5** muestra una topología de red formada por tres terminales D, E y F  
35           y seis puentes de red P8, P9, P10, P11, P12 y P13, donde se encuentra establecido

un camino entre el terminal E y el terminal D y se cae el enlace entre el puente P11 y P13.

La siguiente trama del terminal D al E, t4, genera la reparación, al enviarse hacia atrás, t13, trama de difusión a todos los puentes conteniendo las direcciones origen SA y destino DA de la trama recibida. Cuando la trama t13 llega al puente  
5 frontera origen conectado directamente al terminal D, P8, dicho puente envía un paquete especial Path Request que se propaga por toda la red, tramas t7, t8, t9, t10, t11 y t12.

En el puente P10, si el path request, llega primero por el puerto que ya tiene  
10 almacenado para A, es decir, la trama t7 llega antes que la t9, se mantiene y se refresca dicho camino. Pero, si el path request llega primero por el camino alternativo, es decir, la trama t9 llega antes que la t7, tal y como se puede ver en la **figura 6**, se apunta en el puente P10 el camino alternativo para D, D', sin borrar el camino original (que puede estar en uso, por ejemplo entre D y F). A continuación, se espera un  
15 tiempo para comprobar si llega también, a dicho puente, la trama t7 por el camino original. Tal y como se muestra la topología de la figura 6, la trama acabará llegando, lo que indicará que dicho camino está activo, y se mantendrá, borrándose el alternativo D'.

Sin embargo, no siempre tiene por qué llegar esta réplica del Path request por  
20 el camino original, tal y como ocurre en la topología de las **figuras 8, 9, 10 y 11**. Estas figuras muestran una topología de red formada por tres terminales G, H e I y seis puentes de red P14, P15, P16, P17, P18 y P19, donde, ante la caída del enlace marcado con el aspa (entre P14 y P17) se genera una trama t16 que se propaga como  
25 t17 y t18 y que llega al puente P19 por un camino distinto al original, marcándose igualmente como G' tal y como se muestra en la **figura 8**.

Como el camino original está cortado entre los puentes P14 y P17, no llega una  
réplica de la trama por G. Pasado el tiempo de espera, se eliminará dicho camino G que ya no es válido, y se mantendrá G' como muestra en la **figura 9**, renombrándose  
30 posteriormente como G.

Finalmente, se puede tener una topología como la mostrada en las **figuras 10 y 11**, topología similar a la anterior, pero con un camino alternativo disponible que hará que sí llegue al puente de red una réplica del terminal de origen, el terminal J. Las

figuras 10 y 11 muestran una topología de red formada por tres terminales J, K y L y seis puentes de red P20, P21, P22, P23, P24 y P25.

En este caso, se crearán caminos alternativos en los dos puentes de red del triángulo, P24 y P25, pero sólo uno de ellos va a mantenerse ya que al puente P25, llegará una réplica del Path Request, trama t24, por parte del puente P24, haciendo que se borre el camino alternativo. En el puente P24 también se recibirá una réplica del Path Request, trama t26, procedente de P25, pero al tener ya un J y un J', se descartará (al llegar por un tercer puerto). Por tanto, el nuevo camino quedará establecido por los puentes P20-P21-P22-P24-P25 para alcanzar el camino alternativo al destino, como se puede observar en la **figura 11**.

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

## **REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de 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;
- 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;
- 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 la trama recibida no tiene asociada su dirección MAC destino a ningún puerto en la unidad de registro del puente y hay un puerto, en la unidad de registro del puente que recibe la trama, que esté asociado a la dirección MAC origen de la trama recibida, el procedimiento comprende:

- encaminar sin modificación, las tramas cuya dirección MAC origen está asociada al puerto por el que se reciben, hacia el puerto asociado a dicha dirección MAC origen;
- descartar las sucesivas tramas recibidas unidestino cuya dirección MAC destino exista en un registro de direcciones en proceso de reparación;
- establecer un tiempo de guarda que bloquea la modificación de la asociación dirección MAC origen-puerto de entrada y la creación de nuevas asociaciones de dicha dirección MAC a otros puertos del mismo puente.

25

2. Procedimiento de reparación de caminos de tramas de datos, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** si ha transcurrido el tiempo de guarda sin recibirse una trama de reparación por el puerto asociado a la dirección MAC origen y la trama de reparación de caminos llega por un puerto distinto al asociado a la dirección MAC origen de la trama, se asocia el puerto por el que se ha recibido la trama a la dirección MAC origen en reparación.

3. Procedimiento 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:

35

- tramas estándar ARP Request y ARP Reply;
- paquetes especiales de reparación: Path Fail, Path Request y Path Reply;
- combinaciones de las anteriores.

5     **4.** Procedimiento 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 en proceso de reparación y un temporizador de reparación superior al tiempo necesario para que las tramas de reparación recorran la red.

10

**5.** Procedimiento de reparación de caminos de tramas de datos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al recibir, un puente de red, una trama de reparación Path Fail o Path Request que comprende una dirección MAC destino que está asociada válidamente a uno de sus puertos en su unidad de registro:

15

- enviar, hacia atrás por el puerto donde se recibió, una trama Path Reply unidestino con dirección MAC origen la MAC destino de la trama recibida y con dirección MAC destino la MAC origen de la trama recibida;

- asociar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC destino al puerto por donde se recibe la trama;

20

- enviar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la trama Path Reply recibida por el puerto asociado a la dirección MAC de la trama Path Reply recibida ;

- anotar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC origen recibida en una tabla de direcciones reparadas recientemente y activar un temporizador de guarda;

25

- asociar, el puente que tenga asociada en su tabla de MACs de terminales directamente conectados, la MAC destino de la trama Path Reply, la MAC origen de la trama recibida al puerto del puente por el que se recibió la trama;

30

- descartar, el puente cuya MAC coincida con la MAC destino de la trama Path Reply, las sucesivas tramas Path-Reply cuyas direcciones MAC coincidan con su MAC que se reciban posteriormente durante la validez del temporizador de guarda.

35

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

- 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;
- 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;
- 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;
- 10 **caracterizado por que** cuando la trama recibida no tiene asociada su dirección MAC destino a ningún puerto en la unidad de registro del puente y hay un puerto, en la unidad de registro del puente que recibe la trama, que esté asociado a la dirección MAC origen de la trama recibida, los medios de procesamiento configurados para:
  - 15 - encaminar sin modificación, las tramas cuya dirección MAC origen está asociada al puerto por el que se reciben, hacia el puerto asociado a dicha dirección MAC origen;
  - descartar las sucesivas tramas recibidas unidestino cuya dirección MAC destino exista en un registro de direcciones en proceso de reparación;
  - 20 - establecer un tiempo de guarda que bloquea la modificación de la asociación dirección MAC origen-puerto de entrada y la creación de nuevas asociaciones de dicha dirección MAC a otros puertos del mismo puente.

7. Puente de red, según la reivindicación 6, **caracterizado por que** si ha transcurrido el tiempo de guarda sin recibirse una trama de reparación por el puerto asociado a la dirección MAC origen y la trama de reparación de caminos llega por un puerto distinto al asociado a la dirección MAC origen de la trama, los medios de procesamiento están configurados para asociar el puerto por el que se ha recibido la trama a la dirección MAC origen en reparación.

- 30 **8.** Puente de red, según cualquiera de las reivindicaciones 6-7, **caracterizado por que** las tramas de reparación de camino se seleccionan entre:
- tramas estándar ARP Request y ARP Reply;
  - paquetes especiales de reparación: Path Fail, Path Request y Path Reply;
  - combinaciones de las anteriores.

5 **9.** Puente de red, según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, **caracterizado por que** el registro de direcciones en proceso de reparación comprende las direcciones MAC destino en proceso de reparación y un temporizador de reparación superior al tiempo necesario para que las tramas de reparación recorran la red.

10 **10.** Puente de red, según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, **caracterizado por que** al recibir, un puente de red, una trama de reparación Path Fail o Path Request que comprende una dirección MAC destino que está asociada válidamente a uno de sus puertos en su unidad de registro, los medios de procesamiento están configurados para:

- 15 - enviar, hacia atrás por el puerto donde se recibió, una trama Path Reply unidestino con dirección MAC origen la MAC destino de la trama recibida y con dirección MAC destino la MAC origen de la trama recibida;
- 20 - asociar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC origen al puerto por donde se recibe la trama;
- enviar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la trama Path Reply recibida por el puerto asociado a la dirección MAC destino de la trama recibida ;
- 25 - anotar, cada puente que recibe la trama Path Reply, la dirección MAC origen recibida en una tabla de direcciones reparadas recientemente y activar un temporizador de guarda;
- asociar, el puente que tenga asociada en su tabla de MACs de terminales directamente conectados, la MAC destino de la trama Path Reply, la MAC origen de la trama recibida al puerto del puente por el que se recibió la trama;
- 30 - descartar, el puente cuya MAC coincida con la MAC destino de la trama Path Reply, las sucesivas tramas Path-Reply cuyas direcciones MAC coincidan con su MAC que se reciban posteriormente durante la validez del temporizador de guarda.

**11.** Red de telecomunicaciones conmutada **caracterizada por que** comprende al menos un puente de red definido según cualquiera de las reivindicaciones 6-10.

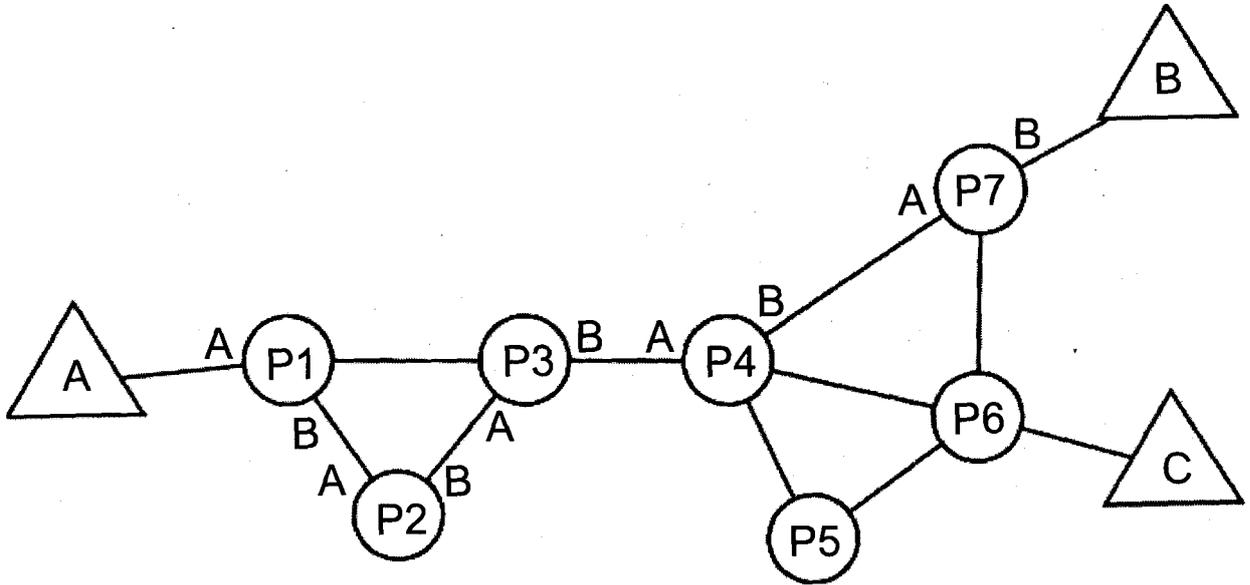


FIG. 1

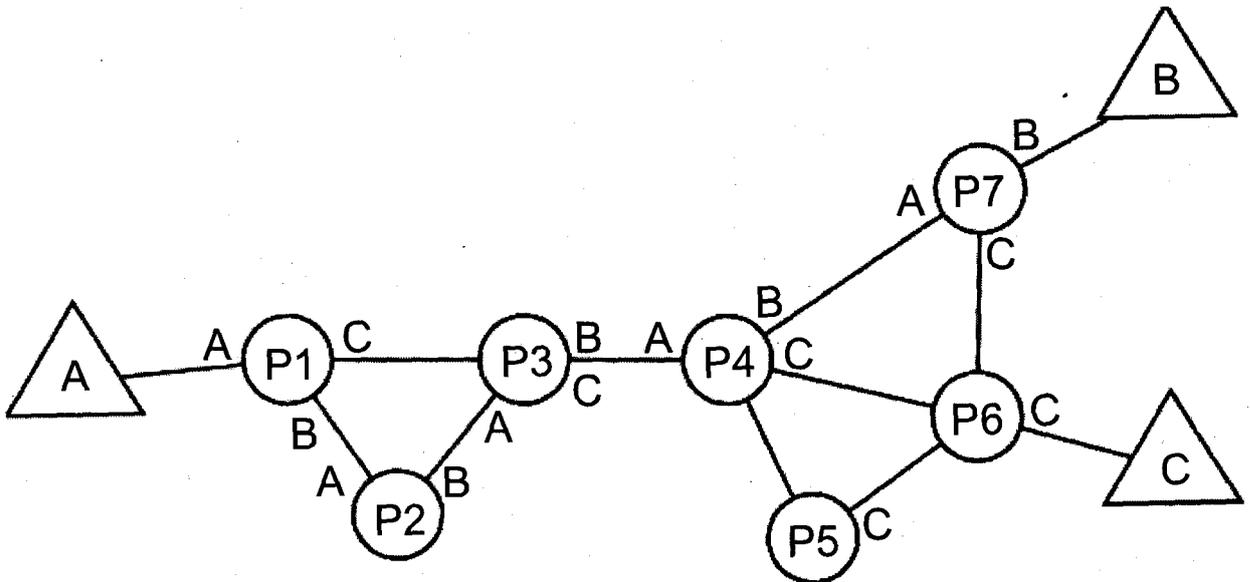


FIG. 2

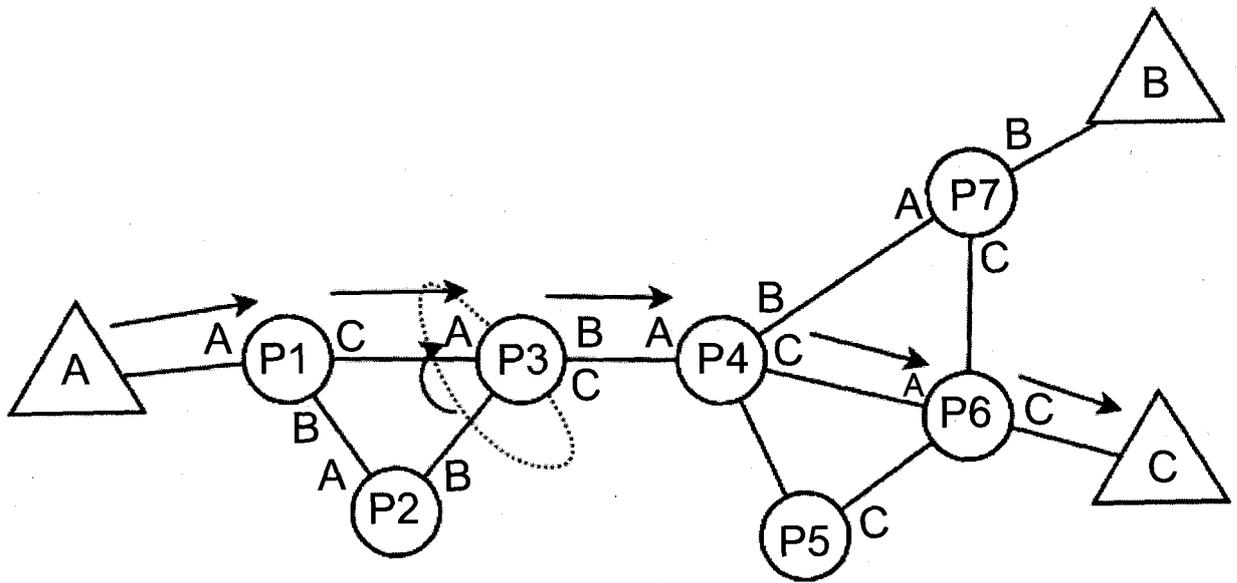


FIG. 3

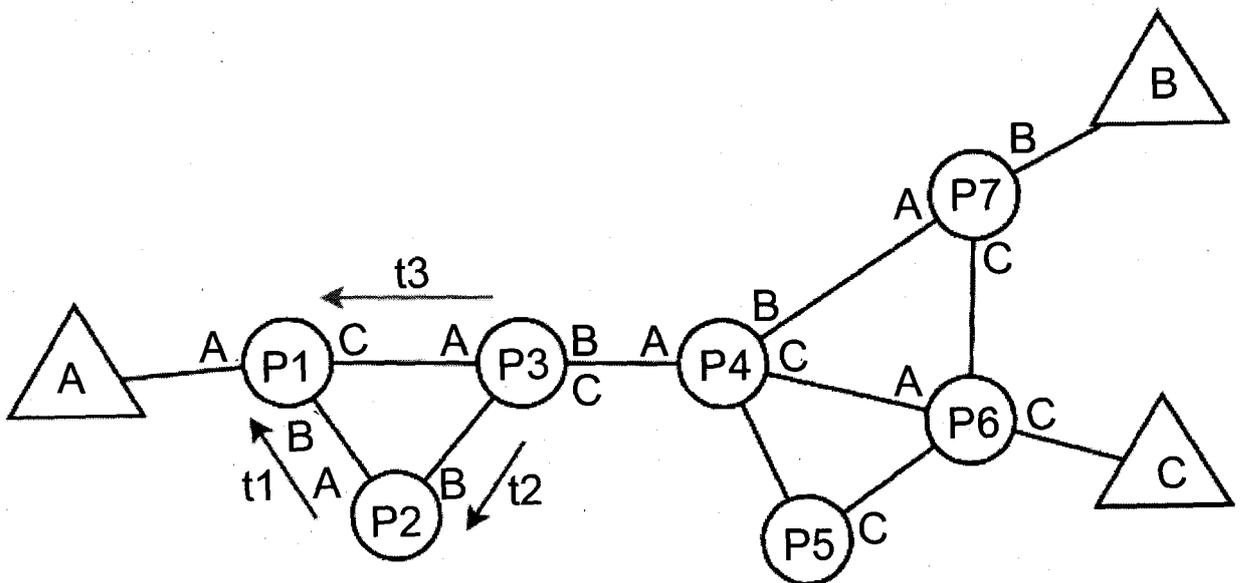
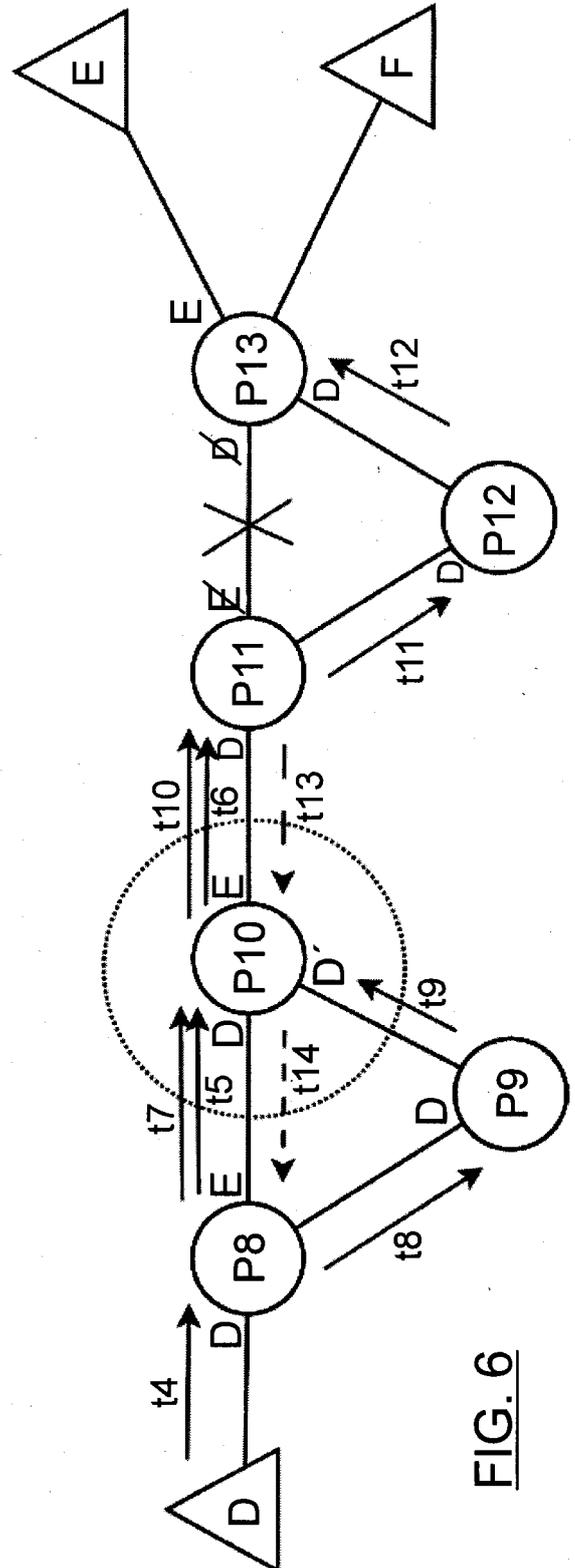
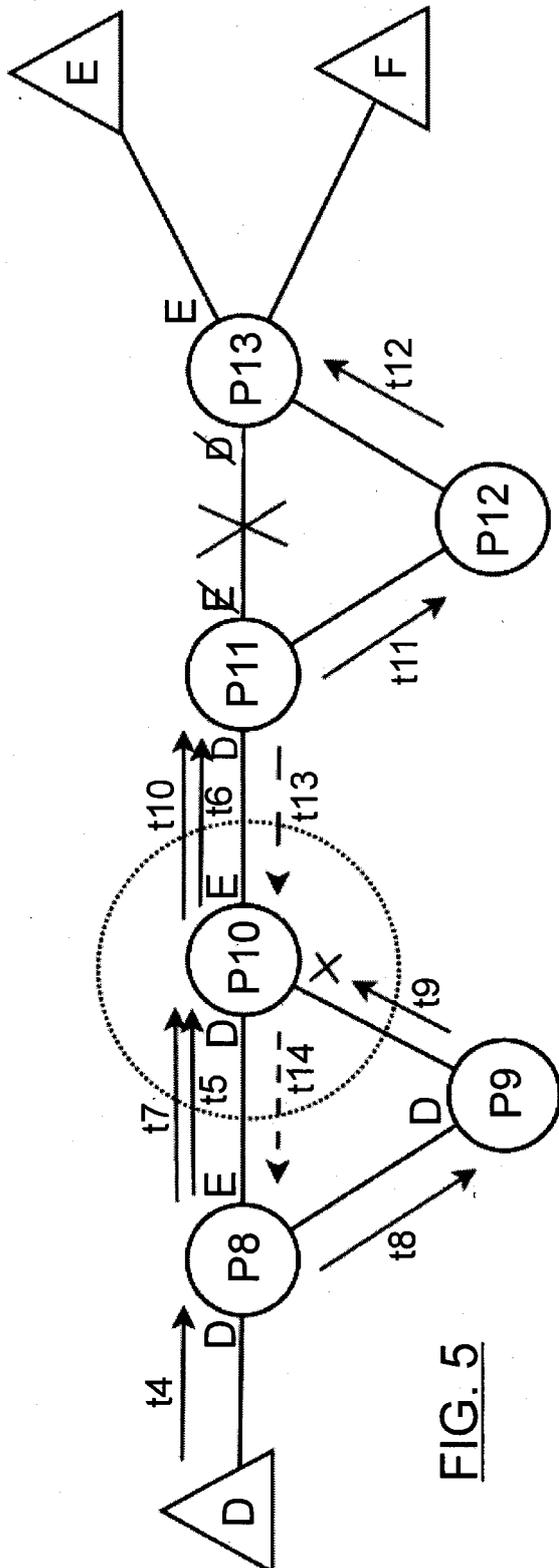


FIG. 4



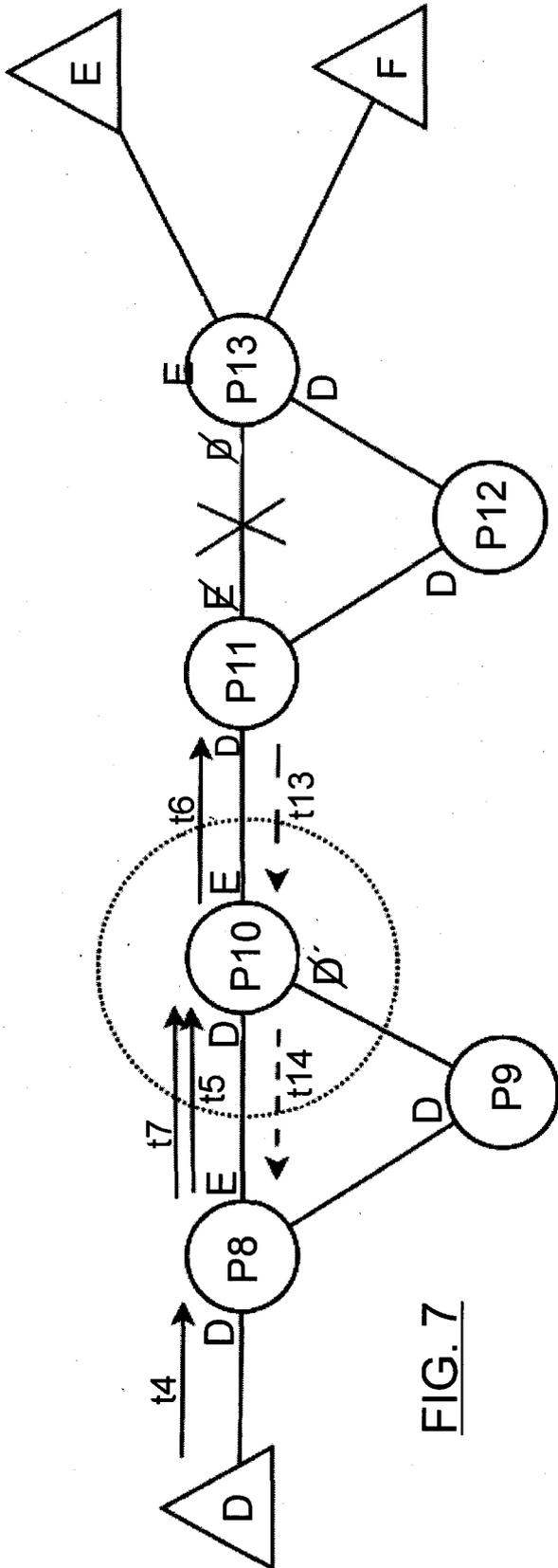


FIG. 7

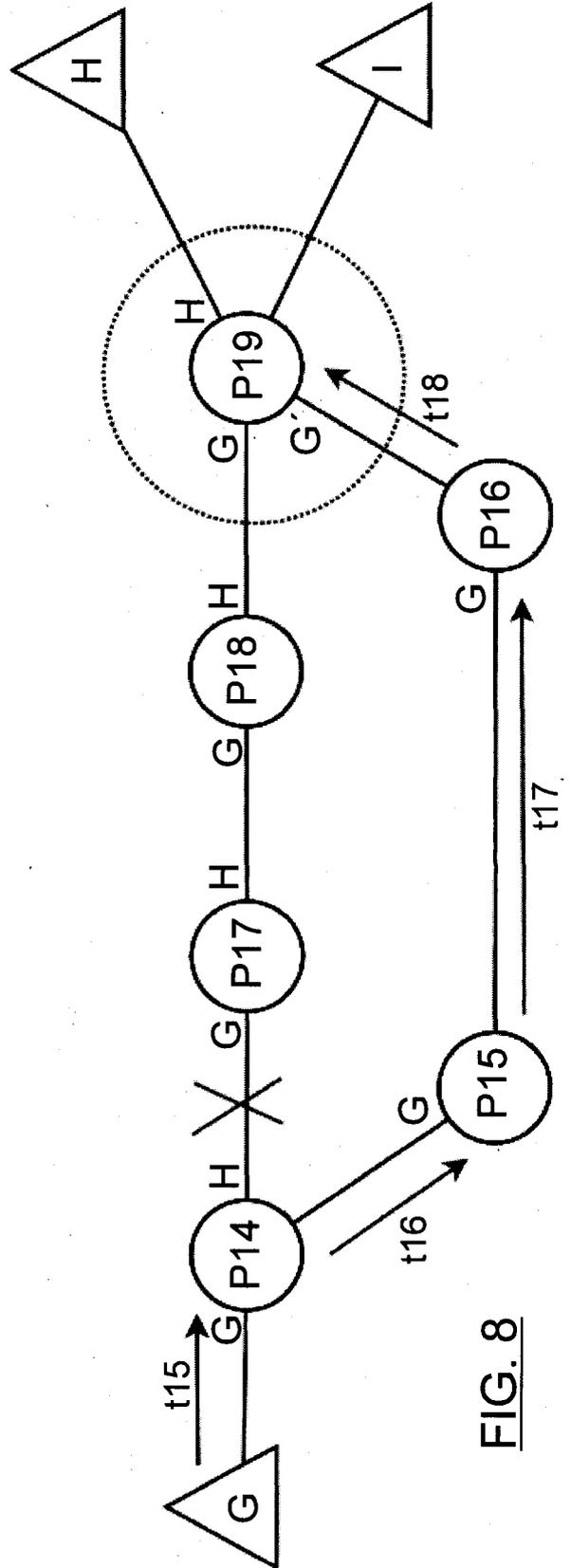
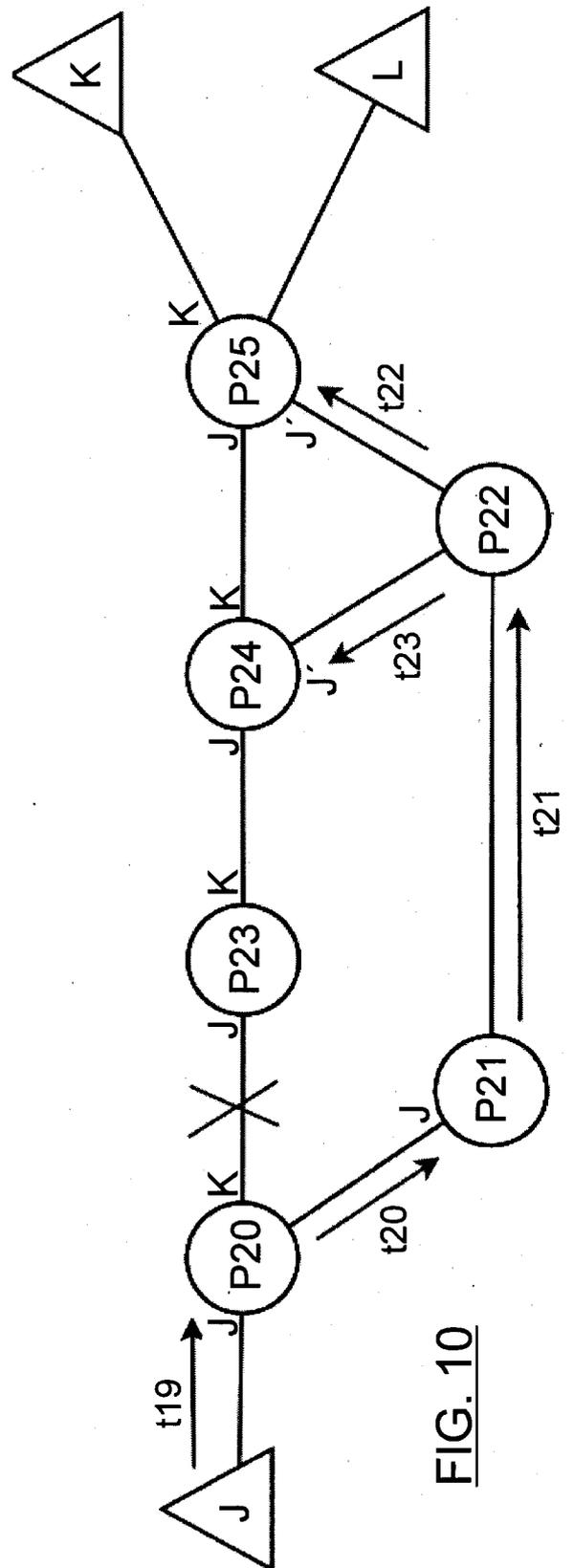
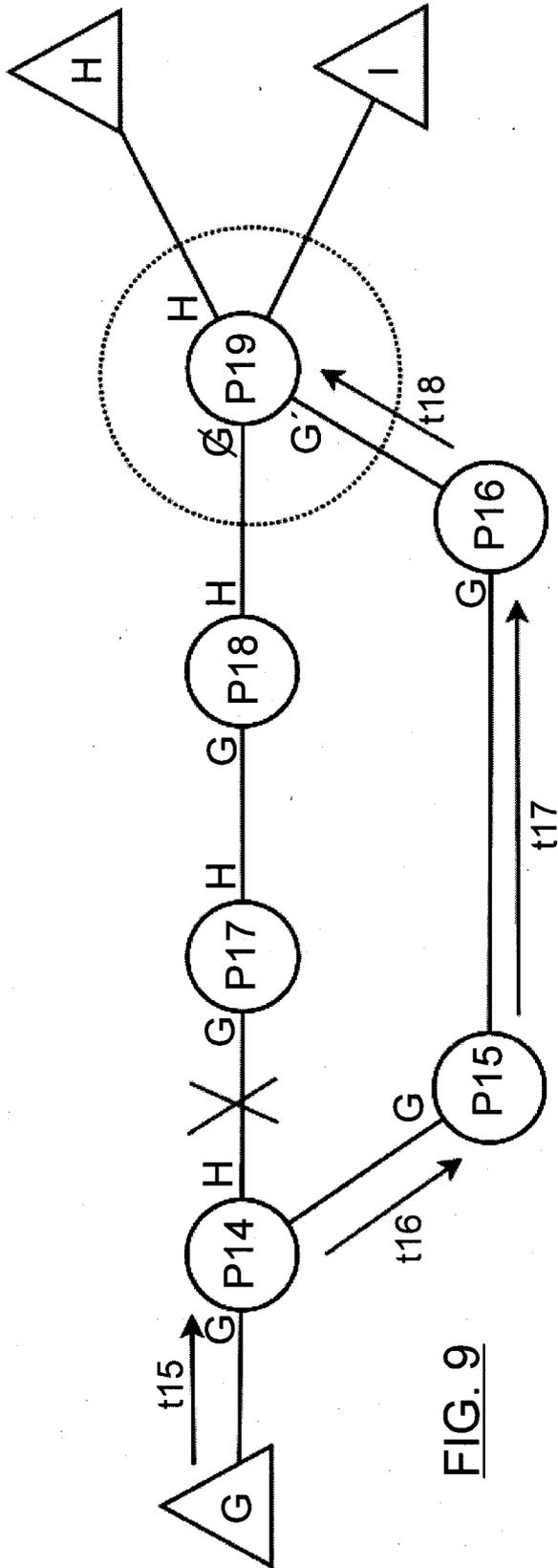


FIG. 8



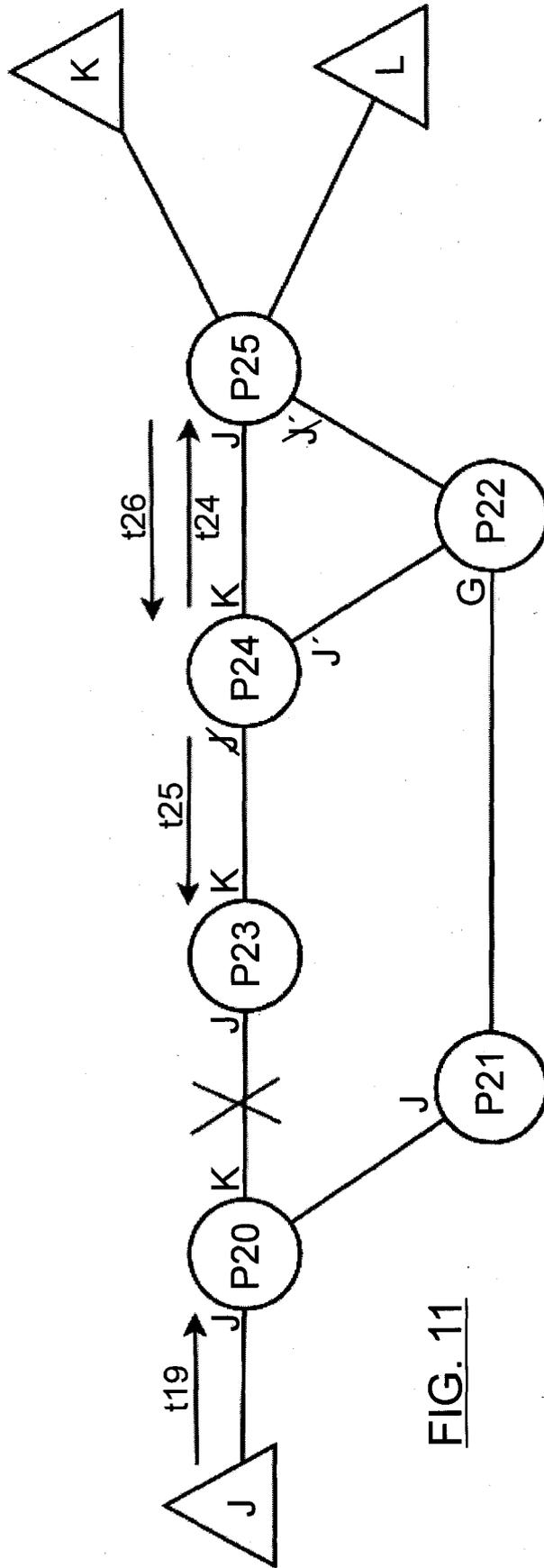


FIG. 11



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201100516

②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.05.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H04L12/24** (2006.01)  
**H04L12/56** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GUILLERMO IBAÑEZ; JUAN A CARRAL; ALBERTO GARCIA-MARTINEZ; JOSE MARCO; DIEGO RIVERA; ARTURO AZCORRA "Fast Path Ethernet Switching: On-demand, efficient transparent bridges for data center and campus networks" 2010 17th IEEE Workshop on local and Metropolitan Area Networks (LANMAN), págs. 1-7. ISBN 978-1-4244-6067-0; ISBN 1-4244-6067-0	1,4-7,10-13
A	EP 2242215 A1 (ALCATEL LUCENT) 20-1-2010,	1
A	US 2003016624 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT) 23-1-2003,	1

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  
22.08.2012

Examinador  
M. Muñoz Sanchez

Página  
1/5

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, WPI, XPI3E, NPL, XPIEE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.08.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 2-3,8-9	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1,4-7,10-13	<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	GUILLERMO IBAÑEZ; JUAN A CARRAL; ALBERTO GARCIA-MARTINEZ; JOSE MARCO; DIEGO RIVERA; ARTURO AZCORRA "Fast Path Ethernet Switching: On-demand, efficient transparent bridges for data center and campus networks" 2010 17th IEEE Workshop on local and Metropolitan Area Networks (LANMAN), págs. 1-7. ISBN 978-1-4244-6067-0 ; ISBN 1-4244-6067-0	05.05.2010
D02	EP 2242215 A1 (ALCATEL LUCENT)	20.01.2010
D03	US 2003016624 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT)	23.01.2003

**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 más próximo del estado de la técnica al objeto de la solicitud.

**Reivindicaciones independientes**

Reivindicación 1: El documento D01, divulga un método para el encaminamiento de tramas de datos a través de una pluralidad de puentes de red. En éste:

- se asocia al dirección MAC origen recibida en un puente de red al puerto por el que primero llega una trama procedente de esta dirección MAC origen estableciendo un indicador de caducidad para la asociación, mientras dure esta asociación se descartarán las sucesivas tramas que provienen de la dirección MAC origen
- se borra en el puente la asociación entre el puerto y la dirección MAC tras expirar el tiempo establecido para la asociación o cuando el enlace se identifique como caído
- cuando se recibe una trama con una dirección MAC no asociada a ningún puerto se devuelve la trama hacia el terminal origen

La diferencia entre D01 y el documento de la solicitud es que no se dice qué se hace en caso de llegar a un puente sucesivas tramas con la dirección MAC de destino mencionada. La acción de descartar suele ser la habitual en estas situaciones y por tanto resultaría evidente para el experto en la materia. En conclusión la reivindicación 1 no posee actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicación 7: el puente de red reivindicado comprende unos medios de procesamiento configurados para ejecutar las operaciones de la reivindicación 1 y que por tanto se encuentran también implícitamente en el documento D01. En conclusión, la reivindicación 7 no presenta actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

**Reivindicaciones dependientes**

Reivindicación 2: el tiempo de guarda no se haya en el documento D01 y tiene el efecto técnico de retener la asociación entre dirección MAC y origen puerto de entrada para evitar que tramas que circularan por un camino nuevo adelanten a las que discurren por un camino antiguo. El documento D02 por su parte divulga por su parte un procedimiento con redundancia para establecer una ruta alternativa entre un origen y un destino y a su vez borrar las asociaciones puerto de entrada dirección MAC origen para enviar una trama y que recorra el camino inverso. Finalmente el documento D03 divulga un método para gestionar el envío de tramas a través de una red de comunicaciones cuando se ha producido un fallo en un puerto o enlace que impide enviar las tramas por el puerto preferido. Entonces se identifica una ruta alternativa por la que se envían. El problema técnico planteado en el documento de la solicitud, evitar desorden en el flujo de tramas mientras se están reparando enlaces, no aparece en ninguno de los documentos D01, D02 o D03 y al no haberse reconocido previamente su solución implica actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicación 3: esta reivindicación posee actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes al depender de la reivindicación 2 que en sí misma tiene actividad inventiva.

Reivindicación 4: en la medida en la que dependa de la reivindicación 1 el contenido de esta reivindicación, uso de las tramas de reparación, queda ligado al contenido de la reivindicación 1 como es comúnmente conocido y por tanto resulta evidente para el experto en la materia.

Reivindicación 5: una vez que una dirección de destino se sabe que se está reparando el experto en la materia consideraría natural como comúnmente se hace, no seguir enviando tramas hacia ese destino y por tanto el contenido de esta reivindicación resulta evidente para el experto en la materia.

Reivindicación 6: las operaciones indicadas coinciden con las de confirmación de ruta entre destino y origen que se mencionan en D01.

Por tanto las reivindicaciones 4-6 no poseen actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicaciones 8-12: la configuración del puente es estrictamente la necesaria para ejecutar el procedimiento reivindicado en las reivindicaciones correspondientes 2-6. Por tanto haciendo las consideraciones de aquellas las reivindicaciones 8 y 9, correspondientes a las reivindicaciones 2 y 3, tienen actividad inventiva mientras que las reivindicaciones 10-12, correspondientes a las reivindicaciones 4-6, carecen de actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicación 13: esta reivindicación, adicionalmente a un/os puente/s de red según, por ejemplo, la reivindicación 7, reivindica cualesquiera elementos necesarios (típicos o comúnmente conocidos) para constituir una red de telecomunicaciones. Por tanto esta reivindicación no tiene actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes