

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 070**

51 Int. Cl.:

H04L 12/701 (2013.01)

H04L 12/931 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2010** **E 10715439 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013** **EP 2422493**

54 Título: **Puenteo del control de acceso a medios en una red mallada**

30 Prioridad:

23.04.2009 US 171954 P

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

08.01.2014

73 Titular/es:

FUTUREWEI TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
1700 Alma Drive Suite 500
Plano, Texas 75075, US

72 Inventor/es:

MACK-CRANE, T. BENJAMIN;
SULTAN, ROBERT y
DUNBAR, LINDA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 437 070 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

Puenteo del control de acceso a medios en una red mallada

ANTECEDENTES

5 La comunicación y las redes de datos modernas, tales como las redes basadas en Ethernet, están comprendidas de nodos que transportan datos a través de la red. Los nodos pueden incluir encaminadores ("routers"), conmutadores, y/o puentes que transportan las tramas o paquetes de datos individuales a través de la red. Por ejemplo, los conmutadores Ethernet que cumplen con el 802.1 Q del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) reenvían tramas de datos basándose en su base de datos de filtrado (FDB) aprendida o provisionada. Como tal, las tramas pueden ser reenviadas basándose en una dirección de destino asociada (DA) y un identificador (VID) de una red de área local virtual (VLAN). Si la FDB no comprende una entrada que corresponde con una DA y un VID de trama entrante, la trama puede ser inundada a todos los puertos excepto a aquél sobre el que ha llegado la trama. Por consiguiente, las tramas de datos pueden ser reenviadas entre los nodos en una sola red (o dominio) o en diferentes redes (o dominios).

15 El documento US 7.515.600 B1 describe un método para sincronizar una base de datos relacionada con un primer nodo en una red con múltiples nodos. Cada nodo incluye una base de datos diferente procedente de una base de datos sobre un nodo diferente. Un mensaje de control de encuesta es enviado a cada nodo en un conjunto candidato de uno o más nodos en la red, que son diferentes del primer nodo. En respuesta al mensaje de control de encuesta, el primer nodo recibe un primer conjunto de uno o más mensajes procedentes de un nodo diferente del primer nodo. El primer conjunto indica una parte procedente de la base de datos del nodo particular. La parte es relevante para el primer nodo. Una parte particular de una primera base de datos para el primer nodo es derivada desde el primer conjunto de mensajes. La parte particular es menor que la totalidad de la primera base de datos. Estas técnicas permiten que el primer nodo derive su base de datos completa desde múltiples nodos adyacentes.

25 El documento WO 2009/023791 A1 describe un método para tratar eventos de enlace descendente asociados con enlaces entre nodos adyacentes. Un nodo recibe eventos de enlace descendente con un protocolo de fallo de enlace para un enlace entre el nodo y un nodo contiguo. En respuesta a la recepción del evento de enlace descendente, el nodo elimina una estructura de datos asociada con el nodo contiguo de una tabla de reenvío asociada con un protocolo de encaminamiento que se ejecuta en el nodo. El nodo reserva la estructura de datos para una recuperación de contigüidad rápida.

RESUMEN

30 En una realización, la descripción incluye un método que comprende inhabilitar una pluralidad de entradas de FDB que corresponden a una pluralidad de direcciones que están asociadas con un puerto, y enviar las direcciones en una trama de control.

Estas y otras características resultarán más claramente comprendidas a partir de la siguiente descripción detallada tomada en unión con los dibujos y reivindicaciones adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 Para una comprensión más completa de esta descripción, se ha hecho a continuación referencia a la siguiente breve descripción, tomada en conexión con los dibujos adjuntos y la descripción detallada, en los que los números de referencia similares representan partes similares.

La fig. 1 es un diagrama esquemático de una realización de un trayecto puenteado en una red.

La fig. 2 es un diagrama esquemático de otra realización de un trayecto puenteado en una red.

40 La fig. 3 es un diagrama esquemático de una realización de un trayecto puenteado fallado en una red.

La fig. 4A es un diagrama de flujo de una realización de un método de aprendizaje y reenvío.

La fig. 4B es un diagrama de flujo de otra realización de un método de aprendizaje y reenvío.

La fig. 4C es un diagrama de flujo de otra realización de un método de aprendizaje y reenvío.

La fig. 5 es un diagrama de flujo de otra realización de un método de aprendizaje y reenvío.

45 La fig. 6 es un diagrama de flujo de otra realización de un método de aprendizaje y reenvío.

La fig. 7A es un diagrama de flujo de otra realización de un método de aprendizaje.

La fig. 7B es un diagrama de flujo de otra realización de un método de aprendizaje y reenvío.

La fig. 8 es un diagrama de flujo de una realización de un método de aprendizaje y reenvío.

La fig. 9 es un diagrama de flujo de una realización de un método de inhabilitación y reenvío de dirección.

La fig. 10 es un diagrama esquemático de una realización de un sistema informático de propósito general.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 Debe comprenderse en principio que aunque se ha proporcionado a continuación una puesta en práctica ilustrativa de una o más realizaciones, los sistemas y/o métodos descritos pueden ser puestos en práctica utilizando cualquier número de técnicas, ya sean conocidas o existan actualmente. La descripción no debe en ningún modo estar limitada a las puestas en práctica ilustrativas, dibujos y técnicas ilustradas a continuación, incluyendo los diseños y puestas en práctica ejemplares ilustrados y descritos aquí, sino que pueden ser modificadas dentro del marco de las reivindicaciones adjuntas junto con su marco completo de equivalencias.

10 Típicamente los conmutadores de Ethernet pueden establecer entradas de FDB para puentear el Control de Acceso a los Medios (MAC) utilizando inundación y aprendizaje (por ejemplo inundación de trama y aprendizaje de dirección) basado en una topología de árbol de red. La configuración de topología de árbol de red puede permitir el uso de inundación y aprendizaje para establecer entradas de FDB para tramas de datos unidifusión. Adicionalmente, un protocolo de encaminamiento de estado de enlace basado en una topología de red puede ser usado para establecer un trayecto de

15 coste menor y así un Puenteo de Trayecto Más Corto (SPB) conseguido. Sin embargo, el método de encaminamiento de estado de enlace puede tener varias desventajas, incluyendo la necesidad de distribuir una base de datos de topología de red a una pluralidad de puentes en la red.

Se han descrito aquí sistemas y métodos para puentear el MAC utilizando un comportamiento de inundación de trama y de aprendizaje de dirección. Consecuentemente, una pluralidad de nodos (por ejemplo puentes) en una red pueden

20 establecer entradas de FDB, por ejemplo, localmente, utilizando inundación y aprendizaje mejorados sin el requerimiento (o limitación) de una topología de árbol de red. La red puede ser una Red de Área Local (LAN) o puede comprender una pluralidad de VLAN que pueden ser identificadas utilizando diferentes VID. Los VID pueden ser usados en las entradas de FDB para asociar los puertos de nodo con las VLAN correspondientes. El comportamiento de inundación y aprendizaje pueden también establecer un trayecto de retardo más corto sin utilizar encaminamiento de estado de enlace y por ello sin tener una carga adicional de base de datos de topología. Adicional o alternativamente, el comportamiento de inundación y aprendizaje pueden permitir equilibrar la carga sobre los enlaces de trayecto establecidos en la red. La

25 entradas de la FDB pueden ser establecidas aprendiendo una SA para una trama recibida sobre un único puerto e inundando una trama recibida que comprende una DA desconocida solo si la trama es recibida en el puerto sobre el que ha sido aprendida la SA de la trama. De modo equivalente, en el caso de una pluralidad de VLAN en la red, las entradas de FDB pueden ser establecidas aprendiendo pares de SA/VID para la trama recibida e inundando la trama sobre todos los puertos de nodo asociados con el VID de trama excepto sobre el puerto en el que la trama fue recibida. Como se ha descrito aquí, el término dirección y pares de dirección/VID puede ser intercambiables, por ejemplo en el caso de manejar tráfico para múltiples VLAN. Tal comportamiento de aprendizaje e inundación puede reducir la cantidad de tráfico reenviado en la red y puede proporcionar un trayecto de retardo más corto y/o equilibrar la carga de tráfico.

30 Adicionalmente, las tramas de control pueden ser reenviadas entre los nodos para volver a aprender las entradas de FDB, por ejemplo, debido a un nuevo posicionamiento de un sistema externo o añadir un enlace, o a inhabilitar entradas de FDB, por ejemplo debido a un fallo de enlace.

35

La fig. 1 ilustra una realización de un trayecto puenteadado en una red 100 que comprende una pluralidad de nodos de

40 extremidad 110 y nodos internos 120. La red 100 puede ser cualquier red dentro de la cual una pluralidad de paquetes de datos puede ser transportada entre los nodos de extremidad 110, los nodos internos 120, o ambos. Por ejemplo, la red 100 puede ser una red basada en Ethernet configurada para transferir tramas o paquetes de Ethernet entre nodos de extremidad 110 mediante los nodos internos 120. En una realización, la red 100 puede ejecutar cualquiera de una variedad de protocolos, tales como Ethernet, o Protocolo de Internet (IP), entre otros. Los nodos de extremidad 110 y los nodos internos 120 pueden ser acoplados entre sí utilizando enlaces ópticos, enlaces eléctricos, enlaces inalámbricos, o combinaciones de los mismos. Las líneas de flecha en la fig. 1 muestran flujos de paquetes en algunos de los enlaces que pueden existir entre los nodos de extremidad 110 y los nodos internos 120. Los nodos de extremidad 110 y los nodos internos 120 pueden también ser conectados por otros enlaces que no se han mostrado en la fig. 1. Los nodos de extremidad 110 y los nodos internos 120 pueden ser cualesquiera dispositivos o componentes que pueden producir, recibir y/o transportar paquetes de datos. Por ejemplo, los nodos de extremidad 110 y los nodos internos 120 pueden

50 incluir puentes, conmutadores, encaminadores, o distintas combinaciones de tales dispositivos. Los nodos de extremidad 110 y los nodos internos 120 pueden comprender cada uno una pluralidad de puertos para recibir y/o reenviar paquetes procedentes de otros nodos, y circuitos lógicos para determinar a qué nodo o nodos hay que reenviar los paquetes. Los nodos de extremidad 110 pueden comprender puertos fuente y/o puertos de destino, que pueden producir y/o recibir corrientes de datos. En una realización, los nodos de extremidad 110 pueden ser nodos periféricos o de borde, por ejemplo Puentes Periféricos de Proveedor (PEB) o Puentes Periféricos Principales (BEB). En otras realizaciones, los

55 nodos de extremidad 110 pueden ser servidores o pueden estar acoplados a dispositivos orientados al usuario, tales como ordenadores de sobremesa, ordenadores portátiles, agendas digitales personales (PDA), u otros dispositivos de comunicación.

Los nodos internos 120, por ejemplo los nodos internos 120a, 120b, 120c, 120d, 120e, 120f, 120g y 120h, pueden ser

configurados para reenviar paquetes, por ejemplo paquetes de Ethernet, entre los nodos de extremidad 110. Por ejemplo, los nodos internos 120 pueden ser puentes que reenvían los paquetes entre los nodos de extremidad 110. Los paquetes pueden ser reenviados entre los nodos internos 120 sobre un trayecto puenteado y así ser intercambiados entre cualesquiera dos nodos de extremidad 110. El trayecto puenteado puede ser aprendido basándose en direcciones asociadas con los nodos de extremidad 110. Específicamente, los paquetes pueden comprender una SA que indica un puerto fuente o interfaz de uno de los nodos de extremidad 110, una DA que indica un puerto de destino o interfaz de uno de los nodos de extremidad 110, o ambos. La SA y/o la DA pueden ser direcciones de MAC, que pueden ser mantenidas en FDB locales en los nodos internos 120 y asociadas con los puertos de los nodos internos 120. Alternativamente las direcciones pueden ser mantenidas y asociadas con los puertos en un FDB en un plano de gestión o un sistema de gestión (MS), que puede ser cualquiera de los nodos de extremidad 110 o de los nodos internos 120.

En una realización, los nodos internos 120 pueden ser configurados para reenviar un paquete o trama desde un primer nodo de extremidad 110 a un segundo nodo de extremidad 110 basándose en un comportamiento de inundación y aprendizaje de acuerdo con la SA y la DA en la trama. Por ejemplo, los nodos internos 120 pueden corresponder a un dominio de puente mallado, donde el comportamiento de inundación y aprendizaje puede ser utilizado de acuerdo con una topología de malla general que puede no ser restringida a una topología a modo de árbol. Sin embargo, los nodos de extremidad 110 pueden ser externos al dominio de puente mallado y como tal pueden no operar basado en el mismo comportamiento de inundación y aprendizaje de los nodos internos 120. Específicamente, cuando un nodo interno 120 recibe una trama que comprende una SA desconocida mediante un puerto de recepción o fuente, el nodo interno 120 puede asociar la SA con el puerto fuente si la SA no es encontrada en el FDB del nodo interno (o en el plano de gestión/MS). Los nodos internos pueden también ser configurados para asociar la SA con un único puerto, por ejemplo añadir una única entrada de FDB para la SA. Además, si la trama recibida comprende una DA desconocida y la trama no está etiquetada como una trama de inundación, entonces el nodo interno 120 puede etiquetar la trama como una trama de inundación e inundar la trama sobre la totalidad de sus puertos excepto el puerto en el que ha sido recibida la trama, es decir el puerto fuente de SA. En una realización, la trama puede ser etiquetada como una trama de inundación cuando es transmitida sobre puertos internos acoplados a nodos internos contiguos 120. Sin embargo la trama puede no ser modificada o etiquetada como una trama de inundación cuando es transmitida sobre un puerto externo acoplado a un nodo 110 que es externo al dominio de puente mallado. En el caso de una pluralidad de VLAN en la red, la trama puede ser inundada sobre todos los puertos asociados con el VID de la trama excepto el puerto sobre el que ha sido recibida la trama.

Si una trama inundada, por ejemplo etiquetada como una trama de inundación, es recibida sobre un puerto que no está asociado con la SA en la trama, entonces el nodo interno 120 puede filtrar la trama, por ejemplo desechar o desaprender la trama. Como tal, la trama recibida sobre un puerto fuente asociado con la SA y que comprende una DA desconocida puede ser inundada en un único salto entre cada dos nodos internos 120 pero puede no ser inundada sobre saltos subsiguientes entre nodos internos subsiguientes 120. Este comportamiento de inundación puede impedir la propagación de la trama sobre múltiples enlaces subsiguientes, por ejemplo múltiples inundaciones subsiguientes, y por tanto reducir la carga y congestión de la red e impedir la formación de bucles.

Por ejemplo, el nodo de extremidad 110a puede enviar una trama, por ejemplo una trama unidifusión, destinada al nodo de extremidad 110b y que comprende una SA "AA" correspondiente al nodo de extremidad 110a y una DA "ZZ" correspondiente al nodo de extremidad 110b. El nodo interno 120a puede recibir la trama sobre un puerto y puede no encontrar la SA "AA" en la FDB local ya que la dirección "AA" puede no estar asociada con ningún puerto del nodo interno 120a. Así, el nodo interno 120a puede añadir una entrada en la FDB que asocia la dirección "AA" con el puerto fuente. En la fig. 1, los puertos fuente asociados con la dirección "AA" están representados por cajas diseñadas con líneas diagonales. Además, el nodo interno 120a puede no encontrar la DA "ZZ" en la FDB local. Por consiguiente, el nodo interno 120a puede etiquetar la trama como una trama de inundación, e inundar la trama sobre su puertos, pero no sobre el puerto fuente. Por tanto, cada uno de los nodos internos 120b y 120c puede recibir una copia de la trama que está etiquetada como una trama de inundación.

En una realización, la trama puede ser etiquetada, por ejemplo como una trama de inundación, inhabilitación, y/o desaprendizaje, añadiendo una etiqueta a la trama que indica que la trama es inundada desde un nodo fuente o contiguo. Alternativamente, la trama puede ser etiquetada configurando un bit en la trama, por ejemplo un bit de grupo en la SA en la cabecera o cualquier bit que haya de ser reservado en la cabecera, lo que indica que la trama es inundada. Sin embargo, cuando se aprende la SA en la trama inundada, el bit de SA utilizado para indicar una trama inundada puede ser repuesto en la FDB. En otra realización, la trama inundada puede ser enviada utilizando una Trama de Control de Retransmisión (RCF).

Los nodos internos 120b y 120c pueden utilizar el mismo comportamiento de aprendizaje y inundación que el nodo interno 120a. Como tal, los nodos internos 120b y 120c pueden asociar la dirección "AA" con su puertos fuente correspondientes, etiquetar las tramas como tramas de inundación, e inundar las tramas sobre sus puertos a sus nodos contiguos, por ejemplo los nodos internos 120d, 120e y 120f, pero no sobre sus puertos fuente correspondientes. Sin embargo, el nodo interno 120f puede recibir dos copias de la trama de inundación desde cada uno de los nodos internos 120b y 120c sobre dos puertos diferentes. En este caso, el nodo interno 120f puede asociar la dirección "AA" con sólo uno de los dos puertos, que puede ser el primer puerto que recibe una copia de la trama. Por ejemplo, el nodo interno 120f puede asociar la dirección "AA" con el puerto fuente acoplado al nodo interno 120c, que está representado por la

caja diseñada en la fig. 1. Subsiguientemente, cuando el nodo interno 120f recibe la segunda copia de la trama de inundación desde el nodo interno 120b, el nodo interno 120f puede reconocer que la SA "AA" en la trama está asociada con otro puerto fuente y por tanto puede filtrar la trama.

Similantemente, el nodo interno 120e puede recibir una primera copia de la trama de inundación sobre un primer puerto fuente desde el nodo interno 120b, y a continuación una segunda copia de la trama de inundación sobre un segundo puerto desde el nodo interno 120d. Como tal, el nodo interno 120e puede asociar la dirección "AA" con el primer puerto fuente, inundar la primera copia de la trama, y desechar la segunda copia de la trama. Los nodos internos restantes 120 d, 120h y 120g pueden también recibir tramas inundadas y poner en práctica la misma lógica de inundación y aprendizaje que los nodos internos previos 120. Como tal, los nodos internos 120 pueden cada uno asociar la dirección "AA" con un puerto fuente correspondiente e inundar la trama sobre sus puertos excepto en sus puertos fuente correspondientes, o desechar la trama cuando no es recibida sobre el puerto fuente asociado a la SA. Así, una copia de la trama de inundación puede ser entregada al nodo de extremidad 110b por el nodo interno 120g. La etiqueta de inundación puede ser retirada ante transmitir la trama al nodo externo 110b. Los trayectos de las tramas reenviadas que comprenden la SA "AA" están mostrados por líneas de flecha de línea continua en la fig. 1.

A continuación, el nodo de extremidad 110b puede enviar una trama destinada al nodo de extremidad 110a y que comprende una SA "ZZ" correspondiente al nodo de extremidad 110b y una DA "AA" correspondiente al nodo de extremidad 110a. El nodo interno 120g puede recibir la trama sobre un puerto fuente y puede no encontrar la SA de "ZZ" en la FDB local. Así, el nodo interno 120g puede añadir una entrada en la FDB que asocia la dirección "ZZ" con el puerto fuente. En la fig. 1, los puertos fuente asociados con la dirección "ZZ" están representados por cajas diseñadas con líneas cruzadas. El nodo interno 120g puede encontrar la DA "AA" asociada con un puerto acoplado al nodo interno 120e en la FDB local, y por tanto puede reenviar la trama sobre el puerto al nodo interno 120e. Similantemente, el nodo interno 120e puede recibir la trama, asociar la dirección "ZZ" con el puerto fuente acoplado al nodo interno 120g, y reenviar la trama sobre el puerto asociado con la dirección "AA" al nodo interno 120b. Siguiendo el mismo comportamiento de aprendizaje y el reenvío, los nodos internos 120b y 120a pueden a su vez recibir la trama, asociar la dirección "ZZ" con sus puertos fuente correspondientes, y reenviar la trama sobre los puertos correspondientes asociados con la dirección "AA" hasta que la trama es entregada al nodo de extremidad 110a. Los trayectos de la trama reenviada que comprende la SA "ZZ" están mostrados por líneas de flechas de trazos en la fig. 1.

Los nodos internos 120a, 120b, 120e y 120g pueden utilizar el comportamiento de inundación (o reenvío) y aprendizaje descrito anteriormente para enviar tramas en una o ambas direcciones entre los nodos de extremidad 110a y 110b y consecuentemente establecer un trayecto bidireccional entre los nodos de extremidad 110a y 110b. El trayecto bidireccional esta mostrado por los pares de líneas de flecha de línea continua y líneas de flechas de trazos en la fig. 1. El trayecto establecido entre los nodos de extremidad 110a 110b puede ser un trayecto de retardo inferior o más corto donde un número mínimo de nodos internos 120 o enlaces puede reenviar las tramas entre los nodos de extremidad 110. Reenviar las tramas utilizando un número mínimo de nodos o enlaces puede dar como resultado un retardo de tiempo más corto. El trayecto de retardo más corto puede ser aprendido utilizando el comportamiento de inundación y aprendizaje descrito anteriormente sin medir el retardo de enlace, sin utilizar un protocolo de estado de enlace y sin mantener la información de retardo en una base de datos de topología en la red. Adicionalmente, el trayecto entre los nodos de extremidad 110 puede ser establecido por los nodos internos 120 con una topología adecuada, por ejemplo, sin restringir los nodos y enlaces utilizables a una topología similar a un árbol.

Alternativamente, cuando los enlaces entre los nodos tienen una tasa de datos, longitud, y carga de tráfico algo equivalente, y por consiguiente tiempos de retardo aproximadamente iguales, el comportamiento de inundación y aprendizaje de los nodos puede proporcionar una dispersión o equilibrado de carga sobre los enlaces entre los nodos. Por ejemplo, si algunos enlaces son utilizados de forma más frecuente que otros enlaces y por ello experimentan mayores retardos en cola, el comportamiento de reenvío y aprendizaje puede proporcionar una dispersión de carga a enlaces alternativos que tienen menores retardos en cola. En una realización, para minimizar el efecto de la desigual carga de tráfico sobre los enlaces, las tramas inundadas pueden ser dotadas de una prioridad de reenvío alta sobre otras tramas en las colas de reenvío de los enlaces. Consecuentemente, las tramas inundadas pueden ser reenviadas independientemente de los retardos en cola de los enlaces, lo que puede ser sustancialmente similar al caso de reenviar tiempos de retardo aproximadamente iguales sobre los enlaces. En otra realización, para mejorar el efecto de dispersión de carga sobre los enlaces, las ramas inundadas pueden tener retardos seleccionados aleatoriamente añadidos, por ejemplo la transmisión de tramas de inundación en cada puerto de salida puede ser retrasada en un valor seleccionado aleatoriamente dentro de una variación del tiempo de retardo, para proporcionar variaciones del tiempo de retardo para las tramas y provocar el aprendizaje sobre proyectos que tienen retardos aproximadamente iguales y proporcionar dispersión de carga que no es propensa a la oscilación debido a la variación en cargas de tráfico.

La fig. 2 ilustra otra realización de un trayecto puenteado en una red 200. La red 200 puede estar configurada de modo sustancialmente similar a la red 100 y puede comprender una pluralidad de nodos de extremidad 210 y una pluralidad de grados internos 220, que pueden estar configurados de manera sustancialmente similar a los componentes correspondientes de la red 100. Específicamente, los nodos internos 220, pueden establecer un primer trayecto puenteado entre un primer par de nodos de extremidad 210 y un segundo trayecto puenteado entre un segundo par de nodos de extremidad 210. Los nodos internos 220 puede establecer el primer trayecto puenteado y el segundo trayecto puenteado utilizando el proceso de inundación y aprendizaje descrito anteriormente. Cada uno del primer trayecto

punteado y del segundo trayecto punteado puede corresponder a trayectos de retardo aproximadamente iguales entre los pares correspondientes de nodos de extremidad 210. Adicionalmente, algunos de los nodos internos 220 pueden pertenecer tanto al primer trayecto punteado como al segundo trayecto punteado y pueden compartir al menos algunos puertos entre ambos. Por ejemplo, algunos de los nodos internos 220 puede asociar diferentes direcciones de los nodos de extremidad 210 (por ejemplo "AA", "BB", "YY", y/o "ZZ") con el mismo puerto fuente. Sin embargo, cada dirección puede solamente ser asociada con un puerto en cualquier nodo interno 220. Cuando una dirección de los nodos de extremidad 210 es asociada con un primer puerto fuente de nodo interno 220, la misma dirección puede no ser asociada subsiguientemente con un segundo puerto fuente de nodo interno 220, por ejemplo, sin inhabilitar o eliminar la entrada de la FDB para el primer puerto fuente.

Por ejemplo, los nodos internos 220a, 220b, 220d, 220e, y 220g pueden aprender el primer trayecto puente, que puede ser un trayecto bidireccional, entre el nodo de extremidad 210a y el nodo de extremidad 220b. El primer trayecto punteado puede ser obtenido aprendiendo la dirección "AA" del nodo de extremidad 210a y la dirección "ZZ" del nodo de extremidad 210b y por inundación o filtrado de las tramas recibidas con direcciones desconocidas, como se ha descrito antes. El primer trayecto punteado bidireccional está mostrado por el par de líneas de flecha de línea continua (desde el nodo de extremidad 210a al nodo de extremidad 210b) y líneas de flechas de trazos (desde el nodo de extremidad 210b al nodo de extremidad 210a). Los puertos fuente asociados con la dirección "AA" están representados por cajas diseñadas por líneas diagonales y los puertos fuente asociados con la dirección "ZZ" están representados por cajas diseñadas por líneas cruzadas.

Similarmente, los nodos internos 220a, 220b, 220f, 220e y 220g pueden aprender el segundo trayecto del puente, que puede ser un trayecto bidireccional, entre el nodo de extremidad 210c y el nodo de extremidad 220d. El segundo trayecto punteado puede ser obtenido aprendiendo la dirección "BB" del nodo de extremidad 210c y la dirección "YY" del nodo de extremidad 210d y por inundación o filtrado de las tramas recibidas con direcciones desconocidas, como se ha descrito antes. El segundo trayecto punteado bidireccional está mostrado por el par de líneas de flechas de trazos y puntos (desde el nodo de extremidad 210c al nodo de extremidad 210d) y líneas de flechas de puntos (desde el nodo de extremidad 210d al nodo de extremidad 210c). Los puertos fuente asociados con la dirección "BB" están representados por cajas diseñadas por líneas horizontales y los puertos fuente asociados con la dirección "YY" están representados por cajas diseñadas con líneas verticales. Como se ha mostrado en la fig. 2, las direcciones "AA", "BB", "YY", y "ZZ" pueden estar asociadas con diferentes puertos fuente en alguno de los nodos internos 220. Alternativamente, en otros nodos internos 220, algunas de las direcciones pueden estar asociadas con el mismo puerto fuente. Por ejemplo, las direcciones "AA" y "BB" están asociadas con el mismo puerto fuente en el nodo interno 220g y las direcciones "YY" y "ZZ" están asociadas con el mismo puerto fuente en el nodo interno 220e.

En una realización, el comportamiento de inundación y aprendizaje puede manejar reenviar tramas de multidifusión que comprenden DA de grupo. Como la DA de grupo puede no aparecer como una SA en una trama recibida, los nodos pueden no aprender una DA de grupo, por ejemplo asociar la DA de grupo con un puerto fuente. Como tal, los nodos pueden inundar las tramas que comprenden la DA de grupo sobre una pluralidad de puertos. Tal inundación de tramas multidifusión en la red puede no ser deseada o práctica ya que puede provocar un incremento en el tráfico de red indeseado, por ejemplo cuando se inundan las tramas multidifusión a una pluralidad de nodos que no están suscritos para recibir las tramas multidifusión.

Para evitar una inundación indeseada de tramas multidifusión que comprenden las DA de grupo, las DA de grupo pueden ser aprendidas por los nodos y pueden ser reconocidas y distinguidas de las tramas inundadas. Por ejemplo, las DA de grupo en la red pueden ser provisionadas y mantenidas por el plano de gestión o MS en una FDB, que puede comprender entradas DA de grupo estáticas. Alternativamente, el nodo o el MS puede "curiosar" un protocolo del grupo multidifusión de cliente (por ejemplo Protocolo de Gestión de Grupo de Internet (IGMP)) y añadir entradas de FDB correspondientes para reenviar la dirección de grupo MAC. En otra realización, un protocolo de control puede ser utilizado para enviar un RCF para crear las entradas de FDB multidifusión, por ejemplo basándose en una solicitud procedente de la red de clientes para crear un estado de reenvío multidifusión en una red punteada MAC. El protocolo de control puede ser una distinción de un protocolo de control de dirección de grupo existente en la red (por ejemplo Protocolo de Registro de Dirección MAC Múltiple (MMRP)) o un nuevo protocolo configurado para operar con el proceso de inundación y aprendizaje.

Adicionalmente, para mejorar el manejo y reenvío de tramas multidifusión que comprenden las DA de grupo, el nodo puede aprender el puerto sobre el que es recibida una DA de trama unidifusión no inundada (DA no de grupo). El nodo puede asociar la DA con el puerto sobre el que ha sido recibida la DA añadiendo una entrada correspondiente en la FDB. El puerto sobre el que la DA no inundada es recibida puede ser acoplado a un puerto fuente de nodo contiguo asociado con la DA y por tanto que puede permitir que una trama entrante que comprende una DA de grupo y la DA recibida como su SA sea reenviada (no filtrada). Como tal, el nodo puede enviar subsiguientemente las tramas multidifusión que comprenden una DA de grupo y la DA aprendida como SA a los puertos asociados con la DA aprendida en la FDB pero no en los puertos restantes asociados con el VID de la trama. Así, las tramas multidifusión pueden ser reenviadas solamente a los nodos contiguos que pueden no desechar o filtrar las tramas recibidas.

En una realización, el comportamiento de inundación y aprendizaje de los nodos puede manejar la nueva posición de direcciones, por ejemplo direcciones de MAC. Por ejemplo, cuando un nodo o estación de extremidad es movido desde

un enlace con un nodo o puerto fuente a un enlace con otro nodo o puerto, el puerto fuente aprendido para la dirección del nodo de extremidad, por ejemplo el puerto asociado con esa dirección, puede resultar inválido. Como tal, la entrada de FDB correspondiente a la dirección del nodo de extremidad puede ser retirada en los nodos y una nueva entrada que asocia la dirección de nodo de extremidad con el nuevo puerto puede ser añadida, por ejemplo envejeciendo las entradas de FDB viejas aprendiendo nuevas entradas desde las nuevas tramas. Sin embargo, el proceso de envejecimiento puede no proporcionar un proceso de reaprendizaje suficientemente rápido. Alternativamente, los nodos internos en la red pueden ser alertados al cambio de posición de la dirección (por ejemplo SA) del nodo de extremidad y por tanto puede asociar más rápidamente la dirección con nuevos puertos fuente aprendidos.

Específicamente, cuando un puente de red o nodo interno recibe desde un nodo de extremidad (o puente externo) una trama que comprende una SA desconocida o una SA conocida o un puerto no asociado, el nodo interno puede inundar un RCF de Desaprendizaje (URCF) a los nodos contiguos mediante puertos asociados con el VID de la trama recibida. La SA desconocida o la SA conocida que aparece sobre un nuevo puerto externo es identificada como una UA. El nodo puede también aprender la SA desconocida o actualizar el puerto puente asociado de la SA conocida. El URCF puede comprender la UA en una carga neta de la trama, la propia dirección del nodo originaria como SA, una DA de grupo predefinida, y el mismo VID que la trama recibida. Cada nodo puede a continuación recibir y aceptar el URCF sólo sobre su puerto fuente URCF SA correspondiente y puede reconocer la UA en la carga neta de la trama como una dirección desaprendida. Si la UA es previamente aprendida, por ejemplo es encontrada en la FDB local, el nodo puede eliminar la entrada de FDB asociada con la UA. El nodo puede a continuación inundar el URCF, por ejemplo a todos los puertos asociados con el VID de URCF excepto al puerto fuente. Además, el URCF puede ser inundado sobre un puerto interno, por ejemplo a cualquier puerto interno contiguo en el dominio del puente mallado, pero no sobre un puerto externo a un nodo de extremidad o nodo externo fuera del dominio del puente mallado.

En una realización, el comportamiento de inundación y aprendizaje de los nodos pueden manejar nuevos enlaces añadidos en la red. Cuando se añade un nuevo enlace a un puente o nodo de red, el nodo puede utilizar el nuevo enlace para comenzar a reenviar alguna de sus tramas. El comportamiento de inundación y aprendizaje puede permitir que los nodos eliminen las entradas de FDB que envejecen, después de que expire un período de tiempo, y reemplazar las entradas envejecidas con nuevas entradas que corresponde a nuevos trayectos aprendidos incluyendo el nuevo enlace. Por ejemplo, cuando entradas envejecidas que asocian direcciones con puertos son eliminadas, las tramas de tráfico pueden ser inundadas para aprender nuevos trayectos incluyendo el nuevo enlace. A lo largo del tiempo, el nuevo enlace puede captar más tráfico cuanto más entradas de FDB envejezcan y más inundación y aprendizaje ocurran.

En una realización, los nodos pueden ser configurados para inundar las tramas que comprenden una dirección conocida (por ejemplo una SA conocida) para desaprender el trayecto existente para la dirección, para permitir que un nuevo trayecto que puede incluir un nuevo enlace sea aprendido. La dirección que ha de ser desaprendida es identificada como una UA. Las tramas para desaprender una SA conocida pueden ser inundadas ocasionalmente, por ejemplo de una manera periódica. El nodo puede enviar una trama de control, por ejemplo un URCF, que comprende la UA en una carga neta de la trama, la propia dirección de nodo originaria como SA, una DA de grupo predefinida, y el VID para el que debe ser desaprendida la UA. Los nodos que reciben un URCF sobre el puerto fuente de SA pueden desaprender su entrada de FDB para la UA y reenviar el URCF sobre todos los puertos asociados con el VID de URCF excepto en el puerto de recepción. La función de desaprender el URCF puede ser indicada, por ejemplo, por una DA de grupo predefinida. Las tramas subsiguientes enviadas por la dirección desaprendida como la SA pueden hacer que los nodos aprendan un nuevo trayecto cuando es añadido un nuevo enlace. Como tal, el nuevo enlace puede ser añadido a un trayecto aprendido antes de que una entrada de FDB resulte envejecida, lo que puede proporcionar nuevos trayectos mejorados o más optimizados en la red. Además, aprender periódicamente nuevos trayectos que incluyen nuevos enlaces puede volver a equilibrar el tráfico sobre los enlaces en la red.

En una realización, el comportamiento de inundación y aprendizaje de los nodos puede manejar fallos de enlace en la red. Cuando un enlace falla, los nodos pueden inhabilitar las entradas de FDB aprendidas correspondientes a los puertos asociados con el enlace que ha fallado. Como tal, las tramas destinadas a las direcciones en las entradas de FDB, por ejemplo que comprenden DA asociadas con los puertos, puede ser inundadas en vez de reenviadas hacia el enlace que ha fallado. Sin embargo, una trama no inundada, por ejemplo no etiquetada como una trama de inundación, puede ser desechada si la trama está destinada a ser reenviada sobre un enlace que ha fallado, por ejemplo es recibida y tiene una entrada de FDB inhabilitada que corresponde con la DA individual. Una trama no inundada destinada a ser reenviada sobre el enlace que ha fallado y recibida después de inhabilitar la entrada de FDB correspondiente al enlace que ha fallado puede ser inundada para aprender nuevos trayectos si es recibida sobre un portal externo al dominio de puenteo mallado de los nodos.

En una realización, cuando un enlace es movido, por ejemplo desde un puerto fuente aprendido de un primer nodo a un puerto de un segundo nodo, el enlace movido puede ser manejado como un fallo de enlace sobre el puerto fuente del primer nodo y un nuevo enlace añadido sobre el puerto del segundo nodo. Por consiguiente, las direcciones aprendidas asociadas con el puerto fuente del primer nodo pueden ser inundadas para inhabilitar los puertos fuente asociados con las direcciones en los nodos contiguos, como se ha descrito antes. Subsiguientemente, las tramas de tráfico pueden ser reenviadas o inundadas entre los nodos para aprender nuevos trayectos que incluyan el nuevo enlace sobre el puerto del segundo nodo. La fig. 3 ilustra una realización de un trayecto de puente que ha fallado en una red 300. La red 300 puede comprender una pluralidad de nodos de extremidad 310 y una pluralidad de nodos internos 320. La red 300 y sus

componentes pueden ser configurados sustancialmente de modo similar a la red 100 y sus componentes correspondientes. Al menos algunos de los modos internos 320, por ejemplo los nodos internos 310a, 320b, 320e y 320g pueden inicialmente establecer un trayecto puenteado, por ejemplo un trayecto bidireccional, entre dos nodos de extremidad 310a y 310b. Como tal, cada uno de los nodos internos sobre el trayecto puede aprender la dirección "AA" del nodo de extremidad 310a y la dirección "ZZ" del nodo de extremidad 310b, por ejemplo utilizando la lógica de inundación y aprendizaje descrita antes. Otros nodos internos 320 (por ejemplo 320c, 320d, 320f y 320h) pueden también aprender las direcciones "AA" y "ZZ" durante el esquema de inundación y aprendizaje. Subsiguientemente, cuando un enlace que acopla los nodos internos 320a y 320b sobre el trayecto falla (indicado por la marca "X"), el nodo interno 320b puede detectar un fallo de enlace en uno de sus puertos correspondiente al enlace, y por tanto inhabilitar cualesquiera entradas de FDB aprendidas correspondientes al puerto que ha fallado. El nodo interno 320b puede también inundar cualesquiera direcciones aprendidas asociadas con el puerto inhabilitado en las entradas de FDB inhabilitadas a los nodos contiguos. Por ejemplo, el nodo interno 320b puede enviar una trama de control a los nodos internos 320d y 320e indicando que la dirección "AA" del nodo de extremidad 310a está inhabilitada. Cada uno de los nodos internos 320d y 320e puede recibir la dirección inhabilitada, verificar que tienen una entrada de FDB aprendida para esa dirección que identifica el puerto sobre el que ha sido recibida la trama de control, inhabilitar las entradas de FDB correspondientes, e inundar similarmente la dirección a sus nodos contiguos. Como tal, los nodos internos 320h y 320g pueden inhabilitar de modo similar sus entradas de FDB correspondientes. Los puertos fuente correspondientes a las entradas de FDB inhabilitadas están representados por círculos de línea continua en la fig. 3. Sin embargo, el nodo interno 320f puede determinar que su entrada de FDB para dirección "AA" no identifica el puerto sobre el que ha sido recibida la trama de control de inhabilitación y puede así dejar su entrada de FDB para "AA" sin cambios y puede no reenviar la trama de control además.

A continuación, el proceso de inundación y aprendizaje puede ser repetido, por ejemplo comenzando en el nodo 320g para restablecer un nuevo trayecto puenteado entre los nodos de extremidad 310a y 310b, por ejemplo a lo largo de los nodos internos 320a, 320c, 320f, 320e y 320g. El nuevo trayecto puenteado puede ser un trayecto bidireccional que comprende un primer trayecto desde el nodo de extremidad 310b al nodo de extremidad 310a, que puede ser establecido inundando una trama con la DA "AA" procedente del nodo de extremidad 310b (como se ha indicado por las líneas de flecha de trazos). El trayecto bidireccional puede también comprender un segundo trayecto desde el nodo de extremidad 310a al nodo de extremidad 310b, que puede ser establecido reenviando una trama con la DA "ZZ" desde el nodo de extremidad 310a (como se ha indicado por las líneas de trazos de flechas). Los puertos fuente asociados con las SA en los nuevos trayectos establecidos están representados por las cajas diseñadas (líneas diagonales para "AA" y líneas cruzadas para "ZZ") sin círculos. El círculo de puntos del nodo interno 320g indica una entrada de FDB que ha sido inicialmente inhabilitada debido al enlace que ha fallado y a continuación reactivada aprendiendo la dirección "AA" sobre el segundo trayecto.

En una realización, para proporcionar recuperación de fallo de enlace, un nodo o puente interno puede inhabilitar la entrada de FDB correspondiente, por ejemplo al detectar un fallo de enlace, e inundar un RCF de Inhabilitar (DRCF) sobre los enlaces/puertos restantes asociados con el VID de la entrada de FDB inhabilitada a los nodos contiguos. El DRCF puede comprender todas las direcciones aprendidas (o pares de dirección/VID) que pueden ser asociadas con el puerto correspondiente al enlace que ha fallado. Cuando un nodo contiguo recibe el DRCF sobre un puerto que es un puerto fuente para una de las direcciones (o pares de dirección/VID) indicada en el DRCF, el nodo puede inhabilitar la entrada de FDB correspondiente al puerto/dirección/VID y dejar la dirección/VID en el DRCF. Alternativamente si el nodo recibe el DRCF sobre un puerto que no está asociado con una dirección/VID indicado en el DRCF, el nodo puede eliminar la dirección/VID del DRCF. Si cualquier dirección/VID asociada con el enlace que ha fallado permanece en el DRCF, el nodo puede inundar el DRCF a una pluralidad de nodos internos contiguos asociados con los VID restantes.

Además, el DRCF puede ser inundado sobre un puerto interno, por ejemplo a cualquier nodo interno contiguo en el dominio de puenteo mallado, pero no sobre un puerto externo a un nodo de extremidad o nodo externo fuera del dominio de puenteo mallado. En algunas realizaciones para manejar el caso de los DRCF perdidos, el nodo puede desechar cualquier trama no inundada recibida que comprende una DA/VID, que ha sido previamente inhabilitada en el nodo, y a continuación enviar de nuevo un DRCF que comprende la DA/VID sobre el mismo puerto en el que la trama fue recibida. Como tal, el emisor de la trama no inundada puede recibir el DRCF e inhabilitar cualesquiera entradas de FDB que están asociadas con la DA/VID inhabilitada, que puede no haber sido inhabilitada previamente debido a una pérdida de un DRCF.

La fig. 4A ilustra una realización de un método 400A de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para establecer un trayecto puenteado entre una pluralidad de puentes o conmutadores (por ejemplo conmutadores de Ethernet) que pueden no corresponder a una topología a modo de árbol. El método 400A puede ser utilizado para aprender un trayecto de retardo más corto y proporcionar un equilibrio de carga de tráfico a lo largo de trayectos de retardo aproximadamente iguales entre los puentes, que puede ser conseguido sin utilizar un protocolo de estado de enlace y sin mantener una base de datos de topología de red. Por ejemplo, los puentes que pueden poner en práctica el método 400A pueden comprender los nodos internos 120 de la red 100. El método 400A puede ser puesto en práctica en cualquiera de los nodos internos 120 que reciben una trama sobre un puerto interno de un dominio de puenteo mallado, tal como desde otro nodo interno 120. Además, la trama puede ser una trama unidifusión que comprende una DA unidifusión o individual pero no una DA de grupo.

El método 400A puede comenzar en el bloque 410A, donde una trama unidifusión puede ser recibida sobre un puerto interno del puente. Por ejemplo, el puente puede definir una trama de Ethernet sobre un enlace acoplado a uno de sus puertos (o interfaces). La trama puede comprender una SA que indica la fuente de la trama, una DA que indica el destino de la trama, o ambas. En el bloque 420, el método 400A puede determinar si la SA en la trama está asociada con otro puerto del puente que es diferente del puerto de recepción. Por ejemplo, el puente puede buscar sus entradas de FDB locales para determinar si la SA recibida está asociada con el puerto de recepción. Si la SA en la trama está asociada con otro puerto, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 440. Si la condición en el bloque 420 no es satisfecha, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 430.

En el bloque 430, la SA puede estar asociada con el puerto en el FDB. Por ejemplo, el puente puede añadir una entrada en el FDB para registrar el puerto de recepción como el puerto fuente para la SA en la trama recibida o reponer un temporizador de envejecimiento para una entrada de FDB encontrada para la SA. En el bloque 432, el método 400A puede determinar si la DA en la trama es encontrada en el FDB. Si la DA en la trama es encontrada en el FDB, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 490, donde la trama puede ser reenviada sobre el puerto asociado con la DA y el método 400A puede entonces terminar. Si la condición en el bloque 432 no es satisfecha, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 434. En el bloque 434, el método 400A puede determinar si la trama es una trama de inundación. Si la trama está etiquetada como una trama de inundación, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 436, donde la trama puede ser reenviada sobre todos los puertos excepto el puerto fuente, y el método 400A puede terminar. Por ejemplo, el puente puede etiquetar la trama como una trama de inundación e inundar la trama sobre los puertos asociados con sus nodos contiguos pero no el puerto de recepción. Sin embargo, la trama puede no ser etiquetada como una trama de inundación cuando es transmitida sobre puertos externos a nodos de extremidad o nodos externos fuera del dominio de puenteo mallado. Por el contrario, si la condición en el bloque 434 no es satisfecha, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 450, donde la trama puede ser desechada (por ejemplo desaprendida) y el método 400A puede terminar.

Alternativamente, en el bloque 440, el método 400A puede determinar si la trama es una trama de inundación, si la trama está etiquetada como una trama de inundación. Si la trama es una trama de inundación, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 450, donde la trama puede ser desechada. Por el contrario, si la condición del bloque 440 no es satisfecha, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 445, donde el método 400A puede determinar si la DA en la trama se encuentra en la FDB. Por ejemplo, el puente puede buscar las entradas locales de la FDB para la DA en la trama. Si se encuentra una entrada que corresponde a la DA en la trama, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 490, donde la trama puede ser reenviada sobre el puerto asociado con la DA. Si la condición en el bloque 445 no es satisfecha, entonces el método 400A puede proseguir al bloque 450 para desechar la trama.

La fig. 4B ilustra una realización de otro método 400B de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para establecer un trayecto puenteado entre una pluralidad de puentes o conmutadores, por ejemplo en una topología a modo de malla. Similar al método 400A, el método 400B puede ser puesto en práctica para un nodo interno que recibe una trama sobre un puerto interno del dominio de puenteo mallado, por ejemplo desde otro nodo interno. Sin embargo, la trama recibida puede ser una trama multidifusión que comprende una DA de grupo pero no una trama unidifusión.

El método 400B puede comenzar en el bloque 410B, donde una trama multidifusión puede ser recibida sobre un puerto interno del puente. La trama puede comprender una SA que indica la fuente de la trama, una DA de grupo que indica una pluralidad de nodos de destino (por ejemplo en un grupo multidifusión), o ambas. En el bloque 420, el método 400B puede determinar si la SA en la trama está asociada con otro puerto del puente que es diferente del puerto de recepción. Si la SA en la trama está asociada con otro puerto, entonces el método 400B puede proseguir al bloque 450. Por el contrario, si la condición en el bloque 420 no es satisfecha, entonces el método 400B puede proseguir al bloque 430. Los bloques subsiguientes 432, 436, 450, y 490 del método 400B pueden ser similares a los bloques correspondientes del bloque 400A anterior. El resto de la lógica de aprendizaje y reenvío en el método 400B sigue la secuencia de los bloques en la fig. 4B.

La fig. 4C ilustra una realización de otro método 400C de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para establecer un trayecto puenteado entre una pluralidad de puentes o conmutadores, por ejemplo en una topología general a modo de malla. De modo diferente a los métodos 400A y 400 B, el método 400C puede ser puesto en práctica para un nodo interno en el dominio de puenteo mallado que recibe una trama sobre un puerto externo al dominio de puenteo mallado, tal como desde un nodo de extremidad 110 en la red 100. La trama recibida puede ser una trama unidifusión que comprende una DA individual o una trama multidifusión que comprende una DA de grupo.

El método 400C puede comenzar en el bloque 410C, donde una trama puede ser recibida sobre un puerto externo del puente. Por ejemplo, un nodo interno 120 en la red 100 puede recibir una trama unidifusión o una trama multidifusión sobre su puerto externo desde un nodo de extremidad 110. La trama puede comprender una SA que indica la fuente de la trama, una DA que indica un único nodo de destino o una pluralidad de nodos de destino, o ambos. En el bloque 420, el método 400C puede determinar si la SA en la trama está asociada con otro puerto del puente que sea diferente del puerto de recepción. Si la SA en la trama está asociada con otro puerto, entonces el método 400C puede proseguir al bloque 460, donde una trama de control puede ser enviada para desaprender la SA, por ejemplo sobre los puertos de un trayecto previamente establecido para la SA. Por el contrario, si la condición en el bloque 420 no es satisfecha, entonces el método 400C puede proseguir al bloque 430.

En el bloque 430, la SA puede ser asociada con un puerto en la FDB. En el bloque 432, el método 400C puede determinar si se ha encontrado la DA en la trama en la FDB. Si se ha encontrado una entrada de FDB para la DA, entonces el método 400C puede proseguir al bloque 490, donde la trama puede ser reenviada sobre los puertos asociados con la DA y el método 400C puede terminar. Por el contrario, si la condición en el bloque 432 no es satisfecha entonces el método 400C puede proseguir al bloque 433. En el bloque 433, el método 400C puede verificar si la DA es una dirección de grupo. Si la DA es una dirección de grupo, entonces el método 400C puede proseguir al bloque 436, donde la trama puede ser reenviada sobre todos los puertos excepto el puerto fuente y el método 400C puede terminar. Por el contrario, si la DA es una DA unidifusión o individual, entonces el método 400C puede proseguir al bloque 435, donde la trama puede ser etiquetada como trama de inundación. Subsiguientemente, el método 400C puede proseguir al bloque 436 para inundar la trama. La trama puede ser etiquetada como una trama de inundación cuando es transmitida sobre todos los puertos internos acoplados a nodos internos en el dominio de puenteo mallado. Sin embargo, la trama puede ser transmitida sin ser etiquetada o marcada como una trama de inundación sobre un nodo externo fuera del dominio de puenteo mallado.

La fig. 5 ilustra una realización de otro método 500 de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para establecer un trayecto puentado entre una pluralidad de puentes o conmutadores y puede soportar recuperación de fallo de enlace. De acuerdo con el método 500, el estado de entradas de FDB puede ser comprobado antes de reenviar una trama para evitar el reenvío o inundación de la trama cuando la entrada de FDB correspondiente a la dirección de trama ha sido inhabilitada de acuerdo con un procedimiento de recuperación de fallo de enlace. El método 500 puede ser puesto en práctica en un nodo interno que recibe una trama sobre un puerto interno de un dominio de puenteo mallado, por ejemplo desde otro nodo interno en el dominio de puenteo mallado.

El método 500 puede comenzar en el bloque 510, donde una trama puede ser recibida sobre un puerto interno del puente. Los bloques restantes 520, 530, 532, 534, 536, 540, 545, 550, y 590 puede ser similares a los bloques correspondientes del método 400A. Así, el método 500 puede seguir una lógica de aprendizaje y reenvío similar a la del método 400A. Sin embargo, para soportar la recuperación de fallo de enlace, cuando la condición en los bloques 532 o 545 es satisfecha, por ejemplo si se ha encontrado la DA en la trama en la FDB, entonces el método 500 puede proseguir al bloque 570 en lugar de al bloque 590. En el bloque 570, el método 500 puede verificar si la entrada para la DA es inhabilitada en la FDB, por ejemplo debido a un fallo de enlace. Si la entrada de la FDB para la DA es inhabilitada, el método 500 puede proseguir al bloque 575, donde una trama de inhabilitación que comprende la DA puede ser enviada, por ejemplo sobre el puerto desde el que fue recibida la trama. Subsiguientemente, el método 500 puede proseguir al bloque 550, donde la trama puede ser desechada. Alternativamente, si la condición en el bloque 570 no es satisfecha, el método 500 puede proseguir al bloque 590, donde la trama puede ser reenviada sobre el puerto asociado con la DA.

La fig. 6 ilustra una realización de otro método 600 de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para establecer un trayecto puentado entre una pluralidad de fuentes o conmutadores y soportar recuperación de fallo de enlace. El método 600 puede ser puesto en práctica en un nodo interno que recibe una trama sobre un puerto externo de un dominio de puenteo mallado, por ejemplo desde un nodo externo fuera del dominio de puenteo mallado. Además, la trama puede ser una trama unidifusión que comprende una DA unidifusión o individual. El método 600 puede comenzar en el bloque 610, donde una trama unidifusión puede ser recibida sobre un puerto externo del puente. Los bloques restantes 620, 630, 632, 635, 636, 660, y 690 pueden ser similares a los bloques correspondientes del método 400C. Así, el método 600 puede ser una lógica de aprendizaje y reenvío similar al método 400C. Sin embargo, para soportar la recuperación de fallo de enlace, cuando la condición en el bloque 632 es satisfecha, por ejemplo si se ha encontrado la DA en la trama en la FDB, entonces el método 600 puede proseguir al bloque 670. En el bloque 670, el método 600 puede verificar si la entrada para la DA está inhabilitada en la FDB, por ejemplo debido a un fallo de enlace. Si la entrada de la FDB para la DA está inhabilitada, el método 600 puede proseguir al bloque 635, donde la trama puede ser etiquetada como una trama de inundación y por tanto inundada a otros nodos, o alternativamente puede ser enviada sin etiquetar en el caso de reenvío sobre un puerto externo. Alternativamente, si la condición del bloque 670 no es satisfecha, el método 600 puede proseguir al bloque 690, donde la trama puede ser reenviada sobre los puertos asociados con la DA.

La fig. 7A ilustra una realización de otro método 700A de aprendizaje, que puede ser utilizado para establecer un trayecto puentado entre una pluralidad de puentes o conmutadores y para registrar puertos de inundación para las DA de grupo. De acuerdo con el método 700A, un conjunto de puertos de inundación para una DA de grupo puede ser aprendido aprendiendo los puertos sobre los que es recibida una DA individual o unidifusión en una trama no inundada. Como tal, el nodo puede enviar subsiguientemente cualesquiera tramas multidifusión que comprenden una DA de grupo y una SA que corresponde con la DA individual sobre los puertos de inundación asociados con la DA individual pero no sobre los puertos restantes y por tanto puede evitar reenviar las tramas multidifusión a nodos contiguos que pueden desechar o filtrar las tramas.

El método 700A puede comenzar en el bloque 710, donde una trama puede ser recibida sobre un puerto del puente. En el bloque 712, el método 700A puede determinar si la trama es una trama unidifusión es decir, no es una trama de inundación. Si la trama es una trama unidifusión que no está etiquetada como una trama de inundación, entonces el método 700A puede proseguir al bloque 714, donde el puerto puede ser registrado como un puerto de inundación asociado con la DA en la trama y el método 700A puede entonces terminar. De lo contrario, si la condición del bloque

712 no es satisfecha, por ejemplo si la trama es una trama de inundación o comprende una DA de grupo, entonces el método 700A puede terminar. Subsiguientemente, por ejemplo después de recibir y tratar la trama utilizando el método 700A, la trama puede ser además tratada utilizando cualquiera de los medios de aprendizaje y reenvío descritos según sea apropiado.

La fig. 7B ilustra una realización de otro método 700B de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para establecer un trayecto puentado entre una pluralidad de puentes o conmutadores y para manejar tramas multidifusión. El método 700B puede comenzar en el bloque 710, donde una trama multidifusión puede ser recibida sobre un puerto externo del puente. En el bloque 720, el método 700B puede determinar si la SA en la trama está asociada con otro puerto del puente que sea diferente del puerto de recepción. Si la SA en la trama está asociada con otro puerto, entonces el método 700B puede proseguir al bloque 745. Por el contrario, si la condición en el bloque 720 no es satisfecha, entonces el método 700B puede proseguir al bloque 730. En el bloque 730, la SA puede ser asociada con un puerto en la FDB. En el bloque 732, el método 700B puede determinar si se ha encontrado la DA en la trama en la FDB. Si se ha encontrado una entrada de la FDB para la DA, entonces el método 700B puede proseguir al bloque 790, donde la trama puede ser reenviada sobre los puertos asociados con la DA y el método 700B puede terminar. Por el contrario, si la condición del bloque 732 no es satisfecha entonces el método 400C puede proseguir al bloque 735. En el bloque 735, el método 700B puede verificar si la SA está asociada con cualesquiera puertos de inundación. Si la SA está asociada con un puerto de inundación o un conjunto de puertos de inundación, entonces el método 700B puede proseguir al bloque 738, donde la trama puede ser reenviada sobre los puertos de inundación, y a continuación terminar. Por el contrario, si la SA no está asociada con ningún puerto de inundación, entonces el método 700 B puede proseguir al bloque 736, donde la trama puede ser reenviada sobre todos los puertos excepto el puerto fuente y el método 700B puede entonces terminar.

Alternativamente, en el bloque 745, el método 700B puede verificar si el puerto de recepción es un puerto externo, por ejemplo acoplado a un nodo externo fuera del dominio de puentado mallado. Si el puerto de recepción es un puerto externo entonces el método 700B puede proseguir al bloque 760. Por el contrario, si el puerto de recepción es un puerto interno, por ejemplo acoplado a un nodo interno dentro del dominio de puentado mallado, entonces el método 700B puede proseguir al bloque 750, donde la trama puede ser desechada y el método 700B puede terminar. En el bloque 760, una trama de control puede ser enviada para desaprender la SA y el método 700B puede entonces proseguir al bloque 730. Por ejemplo, un URCF que comprende la SA de la trama como una UA puede ser difundido de manera múltiple para desaprender el trayecto previamente establecido para la SA.

La fig. 8 ilustra una realización de un método 800 de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para manejar el reposicionamiento de direcciones, por ejemplo direcciones de MAC. Por ejemplo, el método 800 puede ser puesto en práctica en el caso de mover un enlace de un nodo o estación de extremidad desde un puerto sobre un nodo interno (o conmutador) en un trayecto puentado a otro puerto. Subsiguientemente, la dirección del nodo de extremidad puede ser reaprendida sobre nuevos puertos de los nodos internos. La dirección que ha sido reposicionada puede ser añadida como una UA en una trama desaprendida, por ejemplo un URCF, que puede ser inundada a los nodos (excepto a los nodos externos) para desaprender la dirección en puertos fuente asociados previamente. La trama desaprendida puede también comprender la SA del nodo originario para eliminar bucles.

El método 800 puede comenzar en el bloque 810, donde una trama desaprendida puede ser recibida sobre un puerto del puente. Por ejemplo, el puente puede recibir un URCF o una trama etiquetada como trama desaprendida. En el bloque 820, el método 800 puede determinar si la SA en la trama está asociada con otro puerto que sea diferente del puerto de recepción. Si la SA en la trama está asociada con otro puerto, entonces el método 800 puede proseguir al bloque 822, donde la trama puede ser desechada y el método 800 puede entonces terminar. Por el contrario, si la condición en el bloque 820 no es satisfecha, entonces el método 800 puede proseguir al bloque 830. En el bloque 830, el método 800 puede determinar si se ha encontrado la UA en la trama en la FDB. Si se ha encontrado una entrada que corresponde a la UA en la trama, entonces el método 800 puede proseguir al bloque 840. Por el contrario, si la condición en el bloque 830 no es satisfecha, entonces el método 800 puede proseguir al bloque 842. En el bloque 840, la entrada de la UA puede ser eliminada de la FDB para desaprender la UA en el nodo. En el bloque 842, la trama puede ser reenviada sobre todos los puertos excepto el puerto fuente, que puede ser el puerto de recepción en este caso. El método 800 puede entonces terminar. Después de poner en práctica el método 800 para desaprender la dirección en los nodos internos asociados con la dirección, por ejemplo sobre el trayecto previamente establecido para la dirección, cualquier de los métodos anteriores puede ser puesto en práctica, según sea apropiado, para volver a aprender la dirección sobre un nuevo trayecto.

La fig. 9 ilustra una realización de un método 900 de aprendizaje y reenvío, que puede ser utilizado para proporcionar recuperación de fallo de enlace en una red. El método 900 de inhabilitación y reenvío de dirección puede ser utilizado para actualizar las entradas de la FDB de los nodos o puentes en respuesta a la recepción de una trama de inhabilitación debido a un fallo de enlace. La trama de inhabilitación puede comprender una lista de direcciones unidifusión o individuales aprendidas para las que las entradas de la FDB pueden ser inhabilitadas, por ejemplo en el caso en que las direcciones recibidas están asociadas con el puerto sobre el que fue recibida la trama de inhabilitación.

El método 900 puede comenzar en el bloque 910, donde una trama de inhabilitación puede ser recibida sobre un puerto del puente. La trama puede ser etiquetada como una trama de inhabilitación o un DRCF, que puede comprender una lista de inhabilitación de direcciones unidifusión. En el bloque 920, el método 900 puede determinar si hay otra dirección

sin tratar (por ejemplo DA de unidifusión) en la lista de inhabilitación en la trama. Si hay otra dirección sin tratar en la lista de inhabilitación, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 940 para tratar la dirección. Si la condición en el bloque 920 no es satisfecha, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 930. En el bloque 930, el método 900 puede determinar si hay alguna dirección tratada restante en la lista de inhabilitación en la trama. Si hay alguna dirección tratada restante en la lista de inhabilitación, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 934. Si la condición en el bloque 930 no es satisfecha, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 932, donde la trama puede ser desechada, y el método 900 puede terminar. En el bloque 934, la trama puede ser reenviada sobre todos los puertos excepto el puerto de recepción, y por tanto el método 900 puede terminar.

Alternativamente, en el bloque 940, el método 900 puede determinar si hay una entrada de FDB activa para la dirección (por ejemplo DA de unidifusión) en la trama. Si hay una entrada de FDB activa para la dirección en la trama, por ejemplo donde la dirección está asociada con un puerto fuente, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 950. Si la condición en el bloque 940 no es satisfecha, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 942. En el bloque 942, la dirección puede ser eliminada de la lista de inhabilitación, y el método 900 puede volver al bloque 920 para tratar cualquier dirección restante. En el bloque 950, el método 900 puede determinar si el puerto de recepción es el puerto de reenvío (por ejemplo puerto fuente) para la dirección (por ejemplo DA de unidifusión). El puerto de reenvío puede ser asociado con la dirección en la entrada de la FDB que corresponde a la dirección. Si el puerto de recepción es el puerto de reenvío de la dirección, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 962. Si la condición en el bloque 950 no es satisfecha, entonces el método 900 puede proseguir al bloque 942. En el bloque 962, la entrada de la FDB correspondiente a la dirección puede ser inhabilitada, y el método 900 puede volver al bloque 920.

Los componentes de red descritos anteriormente pueden ser puestos en práctica en cualquier componente de red de propósito general, tal como un ordenador o un componente de red con suficiente potencia de tratamiento, recursos de memoria, y capacidad de rendimiento de red para manejar la carga de trabajo necesaria situada sobre él. La fig. 10 ilustra un componente de red 1000 de propósito general, típico, adecuado para poner en práctica una o más realizaciones de los componentes descritos aquí. El componente de red 1000 incluye un procesador 1002 (que puede ser denominado como una unidad de procesador central o CPU) que está en comunicación con dispositivos de memoria que incluyen un almacenamiento secundario 1004, una memoria sólo de lectura (ROM) 1006, una memoria de acceso aleatorio (RAM) 1008, dispositivos de entrada/salida (I/O) 1010, y dispositivos de 1012 de conectividad de red. El procesador 1002 puede ser puesto en práctica como uno o más chips de CPU, o puede ser el parte de uno o más circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC).

El almacenamiento secundario 1004 está comprendido típicamente de una o más unidades de disco o unidades de cinta y es utilizado para el almacenamiento no volátil de datos y como un dispositivo de almacenamiento de datos en exceso si la RAM 1008 no es lo bastante grande para contener todos los datos de trabajo. El almacenamiento secundario 1004 puede ser utilizado para almacenar programas que son cargados en la RAM 1008 cuando tales programas son seleccionados para la ejecución. La ROM 1006 se usa para almacenar instrucciones y quizás datos que se leen durante la ejecución del programa. La ROM 1006 es un dispositivo de memoria no volátil que típicamente tiene una pequeña capacidad de memoria con relación a la mayor capacidad de memoria del almacenamiento secundario 1004. La RAM 1008 es utilizada para almacenar datos volátiles y quizás para almacenar instrucciones. El acceso tanto a la ROM 1006 como a la RAM 1008 es típicamente más rápido que al almacenamiento secundario 1004.

Al menos se ha descrito una realización y variaciones, combinaciones y/o modificaciones de la realización o realizaciones y/o características de la realización o realizaciones hechas por un experto en la técnica están dentro del marco de la descripción. Realizaciones alternativas que resultan de la combinación, integración, y/o omisión de características de la realización o realizaciones están también dentro del marco de la descripción. Cuando se han establecido expresamente rangos o limitaciones numéricos, tales rangos o limitaciones explícitos debería comprenderse que incluyen rasgos o limitaciones iterativos de una magnitud similar que caen dentro de los rangos o limitaciones establecidos de manera expresa (por ejemplo, desde aproximadamente 1 a aproximadamente 10 incluye, 2, 3, 4, etc.; mayor que 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). Por ejemplo, siempre que un rango numérico con un límite inferior, R_1 , y un límite superior, R_u , es descrito, cualquier número que caiga dentro del rango es descrito específicamente. En particular, los siguientes números dentro del rango están específicamente descritos: $R = R_1 + k^*(R_u - R_1)$, en que k es una variable de varía desde 1 por ciento a 100 por cien con un incremento de 1 por ciento, es decir, k es 1 por ciento, 2 por ciento, 3 por ciento, 4 por ciento, 5 por ciento, ..., 50 por ciento, 51 por ciento, 52 por ciento, ..., 95 por ciento, 96 por ciento, 97 por ciento, 98 por ciento, 99 por ciento, o 100 por cien. Además, cualquier rango numérico definido por dos números R , como se ha definido antes está también específicamente descrito. El uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación significa que el elemento es requerido, o alternatively, el elemento no es requerido, estando ambas alternativas dentro del marco de la reivindicación. El uso de términos más amplios tales como comprende, incluye, y tiene, debe ser comprendido que proporciona soporte para términos más estrechos tales como consistente de, consistente esencialmente de, y comprendido sustancialmente de. Por consiguiente, el marco de protección no está limitado por la descripción hecha anteriormente sino que está definido por las reivindicaciones siguientes, incluyendo ese marco todos los equivalentes del objeto de las reivindicaciones. Todas y cada una de las reivindicaciones están incorporadas como descripción adicional a la memoria y las reivindicaciones son una realización con realizaciones de la presente descripción. La descripción de una referencia en la exposición no es una admisión de que sea técnica anterior, especialmente cualquier referencia que incluyen una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de esta solicitud. La descripción de todas las patentes, virtudes de adentro, y publicaciones citadas en la

descripción es aquí incorporada a modo de referencia, en la magnitud de que proporcionan detalles ejemplares, de procedimiento u otros detalles suplementarios a la descripción.

REIVINDICACIONES

1.- Un método que comprende: inhabilitar una pluralidad de entradas de base de datos de filtrado (FDB) que corresponden a una pluralidad de direcciones que están asociadas con un puerto;

enviar las direcciones en una trama de control y las direcciones son recibidas en la trama de control;

5 eliminar las direcciones que no están asociadas con el puerto sobre el que ha sido recibida la trama de control; caracterizado por que comprende además inundar la trama de control sobre una pluralidad de segundos puertos si la trama de control comprende cualesquiera direcciones restantes después de eliminar las direcciones que no están asociadas con el puerto sobre el que ha sido recibida la trama de control.

10 2.- El método según la reivindicación 1, que comprende además desechar cualesquiera paquetes recibidos sobre el puerto interno en un dominio de puenteo mallado que no está marcado para inundar si los paquetes comprenden una dirección de destino (DA) que corresponde con una entrada de FDB inhabilitada.

3.- Un componente de red que comprende: al menos un procesador configurado para poner en práctica un método que comprende:

15 inhabilitar una pluralidad de entradas de base de datos de filtrado (FDB) que corresponden a una pluralidad de direcciones que están asociadas con un puerto;

enviar las direcciones en una trama de control y las direcciones son recibidas en la trama de control;

eliminar las direcciones de la trama de control que no están asociadas con el puerto sobre el que ha sido recibida la trama de control; caracterizado por que el método comprende además:

20 inundar la trama de control sobre una pluralidad de segundos puertos si la trama de control comprende cualesquiera direcciones restantes después de eliminar las direcciones que no están asociadas con un puerto sobre el que ha sido recibida la trama de control.

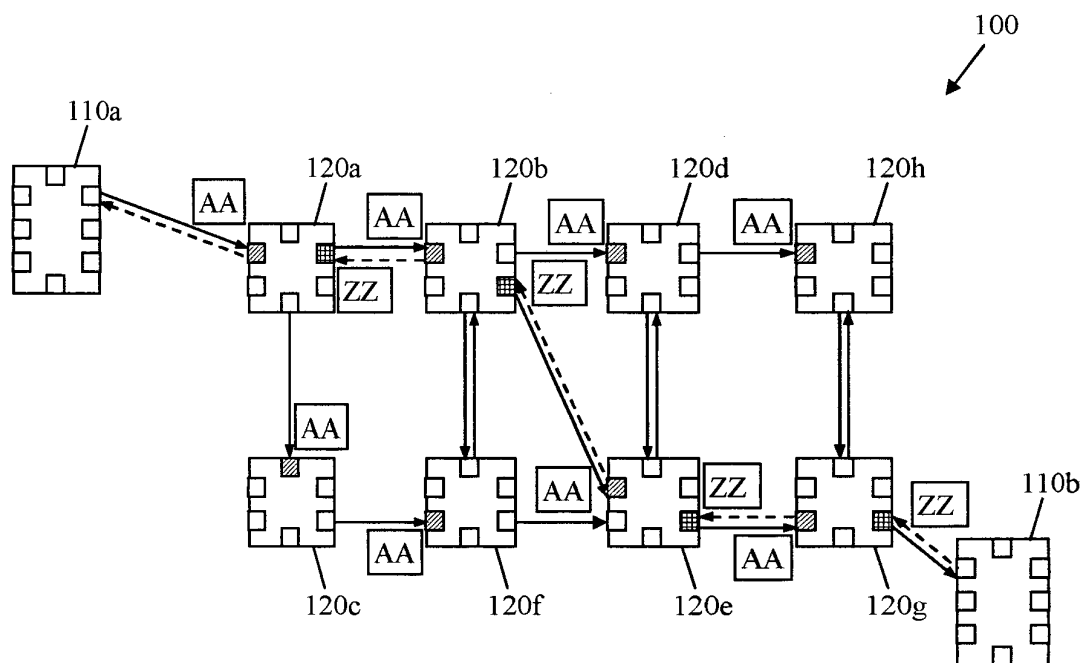


FIG. 1

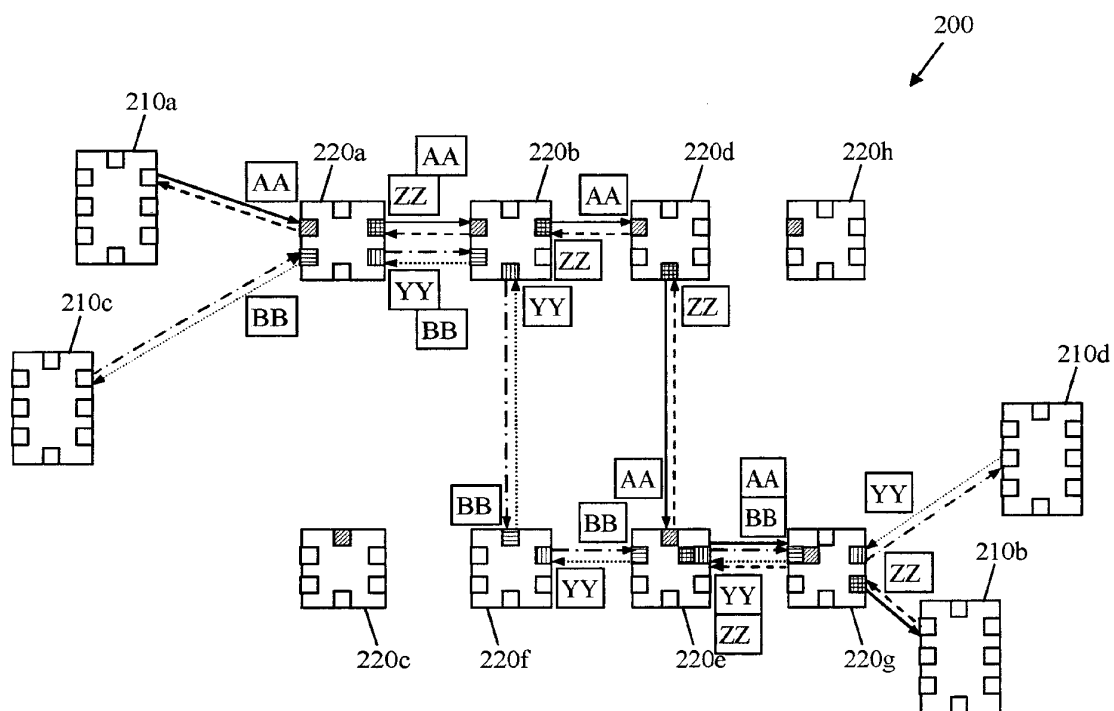


FIG. 2

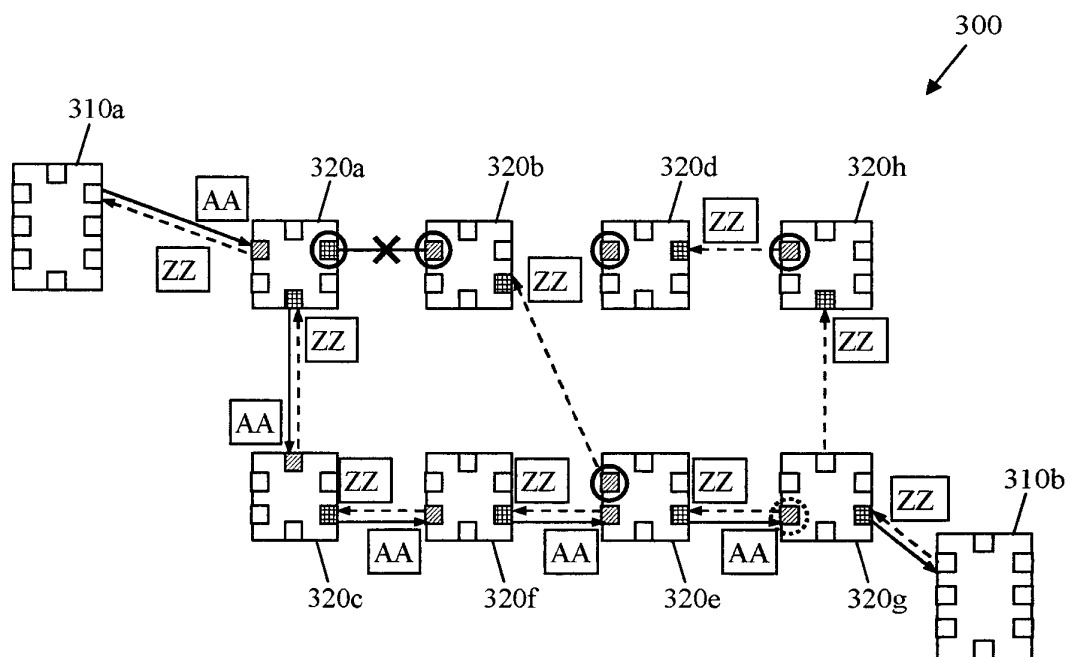


FIG. 3

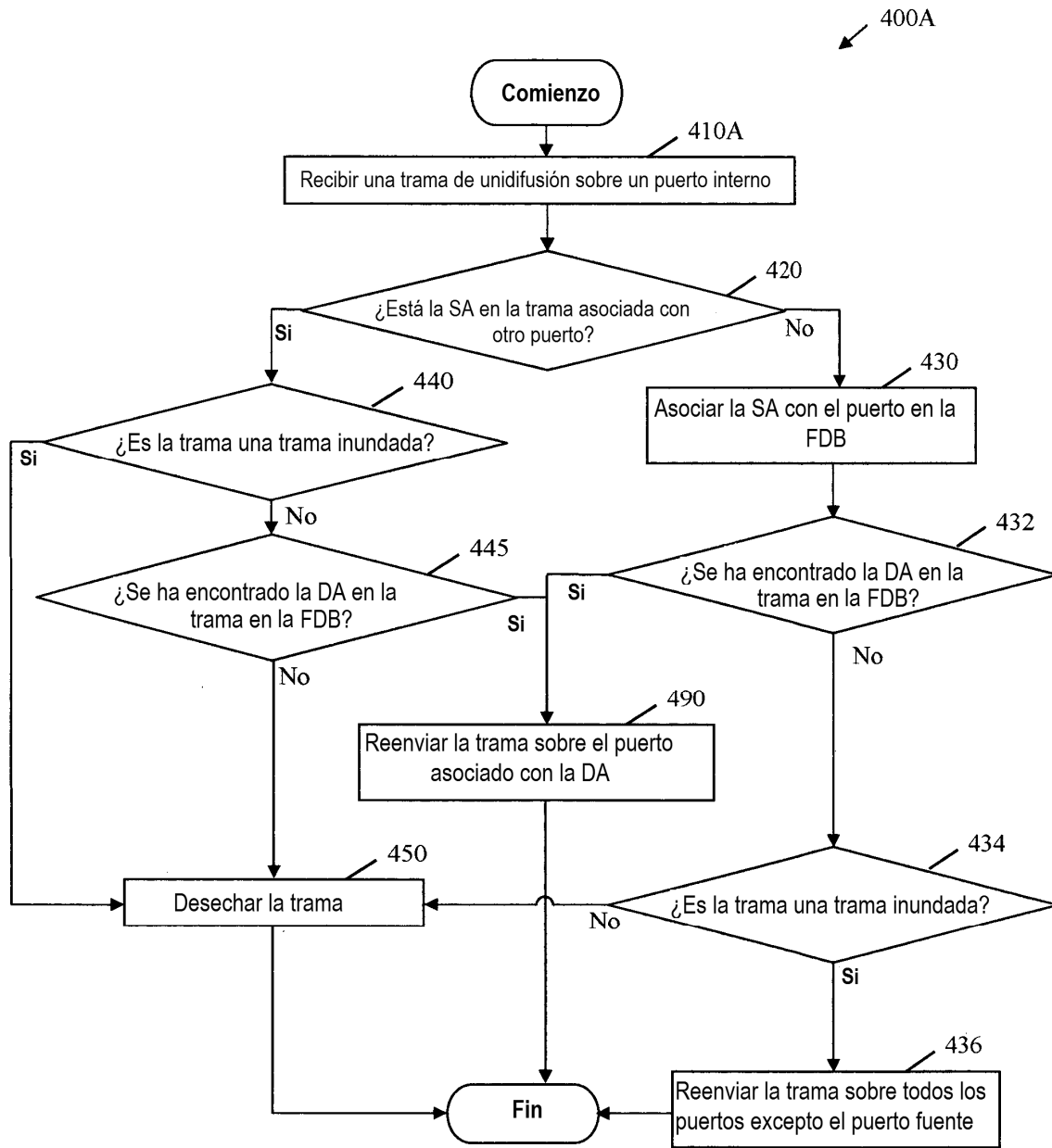


FIG. 4A

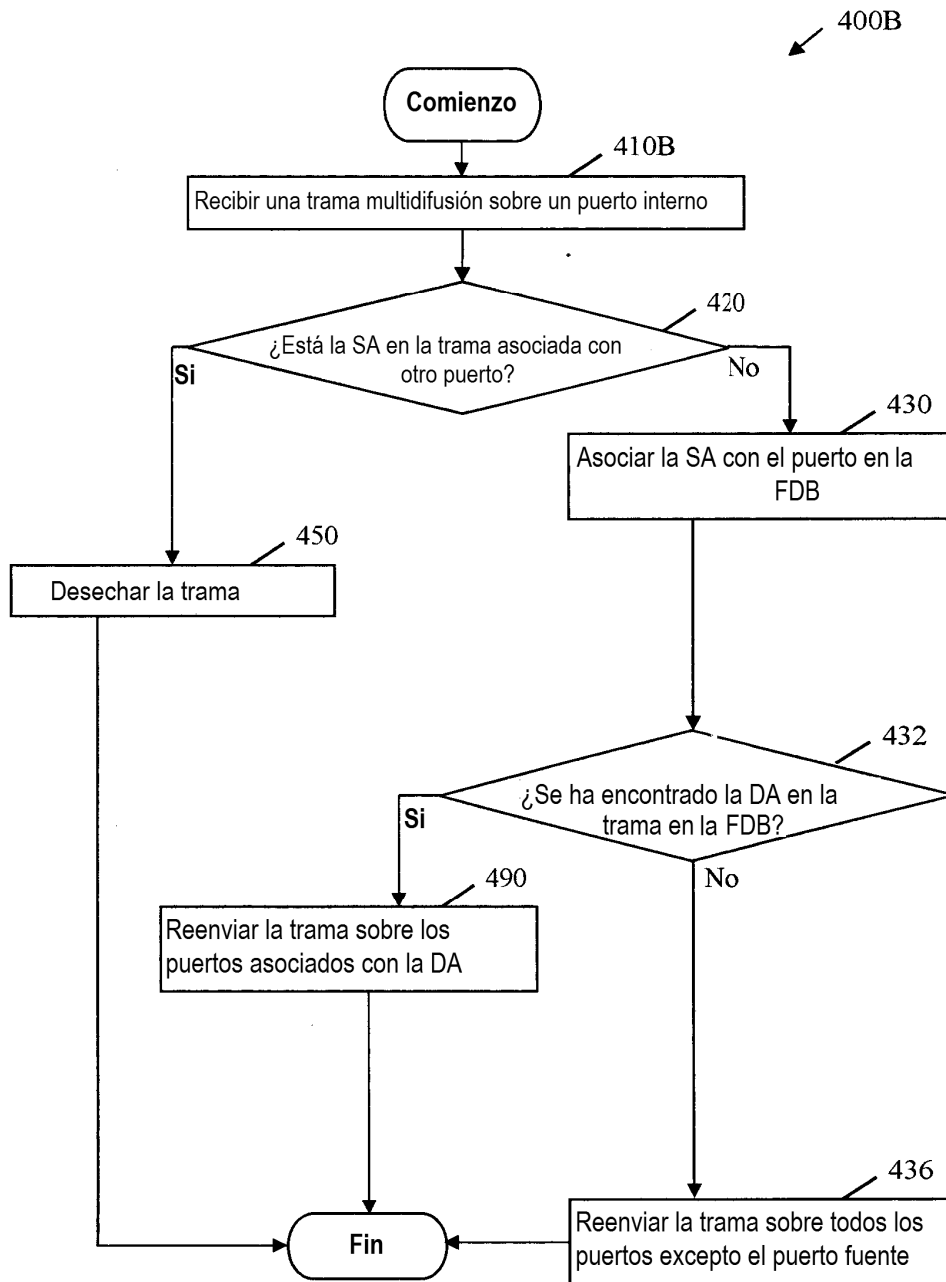


FIG. 4B

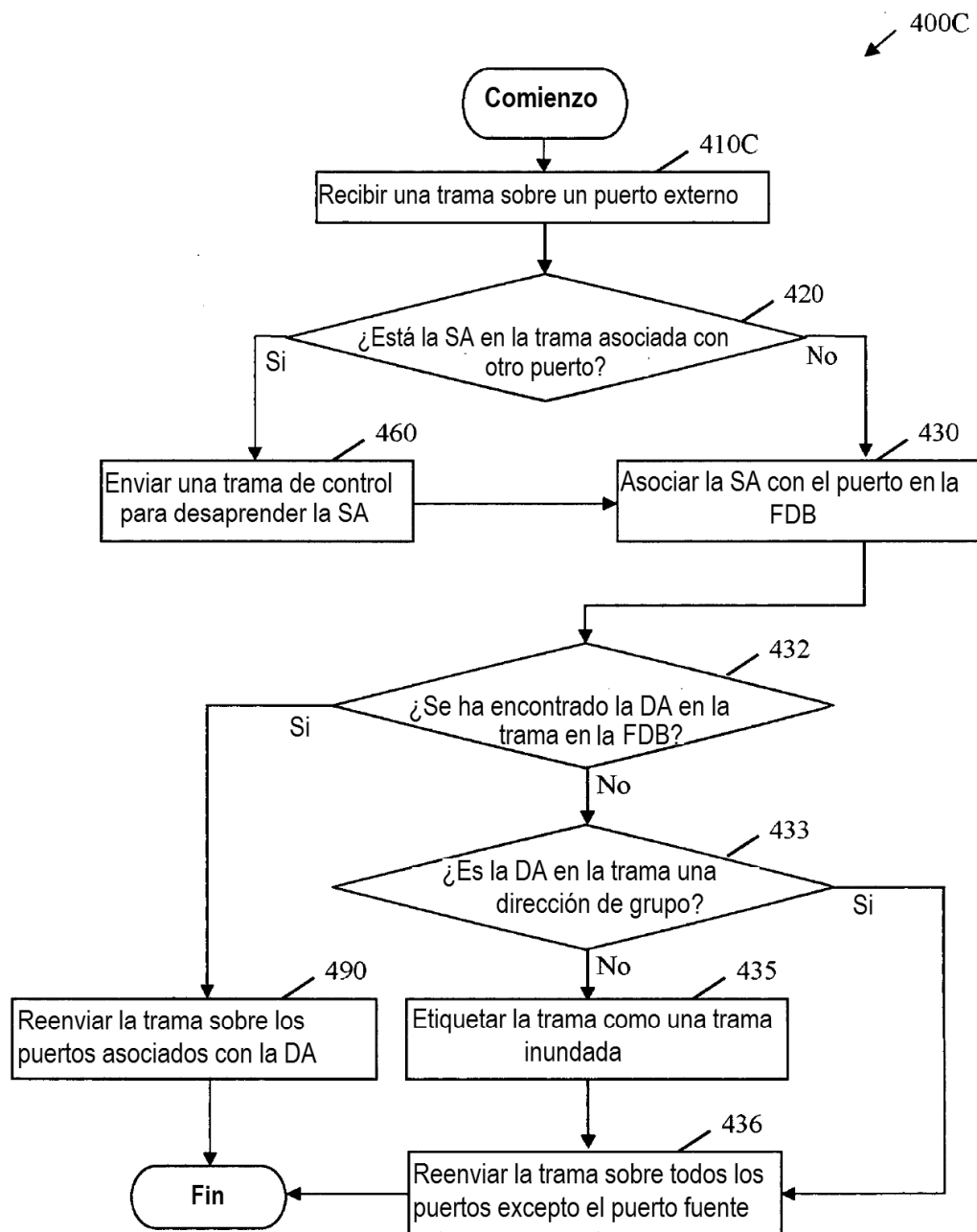


FIG. 4C

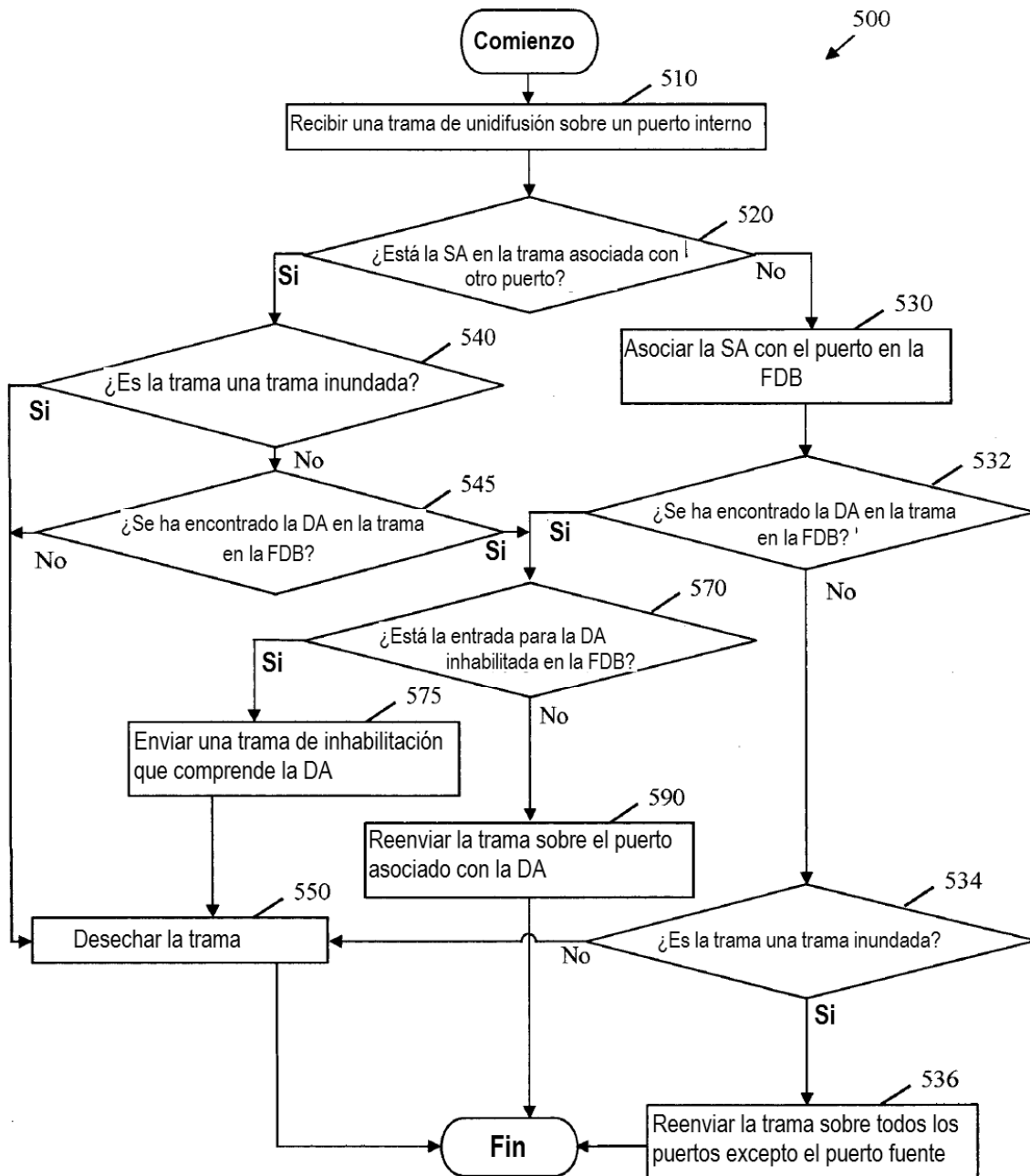


FIG. 5

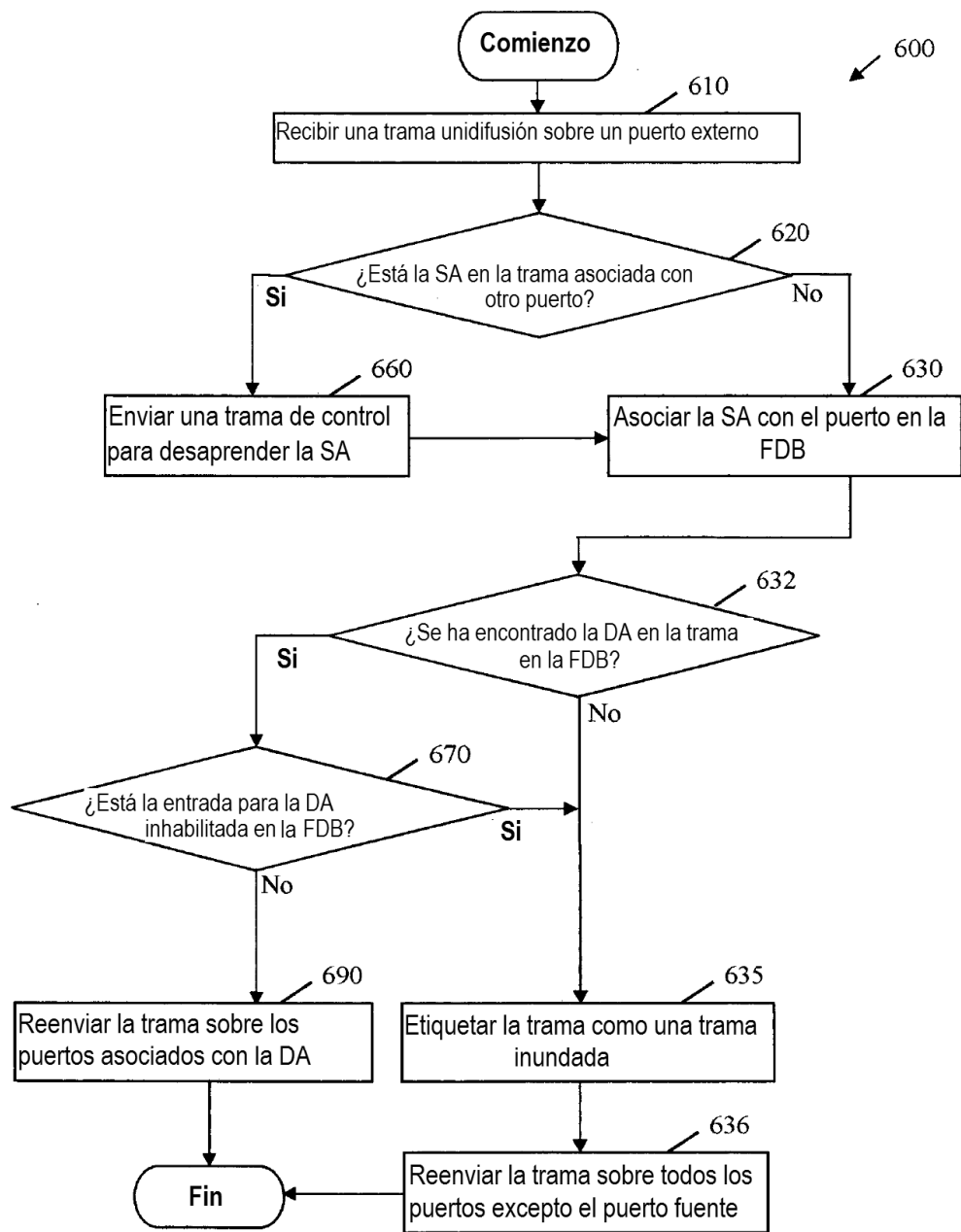


FIG. 6
(externo-unidifusión)

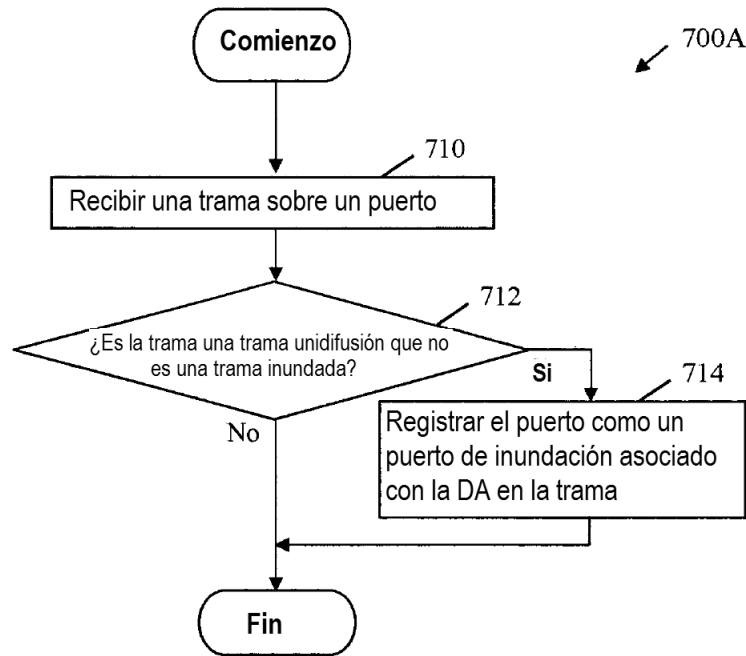


FIG. 7A

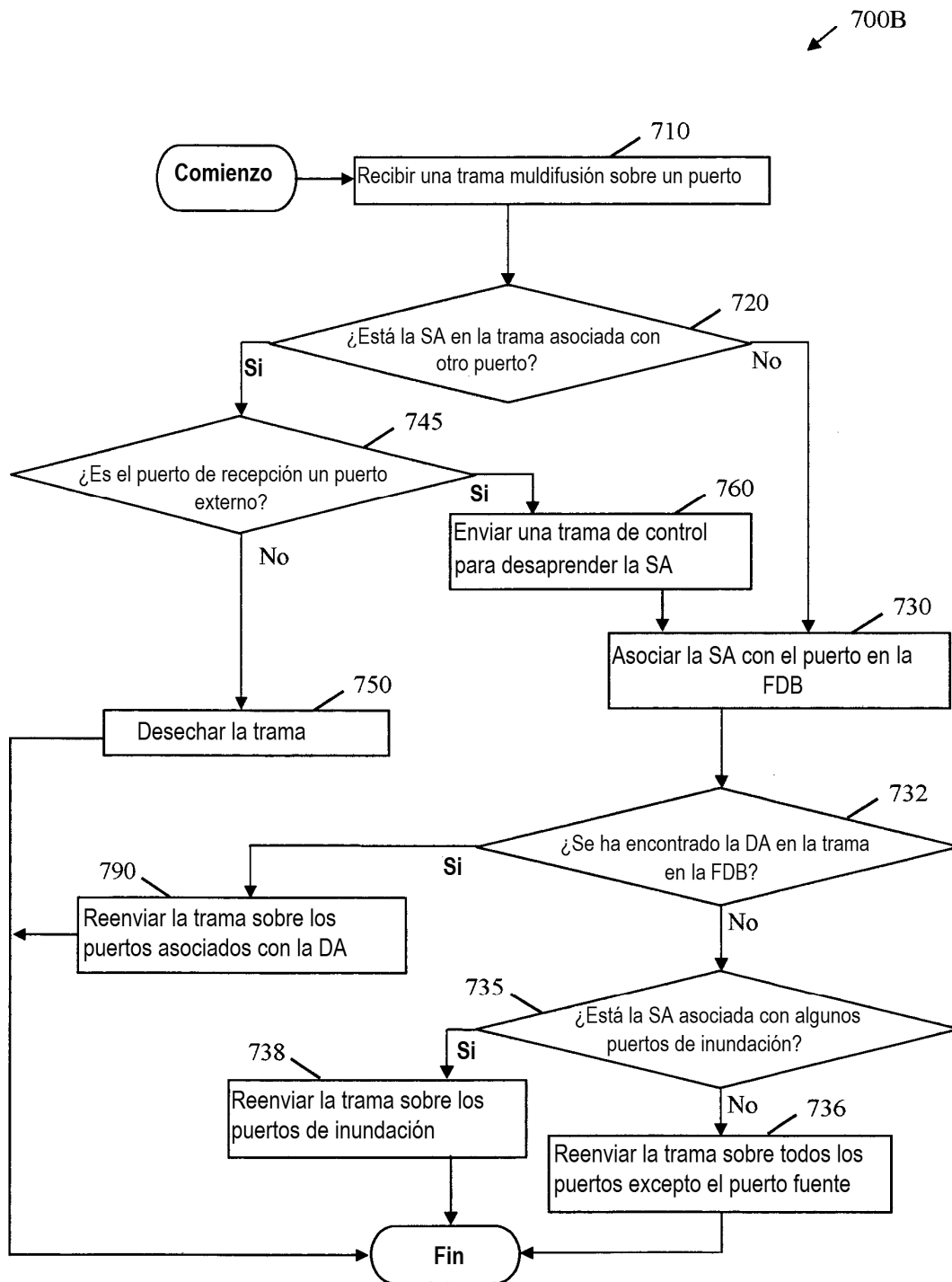


FIG. 7B

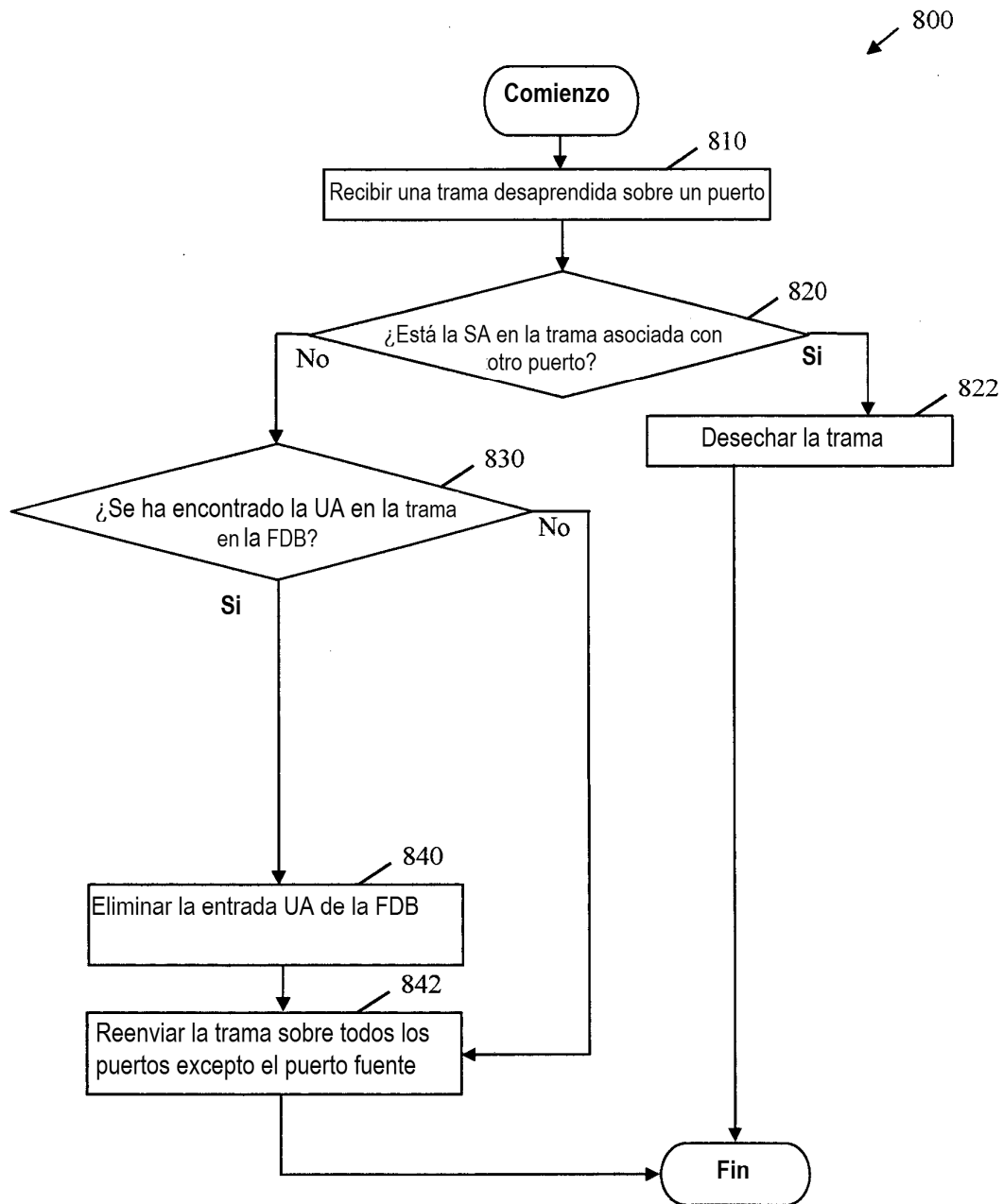


FIG. 8

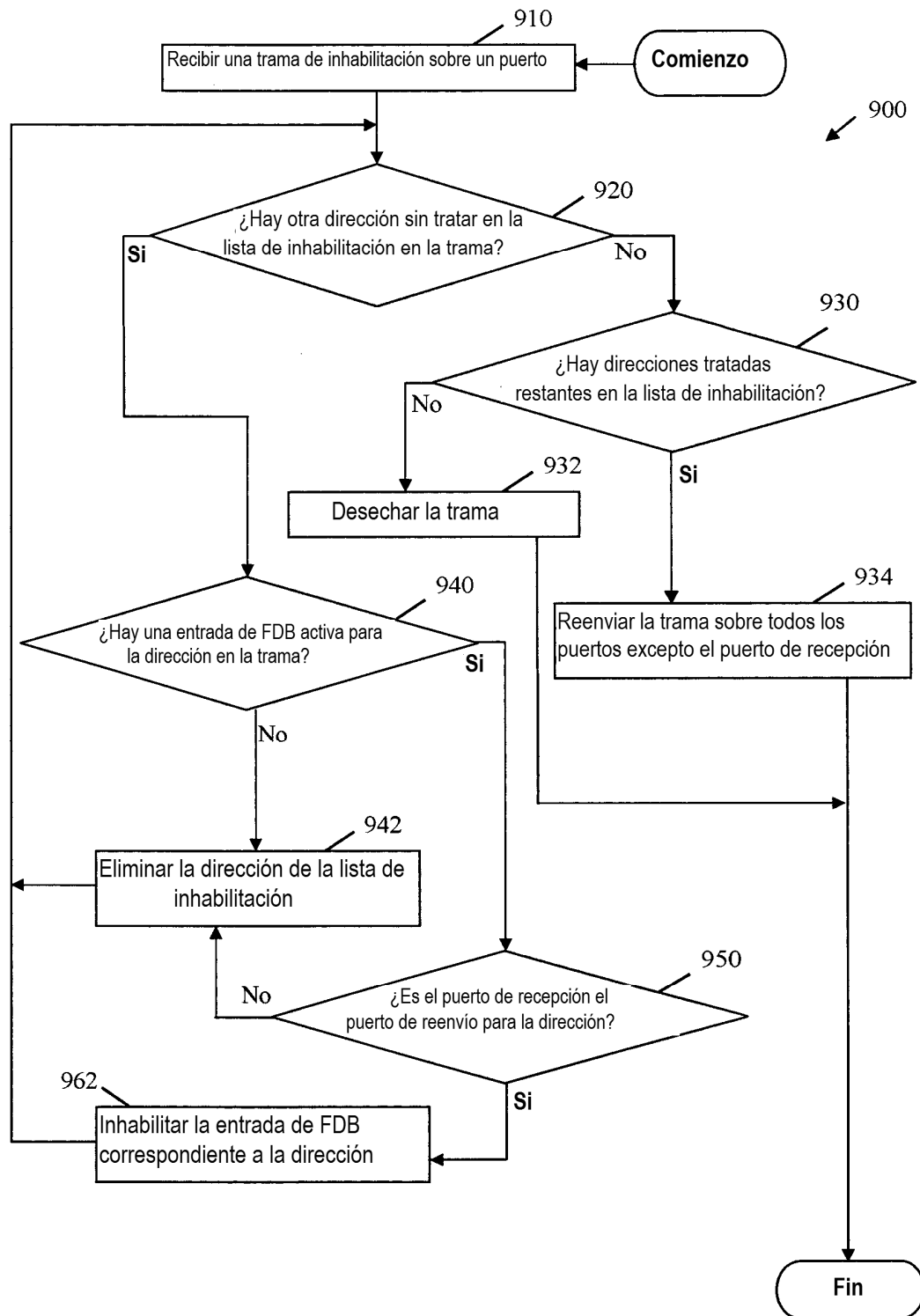


FIG. 9

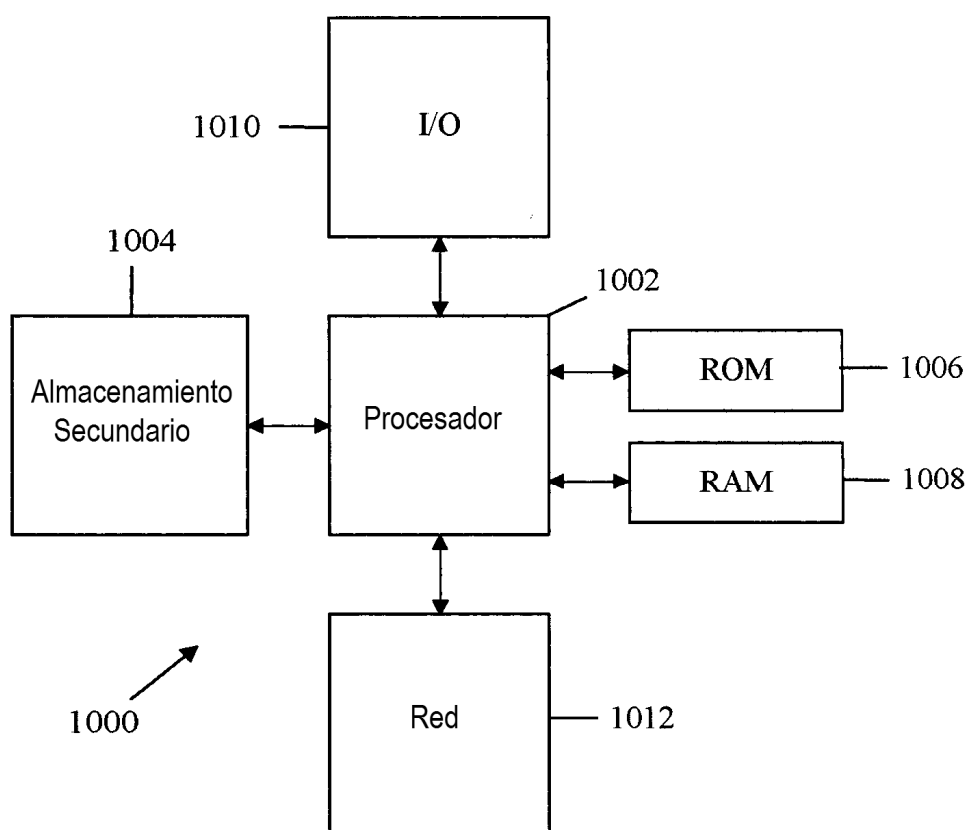


FIG. 10