



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 057**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07735712 .7**

96 Fecha de presentación : **30.04.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2016723**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.01.2009**

54

Título: **Procedimiento de descubrimiento de ruta por vector de distancia bajo demanda *ad hoc* que tiene al menos un conjunto mínimo de recursos disponibles en una red de comunicaciones inalámbrica distribuida.**

30

Prioridad: **01.05.2006 US 796984 P**

73

Titular/es: **Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven, NL**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.06.2011**

72

Inventor/es: **Chou, Chun-Ting**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.06.2011**

74

Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 361 057 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de descubrimiento de ruta por vector de distancia bajo demanda ad hoc que tiene al menos un conjunto mínimo de recursos disponibles en una red de comunicaciones inalámbrica distribuida.

5 Esta invención se refiere al campo de redes de comunicación inalámbricas, y más particularmente a un procedimiento para descubrir una ruta para una transmisión de múltiples saltos entre un dispositivo de origen y un dispositivo de destino en una red de comunicaciones inalámbrica de acceso distribuido que tiene al menos un conjunto mínimo de recursos disponibles (por ejemplo, ranuras).

10 Sigue existiendo una proliferación de redes de comunicaciones inalámbricas. Por ejemplo, la FCC ha propuesto permitir que transmisores de radio sin licencia operen dentro del espectro de televisión de difusión en ubicaciones en las que uno o más de los canales de televisión terrestre asignados no están utilizándose, siempre que tales transmisores sin licencia incluyan medidas preventivas que garanticen la no interferencia con la recepción de señales de televisión terrestre licenciadas. Diversas organizaciones desarrollaron tecnologías de comunicación inalámbrica de banda ultra ancha (UWB) para aprovechar las operaciones de dispositivo inalámbrico sin licencia autorizadas en bandas de frecuencia licenciadas.

15 En particular, la Alianza WIMEDIA® ha desarrollado especificaciones para redes inalámbricas basadas en tecnología UWB. Por ejemplo, la especificación MAC de WIMEDIA® proporciona un protocolo de control de acceso al medio (MAC) completamente distribuido para soportar transmisiones de un solo salto de alta velocidad entre dispositivos ubicados próximos entre sí, por ejemplo, las denominadas redes de área personal (PAN). Mientras tanto, en diciembre del 2005, la Asociación Europea de Fabricantes de Ordenadores (ECMA) publicó la ECMA-368: "High Rate Ultra Wideband PHY and MAC Standard" que especifica una capa física (PHY) de banda ultra ancha y una subcapa MAC distribuida para una red inalámbrica de acceso distribuido, de corto alcance, de alta velocidad, que puede incluir dispositivos fijos y móviles.

20 Tal como se usa en el presente documento, un dispositivo en una red inalámbrica también puede denominarse terminal o nodo. Asimismo tal como se usa en el presente documento, se dice que una red inalámbrica tiene "acceso distribuido" cuando no hay un controlador central, estación base, estación maestra, etc. que gobierne o controle el acceso a los recursos de comunicación (por ejemplo, ranuras de tiempo en un protocolo de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)) de la red inalámbrica por los otros dispositivos en la red.

25 Sin embargo, debido a la restricción reguladora sobre la potencia de transmisión, el alcance de transmisión de los dispositivos que usan la actual MAC de WIMEDIA® es limitado, y disminuye con cualquier aumento de la tasa de transmisión física. Por consiguiente, debido a las limitaciones del alcance de transmisión, en algunos casos no es posible que un dispositivo en una red de área personal inalámbrica (PAN) transmita datos a otros dispositivos en la misma red si los dos dispositivos están separados físicamente una distancia demasiado grande. En otros casos, cuando los dos dispositivos pueden estar más cerca entre sí, puede que la transmisión sea posible, pero solo en tasas de transmisión de datos reducidas. Se conocen distintos procedimientos en esta área:

30 "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing" de Perkins C. *et Al.* (Proceedings WMCSA, 25 de febrero de 1999), da a conocer un proceso de descubrimiento de trayecto, para su uso cuando un nodo de una red inalámbrica necesita comunicarse con otro nodo. En este procedimiento, el nodo de origen inicia el descubrimiento de trayecto mediante difusión de un paquete de petición de ruta a sus vecinos, transfiriéndose el paquete a continuación a un destino.

35 La solicitud de patente europea EP 1 467 524 describe una técnica de encaminamiento, en particular un algoritmo de encaminamiento que puede usarse adecuadamente en una red ad hoc móvil.

40 La solicitud de patente estadounidense US 5 515 379 describe un procedimiento para asignar ranuras de tiempo en un sistema de comunicación de acceso múltiple por división de tiempo.

La solicitud de patente internacional WO2004/014091 se refiere a una red ad hoc móvil de múltiples canales móvil que incluye una pluralidad de nodos móviles inalámbricos y una pluralidad de enlaces de comunicación inalámbrica.

45 "QoS Routing in Ad Hoc Wireless Networks" de Chunhung Richard Lin *et Al.* (IEEE Journal on Selected Areas in Communications) describe un protocolo de encaminamiento de ancho de banda para soportar calidad de servicio en una red móvil de múltiples saltos. Sin embargo, existen varias aplicaciones en las que sería altamente deseable que dispositivos que están ubicados de manera remota unos de otros una distancia significativa puedan enviar y recibir datos entre sí a mayores tasas de transmisión de datos de lo que soportan las limitaciones de potencia de transmisión en los dispositivos.

50 Por consiguiente, será deseable proporcionar un procedimiento para descubrir una ruta para transmisión de datos de ruta de múltiples saltos desde un dispositivo de origen hasta un dispositivo de destino en una red inalámbrica distribuida aunque los dos dispositivos estén separados de manera física una distancia demasiado grande para la transmisión inalámbrica directa. También será deseable proporcionar un procedimiento de este tipo que soporta tasas de transmisión de datos y eficiencia espectral altas.

55 Por consiguiente, la presente invención proporciona un procedimiento de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde un dispositivo de origen hasta un dispositivo de destino por medio de retransmisión por múltiples saltos, en una red de comunicación inalámbrica que comprende una pluralidad de dispositivos, comprendiendo el procedimiento:

difundir desde el dispositivo de origen una petición de descubrimiento de ruta para transmitir datos al dispositivo de destino, incluyendo la petición de descubrimiento de ruta al menos: un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de ranuras,  $X$ , requeridas para transmitir los datos, un tercer campo que indica un ID para el dispositivo de origen, y un cuarto campo que indica un ID para el dispositivo de destino;

5 recibir la petición de descubrimiento de ruta en un dispositivo intermedio,

transferir la petición de descubrimiento de ruta desde el dispositivo intermedio hasta el dispositivo de destino solo si el número de ranuras disponibles es mayor que el número de ranuras indicadas en el segundo campo, y

10 recibir en el dispositivo de origen una respuesta de descubrimiento de ruta que indica una ruta desde el dispositivo de origen hasta el dispositivo de destino, incluyendo la respuesta de descubrimiento de ruta al menos un primer campo que indica un número de saltos entre el dispositivo de origen y el dispositivo de destino.

15 En un aspecto de la invención, en una red de comunicación inalámbrica que comprende una pluralidad de dispositivos, se proporciona un procedimiento de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde un dispositivo de origen hasta un dispositivo de destino por medio de retransmisión por múltiples saltos. El procedimiento incluye difundir desde el dispositivo de origen una petición de descubrimiento de ruta para transmitir datos al dispositivo de destino. La petición de descubrimiento de ruta incluye al menos un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de ranuras,  $X$ , requeridas para transmitir los datos, un tercer campo que indica un ID para el dispositivo de origen, y un cuarto campo que indica un ID para el dispositivo de destino. El procedimiento también incluye recibir en el dispositivo de origen una respuesta de descubrimiento de ruta que indica una ruta desde el dispositivo de origen hasta el dispositivo de destino. La respuesta de descubrimiento de ruta incluye al menos un primer campo que indica un número de saltos entre el dispositivo de origen y el dispositivo de destino.

20 En otro aspecto de la invención, en una red de comunicación inalámbrica que comprende una pluralidad de dispositivos, se proporciona un procedimiento de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde un dispositivo de origen hasta un dispositivo de destino por medio de retransmisión por múltiples saltos. El procedimiento incluye recibir en un dispositivo  $N$ -ésimo una petición de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde el dispositivo de origen hasta el dispositivo de destino. La petición de descubrimiento de ruta incluye al menos: un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de ranuras,  $X$ , requeridas para transmitir los datos, un tercer campo que indica un número de saltos entre el dispositivo de origen y el dispositivo  $N$ -ésimo, un cuarto campo que incluye un ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta, un quinto campo que indica un ID para el dispositivo de origen, y un sexto campo que indica un ID para el dispositivo de destino. El procedimiento incluye además actualizar una tabla de información de ruta en el dispositivo  $N$ -ésimo para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo de origen desde el dispositivo  $N$ -ésimo para que sea igual al número de saltos entre el dispositivo de origen y el dispositivo  $N$ -ésimo que se recibió en la petición de descubrimiento de ruta, y establecer un ID para que un dispositivo siguiente acceda al dispositivo de origen desde el dispositivo  $N$ -ésimo para que coincida con un ID para un dispositivo  $(N-1)$ -ésimo desde el que el dispositivo  $N$ -ésimo recibió la petición de descubrimiento de ruta, y determinar si el dispositivo  $N$ -ésimo tiene al menos  $2X$  ranuras disponibles. Cuando el dispositivo  $N$ -ésimo tiene al menos  $2X$  ranuras disponibles, el procedimiento incluye incrementar en uno el número de saltos en el cuarto campo de la petición de descubrimiento de ruta para actualizar la petición de descubrimiento de ruta, y difundir la petición de descubrimiento de ruta actualizada desde el dispositivo  $N$ -ésimo. Cuando el dispositivo  $N$ -ésimo no tiene al menos  $2X$  ranuras disponibles, entonces se desecha la petición de descubrimiento de ruta.

40 En un aspecto adicional de la invención, en una red de comunicación inalámbrica que comprende una pluralidad de dispositivos, se proporciona un procedimiento de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde un dispositivo de origen hasta un dispositivo de destino a través de retransmisión por múltiples saltos. El procedimiento incluye recibir en el dispositivo de destino una petición de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde el dispositivo de origen hasta el dispositivo de destino. La petición de descubrimiento de ruta incluye al menos un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de ranuras,  $X$ , requeridas para transmitir los datos, un tercer campo que indica un número de saltos desde el dispositivo de origen hasta el dispositivo de destino, un cuarto campo que incluye un ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta, un quinto campo que indica el dispositivo de origen, y un sexto campo que indica el dispositivo de destino. El procedimiento incluye además actualizar una tabla de información de ruta en el dispositivo de destino para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo de origen desde el dispositivo de destino para que sea igual al número de saltos desde el dispositivo de origen hasta el dispositivo de destino que se recibió en la petición de descubrimiento de ruta, y establecer un ID para que un dispositivo siguiente acceda al dispositivo de origen desde el dispositivo de destino para que coincida con un ID para un dispositivo  $M$ -ésimo desde el que el dispositivo de destino recibió la petición de descubrimiento de ruta, y determinar si el dispositivo de destino tiene al menos  $X$  ranuras disponibles. Cuando el dispositivo de destino tiene al menos  $X$  ranuras disponibles, el procedimiento incluye transferir una respuesta de descubrimiento de ruta desde el dispositivo de destino hasta el dispositivo  $M$ -ésimo desde el que el dispositivo de destino recibió la petición de descubrimiento de ruta, incluyendo la respuesta de descubrimiento de ruta al menos: un primer campo que incluye el ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta, un segundo campo que indica el dispositivo de origen, un tercer campo que indica el dispositivo de destino, y un campo de cuenta de saltos que tiene una cuenta de saltos inicializada. Cuando el dispositivo de destino no tiene al menos  $X$  ranuras disponibles, se desecha la petición de descubrimiento de ruta.

La figura 1 ilustra de manera gráfica una red de comunicación inalámbrica;

las figuras 2a-2d ilustran un procedimiento de descubrimiento de ruta en una red de comunicación inalámbrica de acceso distribuido que usa un protocolo por vector de distancia bajo demanda ad hoc;

5 las figuras 3a-3e ilustran otro procedimiento de descubrimiento de ruta en una red de comunicación inalámbrica de acceso distribuido que usa un protocolo por vector de distancia bajo demanda ad hoc que busca rutas que tienen al menos un conjunto mínimo de recursos disponibles (por ejemplo, ranuras).

10 Aunque pueden aplicarse diversos principios y características de los procedimientos y sistemas que se describen a continuación a una variedad de sistemas de comunicación, con fines ilustrativos las realizaciones a modo de ejemplo siguientes se describirán en el contexto de redes de comunicación inalámbricas sin licencia que operan con protocolos de acceso distribuido basados en reserva (por ejemplo, TDMA).

15 Más particularmente, las realizaciones a modo de ejemplo que se describen a continuación pertenecen a una red de área personal de WIMEDIA®. Sin embargo, los procedimientos y técnicas que se describen a continuación también pueden aplicarse en el caso de otras redes de acceso distribuido que usan protocolos basados en reserva, e incluso a través de una red principal por cable. Naturalmente, el alcance de la invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas al presente documento, y no está limitado por las realizaciones particulares que se describen a continuación.

20 Además, en la descripción que sigue se mencionan diversas transmisiones que incluyen solicitudes de reserva y respuestas de reserva. En las realizaciones que se describen a continuación estas peticiones y respuestas pueden ser elementos de información (IE) incluidos en tramas (paquetes) transmitidos mediante un dispositivo dentro de una ranura de acceso al medio (MAS). Además, estas peticiones y respuestas se describen con diversos campos, tales como un primer campo, un segundo campo, un tercer campo, etc. En esas descripciones, debe entenderse que las referencias numéricas "primer(o)," "segundo," etc. sirven simplemente como nomenclatura para distinguir e identificar los campos y no se refieren a ningún orden lógico o cronológico u otra disposición de los campos dentro de los IE o tramas.

25 Teniendo en cuenta esto, a continuación se describen procedimientos mediante los cuales un dispositivo de origen que está ubicado de manera remota respecto a un dispositivo de destino en una red de área personal (PAN) inalámbrica de acceso distribuido puede descubrir una ruta de retransmisión a través de diversos dispositivos intermedios de la red para transmitir datos al dispositivo de destino con una tasa de transmisión de datos deseada (ancho de banda).

30 Tal como se describe a continuación, con el fin de aumentar el alcance de transmisión al tiempo que se mantiene la eficiencia espectral (es decir, usando una tasa de transmisión mayor), se proporciona una red de área personal (PAN) de WIMEDIA® habilitada para malla (*mesh-enabled*). La red de área personal (PAN) de WIMEDIA® habilitada por malla es esencialmente una PAN distribuida de múltiples saltos, con algunos dispositivos que retransmiten/transfieren tramas (paquetes) de datos para sus vecinos.

35 Por ejemplo, la figura 1 ilustra de manera gráfica una red 100 de comunicación inalámbrica que incluye una pluralidad de dispositivos 110. En este caso, los dispositivos 110B y 110C habilitados para malla pueden retransmitir una trama procedente del dispositivo 110A de origen a su dispositivo 110D de destino, al que el dispositivo 110A no puede acceder a través de una transmisión de un solo salto.

40 Se necesitan dos mecanismos importantes, concretamente, el descubrimiento de ruta/trayecto y la reserva de tiempo promedio de múltiples saltos, para implementar una PAN de malla. La reserva de tiempo promedio de múltiples saltos no es el objeto del alcance de esta descripción, y en toda la descripción que sigue se supone que se proporciona un mecanismo para realizar tales reservas de recursos una vez que se determina una ruta óptima basándose en las métricas deseadas del dispositivo de origen.

De esta manera, la descripción que sigue se centra en el descubrimiento de ruta/trayecto a través de una red de comunicación inalámbrica de acceso distribuido.

45 Las figuras 2a-2d ilustran un procedimiento de descubrimiento de ruta en una red 200 de comunicación inalámbrica de acceso distribuido que usa un protocolo por vector de distancia bajo demanda ad hoc (AODV). En la figura 2<sup>a</sup>, el dispositivo 110A de origen difunde una petición de descubrimiento de ruta (RREQ) para localizar una ruta de múltiples saltos para acceder al dispositivo 110D de destino. La RREQ desde el dispositivo 110A de origen se recibe por un primer conjunto de tres dispositivos intermedios que incluyen los dispositivos 110B, 110G, y 110F intermedios. En la figura 2b, cada uno de los dispositivos intermedios en el primer grupo que recibió la RREQ original desde el dispositivo 110A de origen redifunden, a su vez, la RREQ, transfiriendo así la RREQ a un segundo conjunto de tres dispositivos intermedios adicionales, que incluyen los dispositivos 110E y 110C intermedios. En este momento, el dispositivo 110A de origen y algunos o la totalidad del primer conjunto de dispositivos intermedios también reciben la RREQ redifundida desde los otros miembros del primer conjunto de dispositivos intermedios, pero ignoran (desechan) la RREQ redifundida como una "repetición". En la figura 2c, cada uno de los dispositivos intermedios en el segundo grupo que recibió la RREQ original desde el primer conjunto de dispositivos intermedios redifunde, a su vez, la RREQ, transfiriendo así la RREQ al dispositivo 110D de destino. En este momento, algunos o la totalidad de los conjuntos primero y segundo de dispositivos intermedios también reciben la RREQ redifundida desde los otros miembros del segundo conjunto de dispositivos intermedios, pero ignoran (desechan) la RREQ redifundida como una "repetición." Finalmente, en la figura 2d, el dispositivo 110D de destino responde a la RREQ con una respuesta de descubrimiento de ruta (RREP) que se

transmite al dispositivo 110C intermedio, y se transfiere mediante el dispositivo 110C intermedio a través del dispositivo 110F intermedio de vuelta al dispositivo 110A de origen. Así el trayecto descubierto en la figura 3a-3d es 110A-110F-110E-110D

5 Las operaciones del protocolo de encaminamiento AODV de las figuras 2a-2d varían según la función que desempeña un dispositivo 110. Estas operaciones, dependiendo de si el dispositivo 110 es (1) un dispositivo 110A de origen que inicia un descubrimiento de ruta, (2) un dispositivo intermedio (por ejemplo, 110B; 110C) que transfiere mensajes de encaminamiento, o (3) un dispositivo 110D de destino que responde a la petición de descubrimiento de ruta, se resumen a continuación respectivamente.

10 Cada dispositivo 110 en la red 200 mantiene una tabla de información de ruta con su información más reciente relativa a los ID de los otros dispositivos 110 en la red 200 de comunicación, la cuenta de saltos (número de saltos requeridos) para acceder o enviar datos a cada uno de estos otros dispositivos 110, y el “dispositivo siguiente” al que los datos deben enviarse para acceder a cada uno de los otros dispositivos 110 en la red 200 de comunicación. Siempre que la ruta hasta un dispositivo de destino (por ejemplo, el dispositivo 110D de destino) no esté disponible en la tabla de información de ruta del dispositivo 110A de origen, entonces el dispositivo 110A de origen difunde una petición de descubrimiento de ruta (RREQ). Una RREQ puede instanciarse como un IE que tiene una pluralidad de campos. De manera beneficiosa, una RREQ incluye al menos un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de saltos entre el dispositivo de origen y el dispositivo actual, un tercer campo que incluye un ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta, un cuarto campo que indica un ID para el dispositivo de origen, y un quinto campo que indica un ID para el dispositivo de destino. Pueden incluirse otros campos, y puede(n) omitirse uno o más de estos campos si las circunstancias lo permiten. La RREQ se difunde mediante el dispositivo 110A de origen a todos los dispositivos vecinos. El dispositivo 110A de origen establece el límite de cuenta de saltos en la trama (paquete) de RREQ para definir el “área de búsqueda” que define hasta dónde se transfiere la RREQ. El dispositivo 110A de origen puede reenviar la RREQ si no se recibe una respuesta de descubrimiento de ruta (RREP) en un cierto periodo de tiempo. Puede hacerlo, junto con otros algoritmos de control, cuando el tráfico debido a la retransmisión de la RREQ está controlado.

Mientras tanto, los dispositivos intermedios (por ejemplo, los dispositivos 110C y 110D) reciben mensajes de encaminamiento de RREQ y RREP. De manera beneficiosa, todas las peticiones de descubrimiento de ruta recibidas y enviadas en todos los dispositivos 110 en la red 100 deben tener el mismo número de campos, pero los dispositivos 110 diferentes pueden actualizar diferentes campos en la petición, dependiendo de su función particular en el descubrimiento de ruta. En general, puede haber  $M$  dispositivos intermedios en una ruta de retransmisión por múltiples saltos entre el dispositivo 110A de origen y el dispositivo 110D de destino. El comportamiento de los dispositivos intermedios depende de qué mensaje de encaminamiento (es decir, RREQ o RREP) se recibe.

35 Cuando un dispositivo 110 intermedio (por ejemplo, un dispositivo  $N$ -ésimo intermedio, donde  $1 \leq N \leq M$ ) recibe una RREQ desde el dispositivo 110A de origen u otro dispositivo intermedio (por ejemplo, un dispositivo  $(N-1)$ -ésimo intermedio), si ya tiene información de ruta para el dispositivo 110D de destino especificada en la RREQ entonces puede responder con una RREP que incluye un valor de cuenta de saltos apropiado, en nombre del dispositivo 110D de destino. En caso contrario, entonces el dispositivo 110 intermedio debe difundir la RREQ recibida con un valor de cuenta de saltos incrementado. El dispositivo 110 intermedio debe solo redifundir la RREQ recibida cuando recibe la RREQ, identificada por el ID del dispositivo de origen y el ID de petición, por primera vez. De manera beneficiosa, el dispositivo 40 110 intermedio también actualiza la información de encaminamiento (enlace inverso) en su tabla de información de ruta para el dispositivo 110A de origen y el dispositivo 110 desde el que se recibió la RREQ.

Mientras tanto, el dispositivo 110 intermedio (por ejemplo, un dispositivo  $N$ -ésimo intermedio, donde  $1 \leq N \leq M$ ) también puede recibir una RREP (por ejemplo, desde un dispositivo  $(N+1)$ -ésimo intermedio, donde  $1 \leq N \leq M$ ). Puede instanciarse una RREP como un IE que tiene una pluralidad de campos. De manera beneficiosa, una RREP incluye un primer campo que indica un número de saltos entre el dispositivo de destino y el dispositivo intermedio, un segundo campo que incluye un ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta a la que pertenece esta respuesta, un tercer campo que indica un ID para el dispositivo de origen, y un cuarto campo que indica un ID para el dispositivo de destino. Cuando el dispositivo 110 intermedio recibe una RREP con información más nueva, o bien una nueva ruta indicada por un ID de petición mayor, o bien una ruta con un valor de cuenta menor, entonces el dispositivo 110 intermedio debe: (1) actualizar la información de encaminamiento local (es decir, el enlace inverso al dispositivo 110D de destino) en su tabla de información de ruta; y (2) incrementar el valor de cuenta de saltos en la RREP recibida; y (3) transferirlo de vuelta al dispositivo 110A de origen usando su información de encaminamiento local obtenida del mensaje RREQ recibido anteriormente desde el dispositivo 110A de origen.

55 Asimismo, cuando el dispositivo 110D de destino recibe una RREQ, debe: (1) actualizar la información de encaminamiento local (es decir, el enlace inverso al dispositivo 110A de origen) en su tabla de información de ruta; y (2) responder con una RREP a través de unidifusión al dispositivo desde el que se recibió la RREQ. La RREP debe incluir un valor de cuenta inicializado (por ejemplo, ajustado a cero o ajustado a uno), o bien un ID de petición incrementado o sin cambiar, dependiendo de si está ofreciéndose una nueva ruta o no a través de la respuesta.

60 Aunque el procedimiento descrito anteriormente puede permitir el descubrimiento de ruta mediante el dispositivo 110A de origen de una ruta de retransmisión por múltiples saltos con una cuenta de saltos mínima, no garantiza que la ruta seleccionada (o cualquier otra ruta) tenga recursos suficientes para soportar la tasa de transmisión de datos o ancho de

banda deseados. Es decir, el procedimiento descrito anteriormente con respecto a las figuras 2a-2d no garantiza que haya suficientes ranuras de acceso al medio disponibles (no reservadas) en cada dispositivo en toda la ruta de retransmisión por múltiples saltos para la transmisión de datos desde el dispositivo 110A de origen hasta el dispositivo 110D de destino a una tasa de transmisión de datos deseada.

- 5 Las figuras 3a-3e ilustran otro procedimiento de descubrimiento de ruta en una red 300 de comunicación inalámbrica de acceso distribuido que usa un protocolo por vector de distancia bajo demanda ad hoc. El procedimiento que se describe a continuación con respecto a las figuras 3a-3e proporciona la capacidad de “eliminar” rutas desde el dispositivo 110A de origen hasta el dispositivo 110D de destino que no puedan soportar una tasa de transmisión de datos o ancho de banda deseados. En otras palabras, el procedimiento ilustrado en las figuras 3a-3e garantiza que cada dispositivo 110 en una ruta de retransmisión por múltiples saltos seleccionada para transmisión de datos desde el dispositivo 110A de origen hasta el dispositivo 110D de destino tiene suficientes ranuras de acceso al medio (MAS) disponibles para transferir los datos de transmisión a la tasa de transmisión de datos deseada.

- 15 Como en el caso de la realización de las figuras 2a-2d, las operaciones del protocolo de encaminamiento AODV mejorado de las figuras 3a-3e varían según la función que desempeña un dispositivo 110. Estas operaciones dependen de si el dispositivo es (1) un dispositivo de origen que inicia un descubrimiento de ruta, (2) un dispositivo intermedio que transfiere mensajes de encaminamiento, o (3) un dispositivo de destino que responde a la petición de descubrimiento de ruta. En la red 300, los dispositivos 110 realizan diversas operaciones como se describió anteriormente en la red 200 (que no se repetirán en este caso, por motivos de brevedad), así como operaciones adicionales que se describen a continuación.

- 20 En la figura 3a el dispositivo 110A de origen difunde una petición de descubrimiento de ruta (RREQ) para localizar una ruta de múltiples saltos para acceder al dispositivo 110D de destino. La RREQ desde el dispositivo 110A de origen se recibe por un primer grupo de tres dispositivos intermedios que incluye el dispositivo 110B intermedio. Como se explicará en detalle a continuación, la RREQ especifica un número mínimo de ranuras (MAS) que se requieren para una transmisión de datos desde el dispositivo 110A de origen hasta el dispositivo 110D de destino. La etapa mostrada en la figura 3b procede igual que la figura 2b tal como se describió anteriormente, excepto en que el dispositivo 110F intermedio NO transfiere la RREQ que recibió desde el dispositivo 110A de origen, porque el dispositivo 110F intermedio no tiene un número suficiente de ranuras disponibles (MAS) para soportar la transmisión de datos deseada. Puesto que el terminal 110F intermedio desecha la RREQ, no se transfiere al terminal 110C intermedio en la figura 3b. La etapa mostrada en la figura 3c procede igual que la figura 2c tal como se describió anteriormente, excepto en que ahora solo hay un terminal (110E) intermedio en el segundo “conjunto” y ahora hay un tercer “conjunto” de dispositivos intermedios que se compone solo del dispositivo 110E intermedio. En la figura 3d, el dispositivo 110D de destino responde transmitiendo una RREP al dispositivo 110E intermedio, mientras que el dispositivo 110C intermedio redifunde la RREQ que se recibe por el dispositivo 110D de destino y el dispositivo 110F intermedio. Tanto el dispositivo 110D de destino como el dispositivo 110F intermedio desechan la RREQ puesto que han recibido la misma petición anteriormente.
- 35 Finalmente, en la figura 3e, la RREP se transmite desde el terminal 110E intermedio, a través del terminal 110G intermedio, y se recibe por el terminal 110A de origen. Así, el trayecto descubierto en la figura 3a-3d es 110A-110G-110E-110D, que es diferente de la ruta descubierta en las figuras 2a-2d, PERO que está garantizado que tiene recursos suficientes (ranuras) para soportar la tasa de transmisión de datos o ancho de banda deseados. El motivo de que la ruta sea diferente es que el dispositivo 110F que forma parte de la ruta en las figuras 2a-2d no tenía suficientes ranuras para soportar la tasa de transmisión deseada, y así fue sorteado en las figuras 3a-3e.

- 40 En comparación con el funcionamiento de la red 200 de comunicación descrita anteriormente, el dispositivo 110A de origen en la red 300 de comunicación incluye al menos un campo adicional en el mensaje de RREQ cuando se difunde. El campo adicional identifica un número de ranuras de acceso al medio (MAS), X, que se necesitan para la transmisión de datos a la tasa de transmisión de datos o ancho de banda deseados, desde el dispositivo 110A de origen hasta el dispositivo 110D de destino. Este campo se usará, tal como se explica en detalle a continuación, para garantizar que, solo se seleccionan para la transmisión de datos, las rutas que tienen el ancho de banda suficiente (número de ranuras disponibles) en cada dispositivo 110 en la ruta.

- 45 De manera beneficiosa, el mensaje de RREQ del dispositivo 110A de origen en la red 300 de comunicación incluye además: (1) un segundo campo adicional que identifica un parámetro adicional, denominado “tiempo promedio residual”; y (2) un indicador de prioridad de ancho de banda (B). El tiempo promedio residual indica un número residual de ranuras disponibles en un dispositivo 110 en la ruta actual desde el dispositivo 110A de origen hasta el presente dispositivo 110 que tiene el menor número residual de ranuras disponibles. Es decir, este campo identifica el tiempo promedio residual disponible en el “punto crítico” en la presente ruta de retransmisión por múltiples saltos desde el terminal de origen hasta el dispositivo actual. Tal como se explicará en más detalle a continuación, a medida que el mensaje de RREQ se transfiere desde el dispositivo 110 hasta el dispositivo 110, el tiempo promedio residual se actualiza según sea necesario. Sin embargo, cuando la RREQ se difunde inicialmente por el dispositivo 110A de origen, el tiempo promedio se inicializa para reflejar un valor de tiempo promedio inicial. En una realización, el tiempo promedio puede reajustarse a infinito. En otra realización, el tiempo promedio residual puede ajustarse a un valor máximo disponible usando el número de bits asignados para el campo. Además, el indicador B puede ajustarse (por ejemplo, a “1”) para indicar que una ruta que tiene un tiempo promedio residual mayor debe seleccionarse o preferirse respecto a una ruta que tiene un tiempo promedio residual menor, incluso si la ruta que tiene tiempo promedio residual menor tiene un valor de cuenta de saltos menor. Además, cuando la RREQ incluye el campo que indica el tiempo promedio residual, entonces la RREP también debe incluir un campo que indique el tiempo promedio residual y un indicador B.

Mientras tanto, cuando un dispositivo 110 intermedio de la red 300 de comunicación recibe una RREQ que indica que se requieren  $X$  MAS (ranuras) para transmitir los datos, entonces el dispositivo 110 intermedio solo transfiere la RREQ (a través de difusión) cuando el dispositivo 110 intermedio tiene al menos  $2X$  MAS (ranuras) disponibles para sí mismo. En caso contrario, el dispositivo 110 intermedio desechará de manera silenciosa la RREQ recibida.

- 5 Asimismo, cuando el dispositivo 110 intermedio de la red 300 de comunicación recibe una RREP que incluye el indicador B y el campo que indica un tiempo promedio residual disponible en un dispositivo 110 en la ruta que tiene el menor número residual de ranuras disponibles, entonces el dispositivo 110 intermedio debe operar de la manera siguiente. Cuando se ajusta el indicador B, indicando que debe darse prioridad a rutas que tienen un mayor número de ranuras disponibles, entonces el dispositivo 110 intermedio debe actualizar la entrada de ruta correspondiente en su tabla de información de ruta cuando la RREP tiene el mismo ID de petición que una RREP recibida anteriormente, pero indica un tiempo promedio residual mayor del que se indicó en la RREP anterior.

- 10 Además, cuando un dispositivo 110 intermedio de la red 300 de comunicación recibe una RREQ, si la cantidad de MAS disponibles para el dispositivo 110 intermedio,  $Y$ , es menor que el tiempo promedio residual indicado en la RREQ recibida, entonces el dispositivo 110 intermedio también copia el valor  $Y$  en el campo de tiempo promedio residual de la RREQ antes de transferirla.

- 15 Cuando el dispositivo 110D de destino de la red 300 de comunicación recibe una RREQ que tiene un nuevo ID de petición y que indica que se requieren  $X$  MAS (ranuras) para transmitir los datos, el dispositivo 110D de destino solo responde con una RREP cuando tiene al menos  $X$  MAS disponibles para recibir los datos retransmitidos desde el dispositivo 110A de origen. En caso contrario, si el dispositivo 110D de destino de la red 300 de comunicación no tiene al menos  $X$  MAS disponibles, entonces desecha la RREQ sin responder.

- 20 También, cuando el dispositivo 110D de destino de la red 300 de comunicación recibe una RREQ que incluye el indicador B y el campo que indica un tiempo promedio residual disponible en un dispositivo 110 en la ruta que tiene el menor número residual de ranuras disponibles, entonces el dispositivo 110D de destino debe operar de la manera siguiente. Cuando se ajusta el indicador B, indicando que debe darse prioridad a rutas que tienen un mayor número de ranuras disponibles, entonces el dispositivo 110D de destino debe actualizar la entrada de ruta correspondiente en su tabla de información de ruta cuando la RREQ tiene el mismo ID de petición que una RREQ recibida anteriormente, pero indica un tiempo promedio residual mayor del que se indicó en la RREP anterior.

- 25 Entre los beneficios de usar el método mejorado descrito anteriormente con respecto a las figuras 3a-3e están el descubrimiento de una ruta con la cuenta de saltos mínima y suficiente tiempo de ranura de acceso al medio disponible en todos los dispositivos a lo largo de la ruta, equilibrado automático de carga en toda la red de comunicación, y que se proporciona la flexibilidad para seleccionar una ruta con las ranuras disponibles residuales máximas para proporcionar un margen para los recursos que pueden consumirse entre el descubrimiento de la ruta y la reserva de tiempo promedio.

- 30 Aunque se dan a conocer realizaciones preferidas en el presente documento, son posibles muchas variaciones que permanecen dentro del concepto y alcance de la invención. Tales variaciones resultarían claras para un experto en la técnica tras la inspección de la memoria descriptiva, los dibujos y las reivindicaciones en el presente documento. Por tanto, la invención no debe limitarse excepto dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde un dispositivo (110A) de origen hasta un dispositivo (110D) de destino a través de retransmisión por múltiples saltos, en una red (300) de comunicación inalámbrica que comprende una pluralidad de dispositivos (110), comprendiendo el procedimiento las etapas de:

5 difundir desde el dispositivo (110A) de origen una petición de descubrimiento de ruta para transmitir datos al dispositivo (110D) de destino, incluyendo la petición de descubrimiento de ruta al menos: un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de ranuras,  $X$ , requeridas para transmitir los datos, un tercer campo que indica un ID para el dispositivo (110A) de origen, y un cuarto campo que indica un ID para el dispositivo (110D) de destino;

10 recibir la petición de descubrimiento de ruta en un dispositivo intermedio,

transferir la petición de descubrimiento de ruta desde el dispositivo intermedio hasta el dispositivo de destino solo si el número de ranuras disponibles es mayor que el número de ranuras indicadas en el segundo campo, y

15 recibir en el dispositivo (110A) de origen una respuesta de descubrimiento de ruta que indica una ruta desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino, incluyendo la respuesta de descubrimiento de ruta al menos un primer campo que indica un número de saltos entre el dispositivo (110A) de origen y el dispositivo (110D) de destino.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de :

20 actualizar una tabla de información de ruta en el dispositivo (110A) de origen para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110D) de destino para que sea igual al número de saltos entre el dispositivo (110A) de origen y el dispositivo (110D) de destino que se indicó mediante la respuesta de descubrimiento de ruta, y establecer un ID para que un dispositivo (110) siguiente acceda al dispositivo (110D) de destino desde el dispositivo (110A) de origen para que coincida con un ID para un dispositivo (110) desde el que el dispositivo (110A) de origen recibió la respuesta de descubrimiento de ruta.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además las etapas de recibir en el dispositivo (110A) de origen una respuesta de descubrimiento de segunda ruta que indica una segunda ruta desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino, indicando la respuesta de descubrimiento de segunda ruta un tiempo promedio residual superior que la respuesta de descubrimiento de primera ruta.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además:

30 cuando el indicador de prioridad de ancho de banda se establece indicando que debe darse prioridad a las rutas que tienen un mayor número de ranuras disponibles, actualizar una tabla de información de ruta en el dispositivo (110A) de origen para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110D) de destino igual a un número de saltos entre el dispositivo (110A) de origen y el dispositivo (110D) de destino que se recibió en la respuesta de descubrimiento de segunda ruta, y establecer un ID para que un dispositivo (110) siguiente acceda al dispositivo (110D) de destino para que coincida con un ID para un dispositivo (110) desde el que el dispositivo (110A) de origen recibió la respuesta de descubrimiento de segunda ruta.

5. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:

40 recibir en un dispositivo (110) *N-ésimo* una petición de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino, incluyendo la petición de descubrimiento de ruta al menos: un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de ranuras,  $X$ , requeridas para transmitir los datos, un tercer campo que indica un número de saltos entre el dispositivo (110A) de origen y el dispositivo *N-ésimo*, un cuarto campo que incluye un ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta, un quinto campo que indica un ID para el dispositivo (110A) de origen, y un sexto campo que indica un ID para el dispositivo (110D) de destino;

45 actualizar una tabla de información de ruta en el dispositivo (110) *N-ésimo* para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110A) de origen desde el dispositivo (110) *N-ésimo* para que sea igual al número de saltos entre el dispositivo (110A) de origen y el dispositivo (110) *N-ésimo* que se recibió en la petición de descubrimiento de ruta, y establecer un ID para que un dispositivo (110) siguiente acceda al dispositivo (110A) de origen desde el dispositivo (110) *N-ésimo* para que coincida con un ID para un dispositivo (110) (*N-1*)-ésimo desde el que el dispositivo (110) *N-ésimo* recibió la petición de descubrimiento de ruta;

50 determinar si el dispositivo (110) *N-ésimo* tiene al menos  $2X$  ranuras disponibles;

cuando el dispositivo (110) *N-ésimo* tiene al menos  $2X$  ranuras disponibles,

incrementar en uno el número de saltos en el cuarto campo de la petición de descubrimiento de ruta para actualizar la petición de descubrimiento de ruta, y



difundir la petición de descubrimiento de ruta actualizada desde el dispositivo (110) *N-ésimo*; y

cuando el dispositivo (110) *N-ésimo* no tiene al menos  $2X$  ranuras disponibles, desechar la petición de descubrimiento de ruta.

5 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la petición de descubrimiento de ruta también incluye un séptimo campo que indica un tiempo promedio residual disponible en un dispositivo (110) en un trayecto desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110) *N-ésimo* que tiene el menor número residual de ranuras disponibles, y cuando el dispositivo (110) *N-ésimo* tiene al menos  $2X$  ranuras disponibles, el procedimiento incluye además determinar si un número de ranuras disponibles en el dispositivo (110) *N-ésimo*,  $Y$ , es menor que el tiempo promedio residual de la petición de descubrimiento de ruta, y cuando  $Y$  es menor que el tiempo promedio residual, copiar  $Y$  en el tercer campo de la petición de descubrimiento de ruta para actualizar el tiempo promedio residual.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, que comprende además las etapas de:

15 recibir en el dispositivo (110) *N-ésimo* una respuesta de descubrimiento de nueva ruta para transmitir datos desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino, incluyendo la respuesta de descubrimiento de nueva ruta al menos: un primer campo que indica un número de saltos entre el dispositivo (110D) de destino y el dispositivo (110) *N-ésimo*, un segundo campo que incluye el ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta a la que pertenece la respuesta de descubrimiento de nueva ruta, un tercer campo que indica un ID para el dispositivo (110A) de origen, y un cuarto campo que indica un ID para el dispositivo (110D) de destino;

20 cuando al menos uno de: (1) el ID de petición de la respuesta de descubrimiento de nueva ruta es mayor que un ID de petición para una respuesta de descubrimiento de ruta recibida anteriormente; y (2) el número de saltos entre el dispositivo (110D) de destino y el dispositivo (110) *N-ésimo* indicado en la respuesta de descubrimiento de nueva ruta es menor que un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110D) de destino que está almacenado actualmente en la tabla de información de ruta,

25 actualizar la tabla de información de ruta en el dispositivo (110) *N-ésimo* para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110D) de destino desde el dispositivo (110) *N-ésimo* para que sea igual al número de saltos entre el dispositivo (110) *N-ésimo* y el dispositivo (110D) de destino que se recibió en la respuesta de descubrimiento de nueva ruta, y establecer un ID para que un dispositivo (110) siguiente acceda al dispositivo (110D) de destino desde el dispositivo (110) *N-ésimo* para que coincida con un ID para un dispositivo (110)  $(N+1)$ -ésimo desde el que el dispositivo (110) *N-ésimo* recibió la respuesta de descubrimiento de nueva ruta,

30 incrementar en uno el número de saltos en el primer campo de la respuesta de descubrimiento de ruta para actualizar la petición de descubrimiento de nueva ruta, y

transferir la respuesta de descubrimiento de nueva ruta actualizada desde el dispositivo (110) *N-ésimo* hasta el dispositivo (110)  $(N-1)$ -ésimo que se almacenó anteriormente en la tabla de información de ruta para acceder al dispositivo (110A) de origen.

35 8. Procedimiento según la reivindicación 7, que comprende además cuando: (1) el ID de petición de la respuesta de descubrimiento de nueva ruta no es mayor que un ID de petición para una respuesta de descubrimiento de ruta recibida anteriormente, y (2) el número de saltos entre el dispositivo (110D) de destino y el dispositivo (110) *N-ésimo* indicado en la respuesta de descubrimiento de ruta no es menor que un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110D) de destino que está almacenado actualmente en la tabla de información de ruta,

desechar la respuesta de descubrimiento de nueva ruta en el dispositivo (110) *N-ésimo*.

40 9. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 7, en el que la petición de descubrimiento de ruta o la respuesta de descubrimiento de ruta también incluye un campo que indica un tiempo promedio residual disponible en un dispositivo (110) en la ruta que tiene el menor número residual de ranuras disponibles.

45 10. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además cuando: (1) el ID de petición de la respuesta de descubrimiento de nueva ruta es el mismo que un ID de petición para una respuesta de descubrimiento de ruta recibida anteriormente, (2) el tiempo promedio residual de la respuesta de descubrimiento de nueva ruta es menor que un tiempo promedio residual para la respuesta de descubrimiento de ruta anterior que tiene el mismo ID de petición que la respuesta de descubrimiento de nueva ruta, y (3) el indicador de prioridad de ancho de banda de la respuesta de descubrimiento de nueva ruta se establece indicando que debe darse prioridad a las rutas que tienen un mayor número de ranuras disponibles,

50 actualizar la tabla de información de ruta en el dispositivo (110) *N-ésimo* para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110D) de destino desde el dispositivo (110) *N-ésimo* para que sea igual a un número de saltos entre el dispositivo (110) *N-ésimo* y el dispositivo (110D) de destino que se recibió en la respuesta de descubrimiento de nueva ruta, y establecer un ID para que un dispositivo (110) siguiente acceda al dispositivo (110D) de destino desde el dispositivo (110) *N-ésimo* para que coincida con un ID para un dispositivo (110)  $(N+1)$ -ésimo desde el que el dispositivo (110) *N-ésimo* recibió la respuesta de descubrimiento de nueva ruta,

55 incrementar en uno el número de saltos en el primer campo de la petición de descubrimiento de ruta para actualizar la

petición de descubrimiento de nueva ruta, y

transferir la petición de descubrimiento de nueva ruta actualizada desde el dispositivo (110) *N-ésimo* hasta el dispositivo (110) *(N-1)-ésimo* que se almacenó anteriormente en la tabla de información de ruta para acceder al dispositivo (110A) de origen.

5 11. Procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además las etapas de:

recibir en el dispositivo (110D) de destino en un dispositivo (110) *N-ésimo* una petición de descubrimiento de segunda ruta para transmitir datos desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino, incluyendo la petición de descubrimiento de segunda ruta el quinto campo que incluye un ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de segunda ruta;

10 comparar el ID de petición de la petición de descubrimiento de segunda ruta con el ID de petición de la petición de descubrimiento de primera ruta, y

cuando el ID de petición de la petición de descubrimiento de segunda ruta coincide con el ID de petición de la petición de descubrimiento de primera ruta, desechar la petición de descubrimiento de segunda ruta.

12. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:

15 recibir en el dispositivo (110D) de destino una petición de descubrimiento de ruta para transmitir datos desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino, incluyendo la petición de descubrimiento de ruta al menos: un primer campo que indica un límite de cuenta de saltos, un segundo campo que indica un número de ranuras, X, requeridas para transmitir los datos, un tercer campo que indica un número de saltos desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino, un cuarto campo que incluye un ID de petición que identifica de manera  
20 única la petición de descubrimiento de ruta, un quinto campo que indica el dispositivo (110A) de origen, y un sexto campo que indica el dispositivo (110D) de destino;

actualizar una tabla de información de ruta en el dispositivo (110D) de destino para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110A) de origen desde el dispositivo (110D) de destino para que sea igual al número de saltos desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino que se recibió en la petición de descubrimiento de ruta, y establecer un ID para que un dispositivo (110) siguiente acceda al dispositivo (110A) de origen desde el dispositivo (110D) de destino para que coincida con un ID para un dispositivo (110) *M-ésimo* desde el que el dispositivo (110D) de destino recibió la petición de descubrimiento de ruta;

determinar si el dispositivo (110D) de destino tiene al menos X ranuras disponibles;

cuando el dispositivo (110D) de destino tiene al menos X ranuras disponibles,

30 transferir una respuesta de descubrimiento de ruta desde el dispositivo (110D) de destino hasta el dispositivo (110) *M-ésimo* desde el que el dispositivo (110D) de destino recibió la petición de descubrimiento de ruta, incluyendo la respuesta de descubrimiento de ruta al menos: un primer campo que incluye el ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta, un segundo campo que indica el dispositivo (110A) de origen, un tercer campo que indica el dispositivo (110D) de destino, y un campo de cuenta de saltos que tiene una cuenta de saltos inicializada; y  
35

cuando el dispositivo (110D) de destino no tiene al menos X ranuras disponibles, desechar la petición de descubrimiento de ruta.

40 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2, 6, 8 y 12, en el que la petición de descubrimiento de ruta también incluye un indicador de prioridad de ancho de banda que indica si debe darse prioridad a las rutas que tienen un mayor número de ranuras disponibles.

45 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la petición de descubrimiento de ruta también incluye un séptimo campo que indica un tiempo promedio residual disponible en un dispositivo (110) en la ruta que tiene el menor número residual de ranuras disponibles, y en el que la respuesta de descubrimiento de ruta también incluye un cuarto campo que indica un tiempo promedio residual disponible en un dispositivo (110) en la ruta que tiene el menor número residual de ranuras disponibles,

en el que el tiempo promedio residual de respuesta de descubrimiento de ruta se establece igual al tiempo promedio residual de la petición de descubrimiento de ruta.

15. Procedimiento según la reivindicación 13, que comprende además las etapas de:

recibir una petición de descubrimiento de segunda ruta en el dispositivo (110D) de destino;

50 cuando el dispositivo (110D) de destino tiene al menos X ranuras disponibles,

cuando: (1) el ID de petición de la petición de descubrimiento de segunda ruta es el mismo que un ID de petición para la petición de descubrimiento de primera ruta, (2) un tiempo promedio residual de la petición de descubrimiento de

segunda ruta es menor que el tiempo promedio residual para la petición de descubrimiento de primera ruta, y (3) el indicador de prioridad de ancho de banda de la petición de descubrimiento de segunda ruta se establece indicando que debe darse prioridad a las rutas que tienen un mayor número de ranuras disponibles,

5 actualizar la tabla de información de ruta en el dispositivo (110D) de destino para establecer un valor de cuenta de saltos para acceder al dispositivo (110A) de origen desde el dispositivo (110D) de destino para que sea igual al número de saltos desde el dispositivo (110A) de origen hasta el dispositivo (110D) de destino que se recibió en la petición de descubrimiento de segunda ruta, y establecer un ID para que un dispositivo (110) siguiente acceda al dispositivo (110A) de origen desde el dispositivo (110D) de destino para que coincida con un ID para un dispositivo (110) *P-ésimo* desde el que el dispositivo (110D) de destino recibió la petición de descubrimiento de segunda ruta,

10 transferir una respuesta de descubrimiento de segunda ruta desde el dispositivo (110D) de destino hasta el dispositivo (110) *P-ésimo* desde el que el dispositivo (110D) de destino recibió la petición de descubrimiento de ruta, incluyendo la respuesta de descubrimiento de segunda ruta al menos: un primer campo que indica un tiempo promedio residual disponible en un dispositivo (110) en la ruta que tiene el menor número residual de ranuras disponibles, un segundo campo que incluye el ID de petición que identifica de manera única la petición de descubrimiento de ruta, un tercer campo que indica el dispositivo (110A) de origen, un cuarto campo que indica el dispositivo (110D) de destino, y un campo de cuenta de saltos que tiene una cuenta de saltos inicializada,

15

en el que el tiempo promedio residual de la respuesta de descubrimiento de segunda ruta se establece igual al tiempo promedio residual de la petición de descubrimiento de segunda ruta, y

20 cuando el ID de petición de la petición de descubrimiento de segunda ruta es el mismo que un ID de petición para la petición de descubrimiento de primera ruta, y al menos uno de (1) un tiempo promedio residual de petición de descubrimiento de segunda ruta no es menor que el tiempo promedio residual para la petición de descubrimiento de primera ruta, y (2) el indicador de prioridad de ancho de banda de la petición de descubrimiento de segunda ruta vuelve a establecerse indicando que no debe darse prioridad a las rutas que tienen un mayor número de ranuras disponibles, desechar la petición de descubrimiento de segunda ruta, y

25 cuando el dispositivo (110D) de destino no tiene al menos *X* ranuras disponibles, desechar la petición de descubrimiento de segunda ruta.

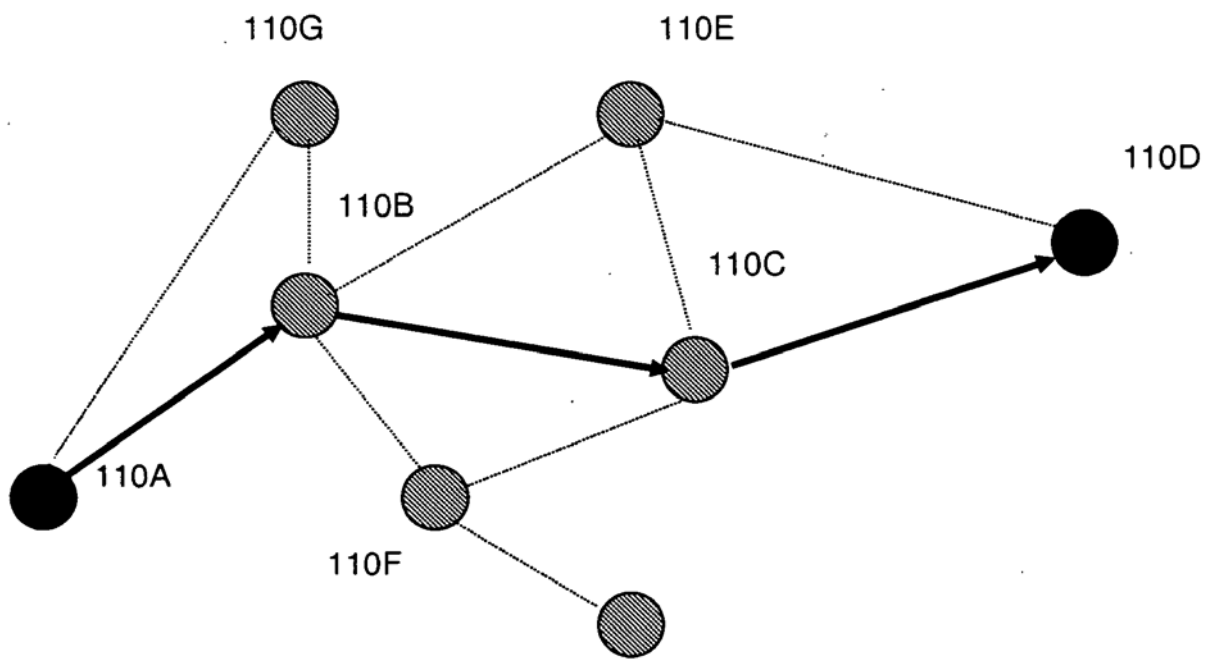


FIG. 1

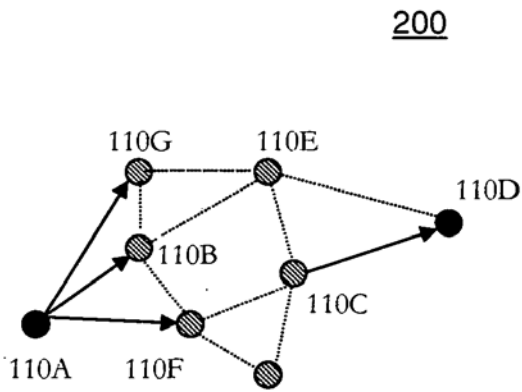


FIG. 2a

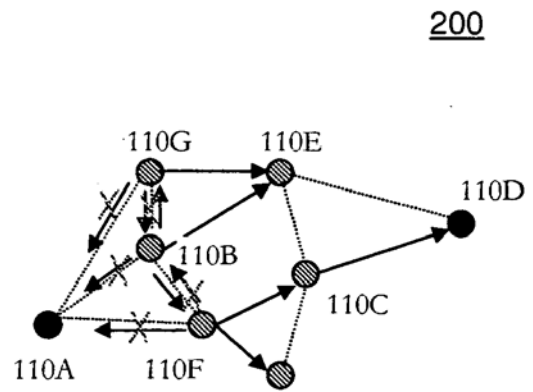


FIG. 2b

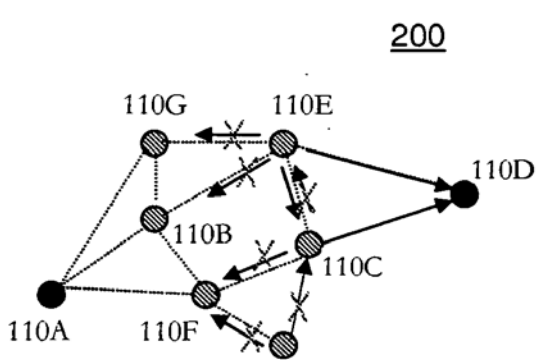


FIG. 2c

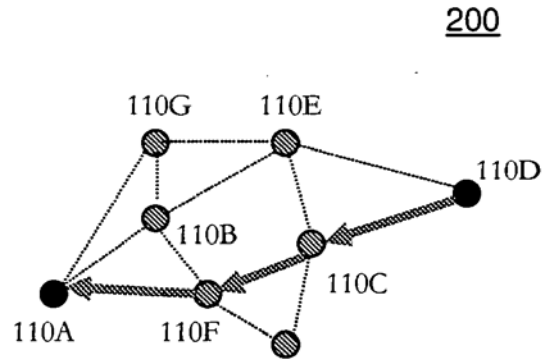


FIG. 2d

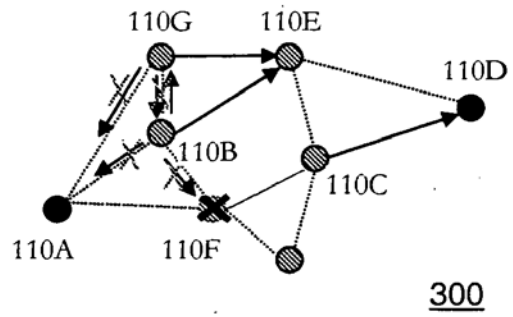
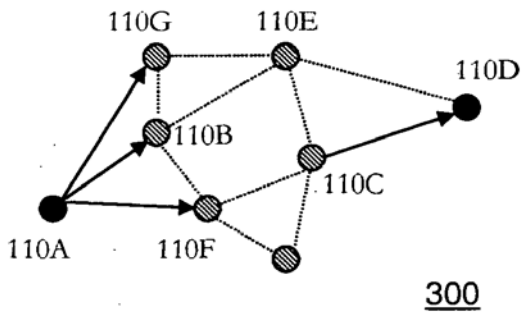


FIG. 3a

FIG. 3b

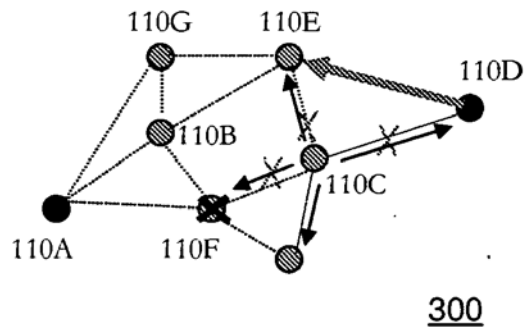
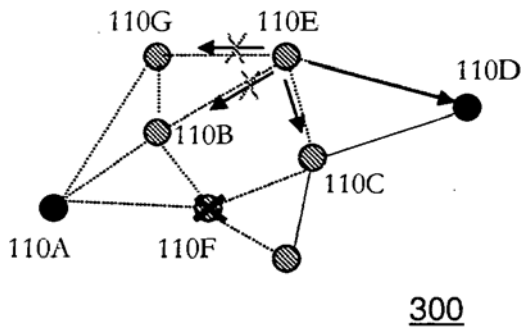


FIG. 3c

FIG. 3d

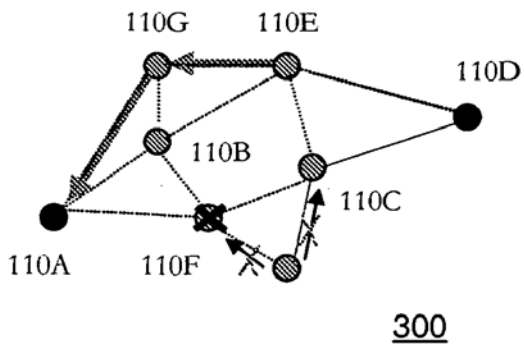


FIG. 3e