

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 278**

51 Int. Cl.:

H04W 40/24 (2009.01)

H04W 40/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2010** **E 10705195 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016** **EP 2396952**

54 Título: **Método para comunicar en una red que comprende un dispositivo zigbee sin batería, red y dispositivo para la misma**

30 Prioridad:

13.02.2009 EP 09305136

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

09.08.2016

73 Titular/es:

**PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 45
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**ERDMANN, BOZENA;
LELKENS, ARMAND y
PASVEER, WILLEM FRANKE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 579 278 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

Método para comunicar en una red que comprende un dispositivo zigbee sin batería, red y dispositivo para la misma

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para comunicar en una red de control inalámbrica. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método para asegurar el mantenimiento de un enlace de comunicación entre un dispositivo de comunicación y un encaminador en una red inalámbrica.

10 Esta invención es relevante, por ejemplo, para redes inalámbricas que comprenden dispositivos que tienen recursos de baja potencia. En una aplicación específica, la presente invención es relevante para redes inalámbricas que usan protocolos de comunicación conforme a los protocolos basados en IEEE802.15.4 y también en IEEE802.15.4, por ejemplo el protocolo ZigBee.

15 Antecedentes de la invención

Las redes de control inalámbricas se han vuelto recientemente una tendencia omnipresente en el campo de la comunicación, especialmente para sistemas de gestión de edificios como se desvela en la Solicitud de Patente WO2008048933. Las tecnologías inalámbricas presentan ventajas principales en términos de libertad de colocación, portabilidad y reducción de coste de instalación, puesto que no hay necesidad de tirar cables ni taladrar. Por lo tanto, tales tecnologías son particularmente atractivas para sistemas de interconexión, detección, automatización, control o monitorización que usan dispositivos sensores tales como conmutadores de luz, reguladores de luz, controladores remotos inalámbricos, detectores de movimiento o de luz, que se han de establecer en lugares distantes unos de los otros y desde los dispositivos que controlan, por ejemplo luces.

Una de las desventajas que aparecen en redes similares se refiere a la alimentación del dispositivo. De hecho, puesto que los dispositivos no están cableados, no pueden recibir más potencia necesaria para realizar todas las operaciones requeridas en la red desde la red eléctrica o mediante la conexión con el controlador. Por lo tanto, se ha previsto equipar tales dispositivos con baterías integradas. Sin embargo, puesto que los dispositivos están bastante restringidos en tamaño, las baterías no pueden ser de un tamaño grande, que da como resultado un tiempo de vida de dispositivo reducido o trabajo de sustitución de batería exhaustivo.

Se ha sugerido para remediar este problema equipando los dispositivos sensores con fuentes de energía autosuficientes que capturen energía desde su entorno. Todavía, la cantidad de energía conseguible mediante los capturadores de energía existentes es muy limitada, lo que significa que las características y funciones de los dispositivos sin baterías están altamente restringidas en consecuencia.

Entre las funciones que es obligatorio que se mantengan para buena operación en una red inalámbrica está la conexión de enlace, que hace posible asegurar en cualquier momento que un dispositivo restringido en recursos se enlace a un encaminador que reenvía mensajes en su nombre. En implementaciones existentes por lo tanto, se establece una relación padre-hijo entre un dispositivo de extremo, generalmente restringido en recursos y su padre. El dispositivo de extremo hijo direcciona toda su comunicación al padre para que se reenvíe a su destino final. Sin embargo, en caso del dispositivo que captura energía, esta relación crea un único punto de fallo en la red, puesto que en caso de que el enlace del padre se corte, la comunicación desde el dispositivo de extremo no puede realizarse satisfactoriamente más. Además, en la mayoría de los casos, un fallo de este tipo puede incluso no detectarse por el dispositivo final, debido a la no existente o no usada trayectoria de retorno, o a energía insuficiente.

Por lo tanto, existe una necesidad para un método de comunicación que asegure el mantenimiento de buena operación en una red de control inalámbrica. Además, como se ha explicado anteriormente, existe una necesidad para un método que pueda llevarse a cabo sin usar demasiados recursos del dispositivo de extremo final, puesto que estos dispositivos están en general restringidos en recursos, en concreto en términos de recursos de energía.

55 Sumario de la invención

Es un objeto de la invención proponer un método que resuelva al menos algunos de los problemas anteriormente mencionados. Más particularmente, la presente invención tiene por objeto proporcionar un método de comunicación en una red que comprende al menos un dispositivo restringido en recursos, denominado además dispositivo de extremo, y al menos un dispositivo encaminador rico en recursos, denominado además encaminador.

60 Es un objeto adicional de la presente invención proponer un método que permita limitar consumo de potencia en el dispositivo de extremo para configuración y/o mantenimiento de la red.

65 Es otro objeto de la invención proponer un método que elimine la necesidad de preconfigurar el dispositivo de extremo.

Otro objeto más de la invención es proporcionar un método que evite cualquier limitación de rendimiento resultante de la relación especial entre el padre preconfigurado y el dispositivo restringido en recursos o sin batería, en caso de un cambio en la red.

5 - Para este fin, la invención se refiere un método de acuerdo con la reivindicación 1.

10 Con un método de este tipo, la única acción realizada mediante el dispositivo de extremo para resolver el problema de un intermediario faltante es enviar una trama de comando para activar el procedimiento de búsqueda de intermediario. Por lo tanto, este método permite mantener buena operación en la red usando tan poca energía como sea posible mediante el dispositivo de extremo.

- En una realización de un método de acuerdo con la reivindicación 2, el activador para el procedimiento de búsqueda de intermediario permite la identificación del dispositivo de extremo.

15 Este método es de manera que únicamente el dispositivo encaminador puede determinar si está enlazado al dispositivo de extremo o no. Dentro del significado de la presente invención, un encaminador está enlazado a un dispositivo de extremo cuando se registra como un padre para este dispositivo de extremo. De hecho, el dispositivo de extremo no tiene conocimiento en absoluto de la identidad del encaminador, que elimina la necesidad de cualquier preconfiguración del dispositivo de extremo, y permite la adaptación automática a condiciones variables y a sustitución del padre sin implicación adicional del dispositivo de extremo. - En otra realización, se propone un método de acuerdo con la reivindicación 3.

20 El indicador de rendimiento es, por ejemplo, de acuerdo con la reivindicación 4, o de acuerdo con la reivindicación 5. Una característica de este tipo permite asegurar que el encaminador designado durante un método de búsqueda de intermediario de acuerdo con la invención sea el que asegura el mejor rendimiento de transmisión en la red.

25 En una realización particular, un método de acuerdo con la invención comprende un procedimiento de resolución de intermediario que hace posible que un encaminador informe a otros encaminadores en la red de su intención de hacerse el encaminador padre para el dispositivo de extremo que activó el procedimiento de búsqueda de intermediario. Por ejemplo, el procedimiento de resolución de intermediario comprende una etapa de acuerdo con la reivindicación 6. Este mensaje es, por ejemplo, de acuerdo con la reivindicación 7.

30 La invención también se refiere a un método que comprende un procedimiento de resolución en caso de que dos encaminadores decidan al mismo tiempo hacerse un encaminador padre para un dispositivo de extremo.

35 - La presente invención se refiere también a un dispositivo encaminador de acuerdo con la reivindicación 14.
- Otro aspecto de la invención se refiere a un dispositivo de extremo de acuerdo con la reivindicación 13.

40 Otro aspecto más de la invención se refiere a una red de acuerdo con la reivindicación 15.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se explicarán con referencia a las realizaciones descritas en lo sucesivo.

45 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora en más detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 - La Figura 1 muestra una red de acuerdo con la invención,
- La Figura 2 es un diagrama de bloques de una secuencia de operación en una configuración de dispositivo encaminador en una red de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

55 La presente invención se refiere a un método para comunicar en una red de control inalámbrica como se muestra en figure 1. La red comprende un dispositivo de extremo. Este dispositivo es, por ejemplo un Dispositivo Sin Batería Zigbee (ZBLD), pero la invención encuentra aplicación con cualquier dispositivo inalámbrico restringido en recursos, especialmente dispositivos alimentados por batería o capturadores de energía, tales como conmutadores de luz, reguladores de luz, controladores remotos inalámbricos, detectores de movimiento o detectores de luz. La red también comprende varios dispositivos encaminadores (R1, R2, R3, R4, R5). Estos dispositivos encaminadores son, en una realización ejemplar, conforme a protocolos de comunicación Zigbee. En otra realización ventajosa, el Dispositivo sin Baterías ZigBee y los encaminadores son conforme al protocolo sin baterías basado en 802.15.4 ligero.

65 En esta red, se establece una relación entre el dispositivo de extremo y uno de los encaminadores, R1 en el presente ejemplo. Cada vez que el dispositivo de extremo transmite una trama, el encaminador se encarga de

reenviarla. Cuando el encaminador recibe correctamente la trama transmitida, envía un mensaje de acuse de recibo al dispositivo de extremo, en la capa de MAC. Siempre que el dispositivo de extremo reciba una trama de ACK de MAC de este tipo en su transmisión, se asegura que su conexión de red está activa. El dispositivo de extremo no conoce la identidad del encaminador.

5 Sin embargo, cuando se pierde la conexión, identificándose tal pérdida mediante un ACK faltante, existe una necesidad de activar un método para establecer una nueva conexión, para mantener la comunicación correcta en la red. Como se ha mencionado anteriormente en la presente solicitud, puesto que los dispositivos de extremo usados en tales redes están restringidos en términos de recursos, especialmente potencia, es necesario proporcionar métodos que permitan la operación correcta de la red sin implicar gastar demasiada potencia para el dispositivo de extremo. La invención proporciona por lo tanto un método que satisface estos requisitos. Cuando el dispositivo de extremo no recibe un mensaje de acuse de recibo, activa un procedimiento de "búsqueda de intermediario", para indicar a dispositivos encaminadores circundantes en la red que ha perdido un padre, y necesita uno nuevo. Activar el procedimiento de búsqueda de intermediario puede hacerse, por ejemplo, enviando una trama de comando de búsqueda de intermediario, o insertando una bandera en la trama de datos y reenviándola. La activación es la única acción realizada mediante el ZBLD en este procedimiento de búsqueda de intermediario, que significa que únicamente se requiere una pequeña cantidad de energía en el ZBLD para realizar el método.

20 Es beneficioso que la información con respecto a los dispositivos sin batería se almacene en todos los encaminadores en las cercanías del dispositivo de extremo, y que el dispositivo de extremo pueda reconocerse como tal. Desde este punto de vista, en 802.15.4, cada encaminador comprende medios de memoria para almacenar una tabla de vecinos. En una realización ejemplar, la información con respecto a un ZBLD se almacena en un campo "Tipo de Dispositivo" de la entrada de tabla de vecinos. La entrada de tabla incluye también un campo de relación que contiene el tipo de relación entre el ZBLD y el dispositivo encaminador, tal como "hijo", "hijo anterior", "ninguna". En una realización alternativa, el elemento de identificación de un ZBLD se almacena directamente en el campo de relación, junto con el estado de relación, tal como "ZBLD hijo" o "ZBLD no relacionado".

30 Una red de acuerdo con la invención es de tal manera que un ZBLD no requiere ningún procedimiento de unión especial. No está configurado con ninguna dirección padre, ni el padre está configurado con la dirección del ZBLD, que evita cualquier procedimiento de preconfiguración, por lo tanto simplificando y acortando el procedimiento de instalación y configuración. Por lo tanto, para una red 802.15.4/ZigBee, el ZBLD únicamente necesita configurarse con un número de canal, identificador de red (PANId) y un identificador único (dirección NWK). Con respecto a la configuración de capa de aplicación, el ZBLD está preferentemente configurado con la dirección de multidifusión del grupo de dispositivos controlados mediante tal ZBLD, que permite reconfiguración flexible de afiliación de grupo, sin implicación de ZBLD. Por lo tanto, el ZBLD usa identificadores de grupo para direccionar su comando de capa de aplicación a los accionadores apropiados, que tienen que configurarse como miembros de grupo. En ZigBee, aquellos identificadores de grupo están en la subcapa de soporte de aplicación o nivel de red. Por lo tanto, el ZBLD tiene que configurarse adicionalmente con el ID de grupo del que es el origen, y todos los dispositivos accionadores que se van a controlar mediante ese ZBLD deben configurarse como miembros de este grupo.

40 En una red de acuerdo con la invención, el enlace entre un ZBLD y un encaminador no está fijo, que posibilita una alta movilidad para tanto el ZBLD como el encaminador, y también permite una adaptación automática a sustitución de padre, por ejemplo debido a condiciones de propagación variables que conducen a ruptura de un enlace entre un dispositivo de extremo y un dispositivo encaminador, sin una carga en el lado del ZBLD.

45 Por consiguiente, parece que, en una red de acuerdo con la invención, la operación normal del ZBLD simplemente consiste en enviar tramas de datos a otros dispositivos en la red. Como se ha explicado anteriormente, en el nivel de MAC, el ZBLD envía una trama de datos para reenviarse mediante el encaminador intermediario, y a continuación espera un mensaje de acuse de recibo. La estructura de este mensaje y la naturaleza de la comunicación del dispositivo ZBLD son de manera que únicamente se rastrea la recepción, o no, del mensaje de acuse de recibo, pero no el origen del mensaje. Por lo tanto, en caso de que el mensaje se haya recibido realmente, el ZBLD no necesita conocer qué encaminador ha manejado su mensaje para transmitirse, y en caso de que el mensaje no se reciba, no puede identificarse el ZBLD, y no necesita identificar qué enlace ha fallado.

55 Una vez que se activa el procedimiento de búsqueda de intermediario, se recibe la trama de comando de búsqueda de intermediario mediante uno o varios dispositivos encaminadores de la red.

60 Describiremos ahora, en relación con la figura 2, operaciones realizadas en un dispositivo encaminador de la red cuando recibe una trama ("Trama de Rx").

En primer lugar, el dispositivo encaminador identifica si la trama proviene desde un dispositivo sin batería Zigbee ("¿Desde ZBLD?"). Esta identificación se realiza, por ejemplo, comprobando el contenido de un campo de tipo de dispositivo incluido en la trama.

65 Si el originador de la trama es realmente un ZBLD, el dispositivo encaminador a continuación determina si la trama recibida activa el procedimiento de búsqueda de intermediario ("Activa búsqueda de intermediario").

Suponiendo en el primer caso que la búsqueda de intermediario no se activara, es decir que la trama es una trama de datos pura. El dispositivo encaminador determina si el ZBLD que ha originado la trama pertenece a su red ("ZBLD en NT"). La determinación se realiza, por ejemplo, comprobando si el identificador del ZBLD se almacena en la tabla de vecinos del dispositivo encaminador. Si el ZBLD no está presente aún en la tabla, el dispositivo encaminador lo añade ("AÑADIR") con el estado de relación "no relacionado". Si, por el contrario, el ZBLD ya está presente en la tabla, el dispositivo encaminador comprueba el estado de relación del ZBLD ("¿ZBLD = hijo?"):

- si el ZBLD es un hijo, el dispositivo encaminador reenvía la trama de datos y envía un mensaje de acuse de recibo ("ACK de MAC") al ZBLD,
- si el ZBLD no es un hijo, el dispositivo encaminador almacena en memoria intermedia ("MEMORIA INTERMEDIA") la trama de datos, y lanza un "límite_de_tiempo_de_intermediario" (proxy_timeout). Si se recibe un mensaje de "búsqueda de intermediario" para este ZBLD particular durante el límite de tiempo, y el encaminador se hace un nuevo padre, el dispositivo encaminador reenvía la trama de datos. Si no, la trama de datos se descarta.

Ahora suponiendo que la trama activara el procedimiento de búsqueda de intermediario, por ejemplo mediante una trama de comando de búsqueda de intermediario especializada enviada mediante un ZBLD o una bandera establecida en una trama de datos. El dispositivo encaminador comprueba si el origen de ZBLD está listado en la tabla de vecinos del dispositivo encaminador ("¿ZBLD en NT?"). Si es así, el dispositivo determina el estado de relación ("¿ZBLD = hijo?"), y si es un hijo, el dispositivo encaminador envía una trama de ACK de MAC al ZBLD ("ACK de MAC").

Si el dispositivo ZBLD no está listado en la tabla de vecinos, el dispositivo encaminador lo añade, con el estado "no relacionado". A continuación, el dispositivo encaminador determina un indicador de rendimiento, por ejemplo el indicador de coste de enlace ("IND de REND") para el enlace inalámbrico entrante desde el hijo o un número de paquetes ya recibidos desde este dispositivo. Además, el coste de enlace se usaría como ejemplo de indicador de rendimiento. Si el indicador de coste de enlace es mejor que un número predeterminado, por ejemplo 3, entonces el dispositivo encaminador activa un procedimiento de resolución de intermediario después de un retardo aleatorio.

El procedimiento de resolución de intermediario comprende las siguientes etapas:

- un primer encaminador de Zigbee que tiene un coste de enlace al ZBLD menor de 3 y que ha recibido un activador para el procedimiento de búsqueda de intermediario desde el ZBLD envía un mensaje de "resolución de intermediario" de difusión de 3 saltos (es decir con alcance de difusión o tiempo de vida igual a 2), dirigido a todos los otros encaminadores de la red, que indica su intención de hacerse un nuevo intermediario para este ZBLD particular,
- tras la recepción de un mensaje de este tipo, un segundo encaminador almacena el mensaje de resolución de intermediario en una memoria, para evitar duplicados y lo vuelve a difundir,
- si el ZBLD que origina la búsqueda de intermediario no está listado en la tabla de vecinos del segundo encaminador, no se realiza acción; sin embargo, si el ZBLD está listado, el segundo encaminador realiza una comparación para determinar, basándose en el indicador de rendimiento para el ZBLD y en el mensaje de resolución de intermediario, si debiera actuar, o no, como un encaminador para el ZBLD.

La elección entre el primer y segundo encaminadores para actuar como encaminador para el ZBLD puede realizarse de acuerdo con diferentes criterios. En una realización ejemplar, el segundo encaminador compara la dirección del originador en el mensaje de resolución de intermediario, que es la dirección del primer dispositivo encaminador, con su propia dirección. Si su propia dirección es más pequeña y si el enlace de coste es apropiado, dependiendo del indicador de enlace de coste predeterminado usado en el presente método, el segundo dispositivo encaminador debería hacerse el intermediario. Desde este punto de vista, inicia una "resolución de intermediario" con su propia dirección como el originador.

Si la dirección del segundo encaminador es inferior, pero el coste de enlace es inapropiado, entonces el segundo encaminador únicamente vuelve a difundir el mensaje de resolución de intermediario recibido desde el primer encaminador.

Las siguientes secciones analizan detalles ejemplares de la implementación en 802.15.4/ZigBee.

La implementación del activador del procedimiento de búsqueda de intermediario como una trama de comando de "búsqueda de intermediario" en la capa de MAC asegura que el comando es muy corto, lo que evita tara de capa superior, o tara de capa de red y de aplicación; en 802.15.4/ZigBee. Por lo tanto aumenta las posibilidades de que el ZBLD pueda enviarlo con la energía limitada que ha captado. Los únicos datos que se requieren en este comando son el identificador del ZBLD (ya presente en el encabezamiento de MAC de 802.15.4) por lo que la trama de "búsqueda de intermediario" puede ser sin cabida útil. Para acortar adicionalmente el paquete, la dirección de destino y el identificador de red de destino (en 802.15.4/ZigBee: identificador PAN, PANId) pueden saltarse, y únicamente enviarse la dirección de origen y el identificador de red de origen PANID; el bit Intra-PAN del control de Trama debería establecerse. Por lo tanto, la longitud total del comando de "búsqueda de intermediario" (incluyendo la cabida útil de la capa PHY) sería 15 B.

Puesto que la difusión "resolución de intermediario" se envía únicamente a través de dos saltos, debería mantenerse en el BTT en tiempo mucho más breve que el ZigBee *nwkBroadcastDeliveryTime* de 10 s (para ZigBee PRO), para permitir descubrimiento repetido, si se requiere, y para eliminar el BTT en tiempo apropiado. El comando de "resolución de intermediario" puede localizarse en la capa de red o superior. Por ejemplo, el comando de Estado de Red de ZigBee podría usarse con un nuevo código de Estado.

En otra realización, el activador para el procedimiento de búsqueda de intermediario puede ser parte de la trama de datos, por ejemplo uno de los subcampos reservados para la MAC o el campo de Control de Trama NWK. Esto tiene el beneficio de aumentar la posibilidad de obtener el mensaje de control de ZBLD original.

Incluso si un método de acuerdo con la invención comprendiera características para elegir entre varios encaminadores potenciales, puede ocurrir que el protocolo de resolución de intermediario dé como resultado dos encaminadores que asumen independientemente el papel de intermediario para un ZBLD particular. Esta situación puede tener lugar, por ejemplo, en redes con densidad de encaminadores muy variable, como se representa en relación con la Figura 1. En la figura, R1 puede únicamente ver a R5, pero no a cualquier otro nodo (R2-R4); R5 puede ver a R3, y R2-R4 pueden verse todos entre sí. Por lo tanto, R1, R3 y R5 ejecutan el protocolo de resolución, y R1, con la dirección más baja, asume el papel del intermediario de ZBLD, e independientemente R2-R5 ejecutan el protocolo de resolución de intermediario, y deciden sobre R2 que se haga el nuevo intermediario. Los alcances de los dispositivos encaminadores se muestran mediante círculos de línea discontinua en la figura.

Esta situación no puede descubrirse por los encaminadores, puesto que no pueden deducirla a partir de los paquetes del ZBLD, ya que la dirección padre no se incluye en este punto, y los dos encaminadores intermediarios R1 y R2 no están en el alcance de cada uno, por lo tanto no pueden tener conocimiento, por ejemplo, acerca de las tramas de ACK en colisión.

Una posibilidad es que el ZBLD descubra las colisiones de ACK, y vuelva a activar el procedimiento de "búsqueda de intermediario" a través de más saltos, es decir con Tiempo-De-Vida más alto.

Otra posibilidad es incluir la dirección del originador en el comando de "resolución de intermediario" y - en el proceso de resolución de intermediario - para cualquiera de los nodos intermediarios (en el ejemplo anterior, R3-R5), para reenviar la información en el encaminador con la dirección más baja a los otros intermediarios opuestos, aquellos con la dirección previamente más baja, independientemente del recuento de saltos, por ejemplo en unidifusión o aumentando el recuento de saltos en el paquete que se ha vuelto a difundir.

Otra posibilidad más es que los encaminadores en las cercanías directas del ZBLD usen el identificador del ZBLD como un identificador de grupo, siendo todos los encaminadores en el alcance inalámbrico del ZBLD miembros de este grupo; cualquier mensaje de búsqueda de intermediario enviado mediante el ZBLD y cualquier mensaje de resolución de intermediario indiciado mediante los encaminadores vecinos puede a continuación direccionarse a esta dirección de grupo y por lo tanto tener una buena posibilidad de alcanzar todos los encaminadores vecinos.

Opcionalmente, la trama de "búsqueda de intermediario" puede tener una cabida útil de 2 bytes, que contiene el identificador del grupo que este ZBLD controla. Esta información tendría que llevarse a continuación en la trama de "resolución de intermediario" intercambiada mediante los encaminadores, junto con la información del encaminador particular que es un miembro de este grupo particular. El protocolo de resolución podría entonces modificarse como sigue:

- Los encaminadores miembros usan retardo aleatorio más corto;
- descartan transmisión de "resolución de intermediario" planificada propia ÚNICAMENTE en la recepción del mismo paquete desde otro encaminador miembro,
- el nuevo intermediario es el encaminador miembro, con la dirección más baja.

Como alternativa a que todos los encaminadores vecinos de ZBLD almacenen en memoria intermedia la trama de datos para *límite_de_tiempo_de_intermediario*, únicamente los encaminadores que son también vecinos del intermediario del ZBLD podrían hacer esto, por ejemplo realizando escucha clandestina del ACK de MAC enviado mediante el intermediario. Durante el *límite_de_tiempo_de_intermediario*, escucharían que se enviara el ACK de MAC, y si ninguno llegara, uno de ellos "toma el relevo", es decir retransmite el paquete de datos y activa el "procedimiento de resolución de intermediario", para que se resuelva únicamente entre los encaminadores que realizaban escucha clandestina anteriormente.

En la presente memoria descriptiva y reivindicaciones la palabra "un" o "una" precediendo un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. Además, la expresión "que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o etapas a aquellos enumerados.

La inclusión de signos de referencia entre paréntesis en las reivindicaciones se pretende para ayudar al entendimiento y no pretende ser limitante.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para comunicar inalámbricamente en una red que comprende un dispositivo de extremo restringido en recursos (ZBLD), y un primer dispositivo encaminador (R1), en el que el método comprende las siguientes etapas:
- el dispositivo de extremo envía un activador para el procedimiento de búsqueda de intermediario en respuesta a la no recepción de un mensaje de acuse de recibo desde un encaminador intermediario antiguo que se basa en la comunicación entre el dispositivo de extremo y el resto de la red,
 - el primer dispositivo encaminador recibe el activador para el procedimiento de búsqueda de intermediario,
 - 10 - el primer dispositivo encaminador determina si satisface las condiciones para actuar como el nuevo encaminador intermediario para el dispositivo de extremo, y
 - en caso de que las condiciones se satisfagan, designarse a sí mismo el primer dispositivo encaminador como el nuevo encaminador intermediario para el dispositivo de extremo.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el activador para que el procedimiento de búsqueda de intermediario permita identificación del dispositivo de extremo, y la etapa de determinación comprenden:
- el primer dispositivo encaminador determina, basándose en el elemento de identificación, si está enlazado al dispositivo de extremo,
 - 20 - en caso de que el dispositivo de extremo esté enlazado determinar que se satisfacen las condiciones,
 - en caso de que el dispositivo de extremo no esté enlazado, comprobar si el primer dispositivo encaminador puede enlazarse por sí mismo al dispositivo de extremo.
- 25 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende además lo siguiente:
- determinar un indicador de rendimiento del enlace entre el dispositivo de extremo y el primer dispositivo encaminador, y
 - comparar este indicador de rendimiento con un criterio predeterminado, y
 - 30 - en caso de que el indicador de rendimiento satisfaga el criterio predeterminado, determinar que el primer dispositivo encaminador puede ser el encaminador intermediario para el dispositivo de extremo.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el indicador de rendimiento es un indicador de coste de enlace.
- 35 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el indicador de rendimiento es un número de paquetes ya recibidos mediante el dispositivo de extremo.
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además la etapa de enviar el primer dispositivo encaminador un mensaje de resolución de intermediario.
- 40 7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el mensaje de resolución de intermediario se envía después de un retardo determinado basándose en un indicador de rendimiento del enlace entre el dispositivo de extremo y el primer dispositivo encaminador.
- 45 8. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la red comprende además un segundo dispositivo encaminador (R5) dentro del alcance de transmisión del primer dispositivo encaminador y comprendiendo el método
- el segundo dispositivo encaminador recibe el activador de búsqueda de intermediario y/o el mensaje de resolución de intermediario desde el primer dispositivo encaminador,
 - 50 - el segundo dispositivo encaminador determina, basándose en el mensaje de resolución de intermediario y en la identificación del dispositivo de extremo y un indicador de rendimiento de los enlaces entre el dispositivo de extremo y el primer y segundo dispositivos encaminadores, si debiera actuar como un encaminador intermediario para el dispositivo de extremo.
- 55 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 en el que la determinación mediante el segundo dispositivo encaminador comprende las siguientes etapas:
- determinar el segundo encaminador si está enlazado al dispositivo de extremo,
 - 60 - determinar el segundo encaminador el indicador de rendimiento para el dispositivo de extremo;
 - comparar el segundo encaminador su dirección con la dirección del primer dispositivo encaminador,
 - en caso de que la dirección del segundo encaminador sea menor que la del primer dispositivo encaminador, enviar el segundo encaminador un mensaje de resolución de intermediario.

10. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la red comprende además un tercer dispositivo encaminador (R2, R3, R4) situado fuera del alcance de transmisión del primer dispositivo encaminador, y comprendiendo el método:

- 5 - el tercer dispositivo encaminador recibe el activador para el procedimiento de búsqueda de intermediario,
- que tanto el primer como el tercer encaminadores satisfagan las condiciones para actuar como un encaminador del dispositivo de extremo,
- designarse a sí mismo el tercer dispositivo encaminador como un encaminador para el dispositivo de extremo,
- que tanto el primer dispositivo encaminador como el tercer dispositivo encaminador envíen mensajes de acuse de
- 10 recibo al dispositivo de extremo,
- el dispositivo de extremo detecta una colisión entre los mensajes de acuse de recibo y reenviar una trama de comando de resolución de intermediario.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que se usa un identificador de grupo para comunicación de trama de comando de resolución de intermediario entre los encaminadores en el alcance inalámbrico de un dispositivo de extremo dado.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el método comprende las siguientes etapas

- 20 - el dispositivo de extremo envía una trama de datos a reenviarse mediante el encaminador intermediario antiguo al resto de la red,
- el dispositivo de extremo espera la recepción de un mensaje de acuse de recibo, desde el encaminador intermediario antiguo, durante un tiempo predeterminado,
- en caso de que no se reciba mensaje de acuse de recibo, llevar a cabo el dispositivo de extremo el método de
- 25 acuerdo con la reivindicación 1.

13. Un dispositivo de extremo (ZBLD) que comprende:

- 30 - energía restringida en recursos;
- medios de transmisión inalámbrica para recibir al menos mensajes de acuse de recibo;
- medios para rastrear los acuses de recibo y decidir sobre activar un procedimiento de búsqueda de intermediario;
- medios de transmisión inalámbrica para enviar datos y activar el procedimiento de búsqueda de intermediario, en respuesta a la no recepción de un mensaje de acuse de recibo desde un encaminador intermediario que se basa en
- 35 la comunicación entre el dispositivo de extremo y el resto de la red.

14. Un dispositivo encaminador (R1, R2, R3, R4, R5) que comprende:

- 40 - medios de recepción inalámbrica para recibir, al menos un activador para el procedimiento de búsqueda de intermediario desde un dispositivo de extremo (ZBLD) en respuesta a la no recepción de un mensaje de acuse de recibo, mediante el dispositivo de extremo, desde un dispositivo encaminador antiguo que se basa en la comunicación entre el dispositivo de extremo y el resto de una red inalámbrica,
- medios de transmisión inalámbrica para transmitir mensajes de acuse de recibo al dispositivo de extremo y mensajes de resolución a otro dispositivo encaminador de la red inalámbrica,
- medios de transmisión para reenviar mensajes de dispositivo de extremo,
- 45 - medios de comparación para comparar una dirección del dispositivo encaminador con otras direcciones,
- medios de memoria para almacenar una tabla de vecinos, en el que la tabla comprende una lista de dispositivos de extremo y el estado de la relación entre el dispositivo encaminador y cada dispositivo de extremo.

15. Una red de control inalámbrica, que comprende al menos un dispositivo restringido en recursos (ZBLD) de acuerdo con la reivindicación 13 y un dispositivo encaminador (R1, R2, R3, R4, R5) de acuerdo con la reivindicación 14.

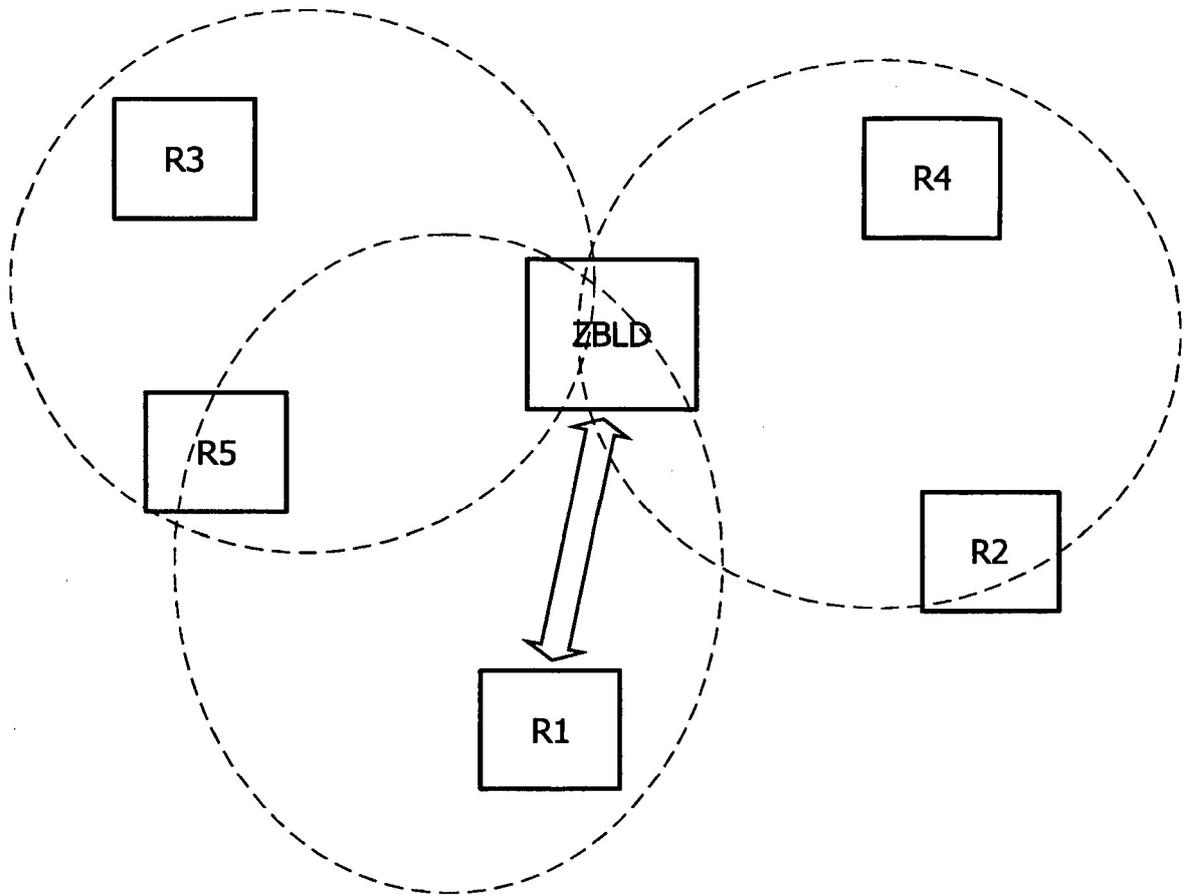


FIG. 1

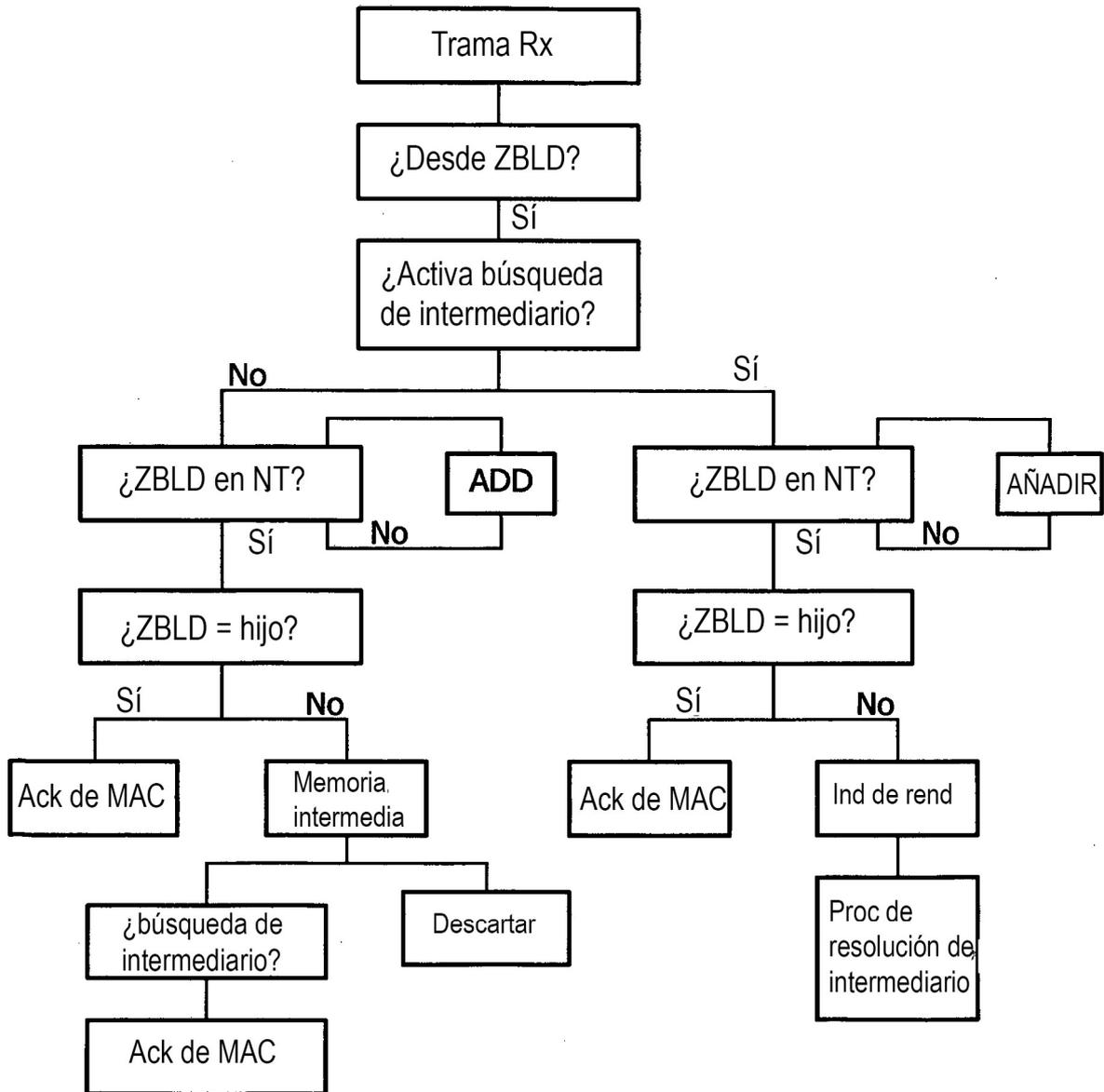


FIG. 2