

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 780**

51 Int. Cl.:

H04W 40/24 (2009.01)
H04L 12/18 (2006.01)
H04L 12/701 (2013.01)
H04L 12/721 (2013.01)
H04L 12/751 (2013.01)
H04L 12/761 (2013.01)
H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2008** **E 12002856 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019** **EP 2482589**

54 Título: **Método y sistema para el enrutamiento por inundación y multidifusión en una red AD-HOC**

30 Prioridad:

03.12.2007 IL 18786107

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

27.09.2019

73 Titular/es:

ELBIT SYSTEMS LTD. (100.0%)
Advanced Technology Center P.O. Box 539
31053 Haifa, IL

72 Inventor/es:

TEMELMAN, AVIV y
KODEL, OLEG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 725 780 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 y sistema para el enrutamiento por inundación y multidifusión en una red AD-HOC

Campo de la técnica descrita

La técnica descrita se refiere a redes en general, y a métodos y sistemas para transmisión multidifusión, en particular.

5 Antecedentes de la técnica descrita

Las redes de comunicaciones ad-hoc son conocidas en la técnica. Una red ad-hoc es una red en la que los participantes en la red, conocidos como nodos, se comunican entre sí directamente o a través de otros nodos (a saber, un nodo realiza la operación de un enrutador). En redes ad-hoc, los nodos pueden abandonar o unirse a la red. Los nodos pueden además ser móviles, por lo tanto, la topología de la red cambia con frecuencia. En consecuencia, las rutas, para transmitir mensajes entre nodos, varían frecuentemente.

En una red de comunicación, cada nodo tiene una representación de identificación única asociada a él. Esta representación de identificación única permite que cada nodo en la red envíe un mensaje a otro nodo en la red como, por ejemplo, se enseña en la publicación internacional WO2007/122620 de Temelman y otros.

Ahora se hace referencia a la Figura 1, que es una ilustración esquemática de una red ad-hoc simple a modo de ejemplo a la que, en general, se hace referencia mediante el numeral 10, la cual se conoce en la técnica. La red 10 incluye los nodos 12, 14, 16, 18 y 20. Cada nodo tiene un rango de transmisión máximo representado por los círculos R12, R14, R16, R18 y R20. El rango de transmisión máximo puede ser el rango de cobertura de radio máximo de un nodo. Cada una de las líneas 22, entre los dos nodos, indica que los nodos se comunican entre sí. Un vecino de un salto de un nodo es otro nodo con el que el nodo se comunica directamente. Un vecino de dos saltos de un nodo es otro nodo con el cual el nodo se comunica a través de un tercer nodo. Por ejemplo, los nodos 14, 16 y 18 son los vecinos de un salto del nodo 12, ya que se comunican directamente con el nodo 12. El nodo 20 es el vecino de dos saltos del nodo 12, ya que el nodo 20 se comunica con el nodo 12 a través del nodo 18.

En una red de comunicaciones, se puede requerir que un nodo reenvíe un paquete a todos los nodos que participan en la red (a saber, transmite el mensaje a todos los nodos en una red en la que no todos los nodos se comunican directamente entre sí). El término "paquete" se refiere a continuación a un tránsito de información de paquetes a través de la red. Un paquete, destinado a todos los nodos de la red, se denominará en lo sucesivo como un mensaje de inundación. Por ejemplo, con referencia a la Figura 1, el nodo 14 es la fuente de un paquete de inundación. El nodo 14 reenvía el paquete al nodo 12. El nodo 12 reenvía el mensaje a los nodos 16 y 18 y el nodo 18 reenvía el paquete al nodo 20.

En una red de comunicaciones, una multiplicidad de nodos puede formar un grupo de multidifusión. Un grupo demultidifusión es un grupo de nodos que recibe paquetes asociados solo a dicho grupo. Cada grupo de multidifusión tiene una representación de identificación única asociada a aquel. Esta representación única de identificación de multidifusión habilita a un nodo en la red, para enviar un paquete o paquetes, destinados a otros nodos, que son miembros de ese grupo de multidifusión. Un paquete, destinado a un grupo de multidifusión, se denominará en lo sucesivo como paquete de multidifusión. Por ejemplo, con referencia a la Figura 1, los nodos 20, 16 y 14 forman un grupo de multidifusión. El nodo 18 requiere transmitir un paquete de multidifusión a todos los nodos en el grupo de multidifusión (a saber, nodo 16, nodo 14 y nodo 20). Por lo tanto, el nodo 18 reenvía el mensaje de multidifusión al nodo 20 y al nodo 12. El nodo 12 reenvía el mensaje al nodo 14 y al nodo 16. Se observa que, como ilustra el ejemplo de más arriba, un nodo que no es miembro de un grupo de multidifusión puede enviar un mensaje al grupo de multidifusión.

La publicación de solicitud de patente europea EP1,324,532A2 de Liu y otros, titulada " *Method and Apparatus for on Demand Multicast and Unicast*", se dirige a una técnica en la que los nodos en una red de comunicaciones se organizan en grupos. Un nodo, en un grupo, se selecciona como cabeza de grupo. La cabeza de grupo selecciona otra cabeza de grupo como pasarela. Cada nodo en la red transmite un mensaje de estado de baliza a los vecinos de un salto. Estos mensajes de estado de baliza incluyen un código de identificación único del nodo transmisor, los vecinos de un salto del nodo y los grupos de multidifusión a los que el nodo desea unirse. En consecuencia, cada nodo mantiene una base de datos local de vecinos de un salto y de vecinos de dos saltos. Una cabeza de grupo almacena una tabla de enrutamiento de cabeza de grupo y una pasarela almacena una tabla de enrutamiento de pasarela.

Según la base de datos local, un nodo de origen del mensaje puede determinar el próximo salto en una ruta de un mensaje cuyo destino es un nodo, como máximo dos saltos desde el nodo. Si un nodo en un grupo no puede localizar un nodo de destino, el nodo reenvía el mensaje a la cabeza de grupo. Una cabeza de grupo intenta localizar el nodo de destino en la base de datos local de la cabeza de grupo. Si el nodo de destino no está en la base de datos local de la cabeza de grupo, la cabeza de grupo intenta localizar el nodo de destino en una tabla de enrutamiento almacenada en la cabeza de grupo. Si el nodo de destino no se encuentra en la tabla de enrutamiento almacenada en la tabla de enrutamiento de la cabeza de grupo, la cabeza de grupo reenvía el mensaje a un vecino de la cabeza de grupo más cercano a la pasarela seleccionada. Si finalmente el mensaje llega a la pasarela y la pasarela no puede encontrar el

nodo de destino en la tabla de enrutamiento de pasarela, la pasarela intenta descubrir una ruta hacia el nodo de destino.

5 En la patente de Liu y otros, la transmisión de un mensaje de multidifusión de una fuente de mensaje individual a múltiples destinos se logra inundando la red con un mensaje de inundación controlada. Un mensaje de inundación controlada es un mensaje que se inunda solo por nodos que potencialmente pueden transmitir el mensaje a nodos que no recibieron el mensaje de otro nodo. La decisión de un nodo de volver a transmitir un mensaje de inundación se basa en la información de topología almacenada en el nodo.

10 La publicación de Jaikaeo y otros, titulada "*Adaptive Backbone-Based Multicast for Ad Hoc Networks*", se dirige a un mecanismo de multidifusión adaptativo para redes ad hoc. El mecanismo de multidifusión adopta una arquitectura de dos niveles, con una infraestructura de red troncal adaptativa. Cada nodo, una vez desplegado, se configura como un nodo central (o red troncal) y emite mensajes de saludo. De este modo, cada nodo descubre sus vecinos y actualiza la tabla de vecinos almacenada en él. Inicialmente, cada nodo se configura a sí mismo como un nodo central. Cada nodo decide si debe seguir siendo un nodo central o convertirse en hijo de un nodo central existente, según una métrica, *altura* doblada, como, por ejemplo, potencia, frecuencia de fallo de enlace o conectividad. El nodo con la mayor *altura* sigue siendo el nodo central de todos sus vecinos. Los otros nodos seleccionan el nodo con la mayor *altura* como su nodo padre. Cada nodo central construye una tabla de reenvío de núcleo con entradas de nodos que pueden entregar un mensaje a otros nodos centrales.

15 En la publicación de Jaikaeo y otros, cada nodo recibe paquetes de multidifusión de nodos centrales o reenviadores de multidifusión que reenvían un mensaje de multidifusión desde y hacia el núcleo. Un nodo central transmite el mensaje de multidifusión a todos los otros nodos principales de la red. Los nodos centrales reenvían el paquete de multidifusión a los miembros de multidifusión.

20 La patente de Estados Unidos 6,791,949, de Ryu y otros, titulada "*Network Protocol for Wireless Ad Hoc Networks*", se dirige a una red inalámbrica ad hoc en la que cada nodo de la red está asociado a una categoría o estado. Los nodos troncales se denominan "nodos negros". Los nodos que no forman parte de la red troncal pero que pueden comunicarse directamente con uno o más nodos negros están etiquetados como "nodos verdes". Los "nodos blancos" son nodos que pueden transmitir y recibir paquetes, pero no se comunican de manera fiable con un nodo negro. La red troncal representa una infraestructura de reenvío de paquetes, para el intercambio de paquetes entre nodos no vecinos. Cada nodo transmite periódicamente un paquete de señalización que incluye un registro de soporte de protocolo como, por ejemplo, el registro de estado del transmisor. El registro de estado del transmisor incluye el número de nodos vecinos negros, el número de nodos vecinos no negros y el registro de información del siguiente salto. La creación de la red troncal comienza con un proceso de SELECCIÓN que se lleva a cabo solo por nodos blancos. El proceso de SELECCIÓN identifica un conjunto inicial de nodos de red troncal. Una vez que un nodo blanco se comunica con un nodo troncal, se convierte en un nodo verde. Un proceso de EXPANSIÓN también se lleva a cabo por categoría de nodos blancos. EXPANSIÓN es el proceso mediante el cual un nodo blanco "solicita" a un vecino verde que se convierta en un nodo de red troncal. Esto hará que el nodo blanco de la categoría se convierta en categoría verde, ya que ahora tiene un vecino negro de categoría. En conjunto, los procesos de SELECCIÓN y EXPANSIÓN dan como resultado una red que consta de nodos verdes y negros con diversos grados de conectividad de red troncal.

30 Cada uno de los nodos negros de categoría mantiene una tabla de enrutamiento de multidifusión que consiste en una dirección de grupo y una lista de miembros del grupo local. Cada miembro del grupo local es un vecino directo del nodo negro y se ha unido al grupo o al nodo negro ascendente más cercano. Cada nodo negro de categoría mantiene además una lista de nodos negros descendentes. Un nodo, que se une a un nuevo grupo de multidifusión, envía una solicitud de unión a un vecino de nodo negro de un salto. El nodo negro receptor registra los nodos de transmisión como un miembro del grupo de multidifusión. El vecino del nodo negro de un salto transmite la solicitud de unión a todos los nodos negros. Por lo tanto, los nodos negros de reenvío se convierten en nodos en sentido ascendente del nodo negro receptor. Cuando otro nodo solicita unirse al grupo de multidifusión, ese nodo transmite una solicitud a un vecino negro de salto de un salto. El vecino negro de un salto transmite la solicitud solo al vecino de un salto en sentido ascendente. Por lo tanto, el nodo negro, que recibe la solicitud, se convierte en un vecino negro descendente de un salto del nodo negro transmisor. Un nodo negro con vecinos negros en sentido ascendente y descendente no reenvía las solicitudes de unión de multidifusión. Así se establece un árbol de multidifusión. Los paquetes de multidifusión se reenvían según el árbol pertinente.

Compendio de la presente técnica descrita

55 Un objeto de la técnica descrita es proveer un método novedoso para un nodo en una red inalámbrica para sincronizar información de multidifusión almacenada entre supernodos como se define en la reivindicación 1. Según la técnica descrita, se provee así una red de multidifusión ad hoc inalámbrica. La red de multidifusión inalámbrica ad hoc incluye múltiples nodos. Cada uno de los nodos se designa con un rol determinado dinámicamente. Múltiples nodos se designan con el rol de supernodo y los nodos restantes se designan con el rol de nodo ordinario. Los nodos designados supernodos forman una red troncal de enrutamiento de la red. Los nodos forman uno o más grupos de multidifusión. Cada uno de los nodos incluye un transmisor, un receptor, un procesador de topología local, un procesador de topología de red, un procesador de multidifusión troncal y un procesador de multidifusión local.

El procesador de topología local se acopla al transmisor y receptor. El procesador de topología de red se acopla al transmisor, receptor y procesador de topología local. El procesador de multidifusión de red troncal se acopla al transmisor, receptor y procesador de topología de red. El procesador de multidifusión local se acopla al transmisor, receptor, procesador de multidifusión de red troncal y procesador de topología local.

- 5 El transmisor transmite paquetes y mensajes a través de un medio inalámbrico. El receptor recibe paquetes y mensajes a través del medio inalámbrico. El procesador de topología local mantiene una base de datos de topología local y determina dinámicamente el rol del nodo. El procesador de topología de red está operativo cuando el rol del nodo se designa con el rol de supernodo. El procesador de topología de red mantiene una base de datos de topología de red y establece y termina un enlace de enrutamiento de red troncal dedicado con los vecinos de supernodo de un salto.
- 10 El procesador de multidifusión troncal está operativo cuando el nodo se designa con el rol de supernodo. El procesador de multidifusión troncal mantiene una tabla de registro de multidifusión troncal, transmite mensajes de actualización de multidifusión troncal y reenvía paquetes de multidifusión. El procesador de multidifusión local mantiene una tabla de registro de multidifusión local y transmite mensajes de actualización de multidifusión locales a cada vecino de nodo ordinario de un salto solo cuando el nodo se designa con el rol de supernodo.

- 15 El procesador de multidifusión local además transmite un mensaje de abono de grupo de multidifusión a un vecino de supernodo de un solo salto seleccionado, cuando el nodo se designa con el rol de nodo ordinario, y reenvía un paquete de multidifusión a un vecino de supernodo de un solo salto, que sirve a uno de los grupos de multidifusión asociados al paquete de multidifusión. Cada uno de los nodos intenta comunicarse con un número mínimo de vecinos de supernodo de un salto.

- 20 Los nodos forman uno o más grupos de multidifusión. Cada uno de los nodos almacena información de multidifusión. El método incluye los procedimientos de detección de un episodio en el vecindario de un salto de un nodo designado supernodo, transmisión de un mensaje de actualización de multidifusión local, determinación de si el abonado suscriptor es el primer abonado con el nodo designado supernodo a uno de los grupos de multidifusión. El método incluye además los procedimientos de determinar si el abonado que cancela el abono es el último abonado restante de uno de los grupos de multidifusión, y actualizar una tabla de registro de multidifusión troncal.
- 25

- El episodio detectado es un nodo designado nodo ordinario que se une al vecindario de un salto, un nodo designado nodo ordinario que abandona el vecindario de un salto, un abonado que se suscribe con el nodo designado supernodo a uno de los grupos de multidifusión, o un abonado que cancela el abono con el nodo designado supernodo al mismo o a otro de los grupos de multidifusión. El mensaje de actualización de multidifusión local se transmite cuando el episodio se detecta como un nodo designado nodo ordinario que se une al vecindario de un salto o al nodo designado supernodo. El abonado se detecta como el primer abonado con el nodo designado supernodo a uno de los grupos de multidifusión, cuando el episodio se detecta cuando el abonado se suscribe con el grupo de multidifusión. El abonado que cancela el abono se determina como el último abonado restante a uno de los grupos de multidifusión, cuando el episodio se detecta como el abonado que cancela el abono al mismo o a otro de los grupos de multidifusión. La tabla de registro de multidifusión troncal se actualiza cuando el abonado es el último abonado o el primer abonado, con el nodo designado supernodo, al grupo de multidifusión.
- 30
- 35

- El método incluye los procedimientos de determinación de un grupo de multidifusión para el abono, detección de un nodo vecino designado supernodo de un salto, del nodo ordinario, que sirve al grupo de multidifusión determinado y detección de los vecinos de nodo designados supernodos de un salto, del nodo ordinario. El método incluye además los procedimientos de selección de uno o más de los vecinos de nodo designados supernodos de un salto detectados para el abono de multidifusión, y la transmisión de un mensaje de solicitud de abono de multidifusión al vecino de nodo designado supernodo seleccionado. Los vecinos de nodo designados supernodos de un salto, del nodo ordinario, se detectan cuando no se detecta un vecino de nodo designado supernodo de un salto que sirve al grupo de multidifusión determinado.
- 40

- 45 El método incluye los procedimientos para recibir un paquete de inundación o un mensaje de inundación, producir una lista de transmisión, producir una lista de finalización actualizada y transmitir el paquete de inundación o el mensaje de inundación a los vecinos de supernodo de un salto enumerados en la lista de transmisión. El paquete de inundación o el mensaje de inundación recibido incluye una lista de finalización recibida. El paquete de inundación o el mensaje de inundación transmitido incluye la lista de finalización actualizada.

50 **Breve descripción de los dibujos**

La técnica descrita se entenderá y apreciará más detalladamente a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos, en los cuales:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una red ad-hoc simple a modo de ejemplo, a la que, en general, se hace referencia con el numeral 10 que se conoce en la técnica;

- 55 las Figuras 2A, 2B, 2C y 2D son una ilustración esquemática de una red a modo de ejemplo, a la que, en general, se hace referencia con el numeral 100, según una realización de la técnica descrita;

la Figura 3 es una ilustración esquemática de un sistema, al que, en general, se hace referencia con el numeral 160, construido y operativo según otra realización de la técnica descrita;

la Figura 4 es una ilustración esquemática de un método para operar un nodo en una red inalámbrica y sin grupos, operativo según una realización adicional de la técnica descrita;

- 5 la Figura 5 es una ilustración esquemática de un método para actualizar la tabla de multidifusión troncal, por un supernodo, cuando ocurre un episodio en el vecindario de un salto de dicho supernodo, según otra realización de la técnica descrita;

la Figura 6 es una ilustración esquemática de un método para priorizar y seleccionar un supernodo cuando un nodo ordinario intenta abonarse a un grupo de multidifusión, operativo según una realización adicional de la técnica descrita;

- 10 las figuras 7A, 7B y 7C son ilustraciones esquemáticas de una red troncal a modo de ejemplo, a la que, en general, se hace referencia con el numeral 320, según otra realización de la técnica descrita; y

la Figura 8 es una ilustración esquemática de un método para determinar los siguientes saltos de un paquete de inundación en la parte troncal de la red, según una realización adicional de la técnica descrita.

Descripción detallada de las realizaciones

- 15 La técnica descrita supera las desventajas de la técnica anterior al proveer una red de comunicación sin grupos y, por lo tanto, un método y un sistema que permiten la transmisión multidifusión entre nodos móviles. En la red, según la técnica descrita, algunos nodos, designados como supernodos, forman la parte troncal de enrutamiento de la red y se comunican entre sí a través de un enlace de enrutamiento troncal dedicado.

- 20 En un sistema de comunicación según la técnica descrita, cada nodo en la red es un enrutador (a saber, un nodo puede reenviar paquetes de información hacia el destino de dicho paquete). Cada nodo se puede acoplarse directamente a uno o más anfitriones. Cada nodo puede además acoplarse a enrutadores externos (a saber, enrutadores asociados a redes externas). Estos enrutadores externos proveen servicios de enrutamiento a las redes externas. Cada nodo provee servicios de enrutamiento a los anfitriones acoplados directamente al nodo, o a los enrutadores externos acoplados a aquel. Cada nodo transmite un mensaje de estado de nodo, que se recibe por los vecinos de un salto del nodo. Los mensajes de estado de nodo se denominarán en lo sucesivo "mensajes de saludo".
 25 Un mensaje de saludo incluye la representación de identificación (p.ej., el número ID MAC) del nodo transmisor, el rol del nodo (a saber, nodo ordinario o supernodo), y una lista de los vecinos de un salto del nodo transmisor y el rol de cada uno de dichos vecinos de un salto. Por consiguiente, cada nodo recibe mensajes de saludo de los vecinos de un salto y estos mensajes de saludo contienen información relacionada con los vecinos de dos saltos del nodo receptor (a saber, nodos a los que se puede acceder de forma inalámbrica a través de los nodos vecinos de un salto). En consecuencia, un nodo adquiere información sobre la identificación y el rol de los vecinos de un salto y sus vecinos de dos saltos, y forma una base de datos de topología local según dicha información. Se observa que el término mensaje o mensajes se refiere a mensajes que contienen información relacionada con la construcción y el mantenimiento de la red. Estos mensajes se transmiten entre nodos. Se señala además que el término "paquete" en
 30 la presente memoria se refiere a paquetes de tránsito de información a través de la red. Dichos paquetes se reenvían entre los nodos que participan en la red.

- Cada nodo ordinario (a saber, un nodo que no es un supernodo) forma una tabla de enrutamiento local de dos saltos. Esta tabla de enrutamiento local incluye información relacionada con cada nodo, que no está a más de dos saltos de distancia (a saber, vecinos de un salto y vecinos de dos saltos). La tabla de enrutamiento local incluye entradas de los vecinos de un salto y de los anfitriones, y enrutadores externos que acoplan redes externas, acoplados al vecino de un salto, a los que se reenvían los paquetes. La información asociada a las entradas de la tabla de enrutamiento puede incluir la representación de identificación de red única (p.ej., la dirección IP) asignada a cada nodo, a cada anfitrión o a cada enrutador externo que acople una red externa. La tabla de enrutamiento local incluye además entradas de los vecinos de dos saltos, con los respectivos vecinos de un salto (a saber, puede haber más de un vecino de un salto que puede retransmitir paquetes de un nodo de origen específico a un nodo de destino específico), y sus representaciones únicas de identificación de enrutamiento. Se observa que la tabla de enrutamiento local puede incluir además entradas de anfitriones y de enrutadores que acoplan redes externas, acoplados a un vecino de dos saltos. Las representaciones de identificación de enrutamiento, de los nodos en la tabla de enrutamiento local, se derivan de los mensajes de saludo enviados por cada nodo. Las representaciones de identificación de enrutamiento se derivan de la representación de identificación de nodo, ya que existe una correspondencia uno a uno entre ellas. Las representaciones de identificación de enrutamiento de los anfitriones, acoplados al nodo, se obtienen según un protocolo de enrutamiento (p.ej., RIP).

- Un supernodo es un nodo con capacidades para dirigir paquetes a todos los nodos de la red, o anfitriones acoplados al nodo (a saber, directamente o mediante un enrutador externo que acopla una red externa). Un supernodo almacena una tabla de enrutamiento local, incluidas las entradas de los vecinos de un salto y dos saltos (a saber, las entradas de los vecinos de nodo ordinario de un salto y de dos saltos, los vecinos de supernodo de un salto y de dos saltos, y anfitriones y enrutadores que acoplan redes externas, acoplados a vecinos de un solo salto). Cada entrada incluye información de la representación de identificación de red única asignada a cada nodo, a cada anfitrión o a cada

enrutador externo de una red externa acoplada al vecino de nodo ordinario de un salto. Un supernodo además almacena una tabla de enrutamiento de red. Esta tabla de enrutamiento de red incluye entradas a todos los nodos, los anfitriones y las redes externas, con el respectivo vecino o vecinos de supernodo de un salto, a los que el supernodo reenvía un paquete destinado a dichos nodos, anfitriones o redes. Cada entrada incluye información de la representación de identificación de enrutamiento única.

Cada dos supernodos se comunican entre sí mediante un enlace de enrutamiento troncal dedicado. Un supernodo recientemente promovido establece un enlace de enrutamiento troncal dedicado (p.ej., por un Protocolo Punto a Punto) con cada uno de los vecinos de supernodo de un salto de aquel. Un nuevo supernodo solicita, y recibe, de un vecino de supernodo de un salto seleccionado, la información de topología de la red, almacenada en dicho vecino de supernodo de un salto seleccionado. Por lo tanto, cada supernodo crea una base de datos de topología de red, según la información de topología de red. Los supernodos pueden intercambiar información de topología de red según un protocolo de estado de enlace (p.ej., OSPF). Los supernodos sincronizan sus bases de datos de topología de red y mantienen dicha sincronización mediante el intercambio de mensajes de actualización de topología de red con otros vecinos de supernodo de un salto. Dichos mensajes de actualización de topología de red informan sobre los cambios en la topología del vecindario de un salto del supernodo desde el cual se originó este mensaje (p.ej., un nodo ordinario ha abandonado el vecindario de un salto del supernodo). Se observa que un supernodo puede intercambiar mensajes de actualización de topología de red que no se originan allí. Por lo tanto, la información de actualización de topología de red se propaga (a saber, se inunda) a través de la parte troncal del supernodo, y los supernodos mantienen sus bases de datos de topología de red sincronizadas. Cada supernodo construye y mantiene una tabla de enrutamiento de red según la base de datos de topología de red.

Según la técnica descrita, un nodo ordinario intenta tener al menos un número mínimo local de supernodos de un salto (a saber, un número mínimo de vecinos de supernodo de un salto). Un supernodo intenta tener al menos un número mínimo de supernodos troncales de un salto (a saber, un número mínimo de vecinos de supernodo de un salto). Un nodo ordinario en la red puede cambiar su propio rol, o designar a otros vecinos de nodo ordinario de un salto como supernodos. Un Supernodo se designa según un criterio estático (p.ej., número ID de nodo) o un criterio dinámico (p.ej., conectividad ponderada o cobertura) o una combinación de ellos y dicha combinación puede ponderarse o no ponderarse. Un nodo ordinario cambia su rol a un supernodo, si el nodo ordinario es un nodo de articulación. Un nodo de articulación se explicará en mayor detalle en conjunto con la Figura 5. Un supernodo cambia su rol a un nodo ordinario, si el supernodo exhibe autorredundancia.

Según la técnica descrita, cada nodo (a saber, nodo ordinario o supernodo) es un enrutador que provee servicios de multidifusión a anfitriones que están acoplados a dicho nodo (a saber, directamente o mediante un enrutador externo). Cada nodo puede registrarse en un grupo de multidifusión, y convertirse, por consiguiente, en un miembro de dicho grupo de multidifusión. Cada nodo registrado puede proveer servicios de multidifusión (p.ej., reenviar un paquete de multidifusión a los destinos de dicho paquete) a los miembros del grupo de multidifusión. Cada grupo de multidifusión tiene una representación de identificación de red única (p.ej., dirección de multidifusión IP) asociada a aquel. Además, cada grupo de multidifusión tiene una representación de identificación de multidifusión asociada a aquel (p.ej., dirección de multidifusión MAC). Un anfitrión, acoplado a un nodo, recibe servicios de multidifusión de dicho nodo. Un nodo ordinario recibe servicios de multidifusión de los vecinos de supernodo de un salto de aquel.

Cada nodo en la red (a saber, un supernodo o un nodo ordinario) mantiene una tabla de registro de multidifusión local. La presente tabla de registro de multidifusión local incluye una lista de todos los grupos de multidifusión en la red y a cuál(es) de dichos grupos de multidifusión sirve el nodo. La tabla de multidifusión local incluye además los miembros de cada uno de dichos grupos de multidifusión, registrados en el nodo (a saber, anfitriones acoplados al nodo cuando el nodo es un nodo ordinario, y anfitriones y vecinos de nodos ordinarios de un salto cuando el nodo es un supernodo).

Cada supernodo (a saber, incluso cuando dicho supernodo no es un miembro de un grupo de multidifusión) además mantiene una tabla de registro de multidifusión troncal. Dicha tabla de registro de multidifusión troncal incluye todos los grupos de multidifusión en la red, y en cuál(es) de dichos grupos de multidifusión se registra cada uno de los supernodos en la red (a saber, incluyéndose a sí mismo).

Cada supernodo inunda la parte troncal de la red con mensajes que incluyen los grupos de multidifusión a los que sirve dicho supernodo. Alternativamente, un supernodo puede inundar la parte troncal de la red con mensajes que incluyen los nuevos grupos de multidifusión (a saber, si existen) a los que sirve dicho supernodo. En la presente memoria, se hará referencia a dichos mensajes como mensajes de actualización de multidifusión troncal. El término "episodio" se refiere, en la presente memoria, a un nodo ordinario que se une o abandona el vecindario de un salto de un supernodo, o a un nodo ordinario, o a un anfitrión, que se abona o cancela el abono a o de un grupo de multidifusión. Como consecuencia de los mensajes de actualización de multidifusión troncal, los supernodos sincronizan sus respectivas tablas de registro de multidifusión troncal.

Un supernodo inunda los mensajes de actualización de multidifusión troncal cuando ocurre un episodio, o varios episodios agregados, en el vecindario de un salto del supernodo. Un supernodo puede además inundar periódicamente los mensajes de actualización de multidifusión troncal (a saber, el mensaje de actualización de multidifusión troncal puede incluir la misma información en relación con el mensaje inundado anterior). Los mensajes de actualización de multidifusión troncal pueden adjuntarse a un mensaje de actualización de topología de red y, por

consiguiente, reducir el ancho de banda o, de manera alternativa, el número de paquetes transmitidos cada segundo (a saber, paquetes por segundo), necesarios para transmitir dichas actualizaciones. Además, cada supernodo transmite a otro supernodo, uniéndose al vecindario de un salto del supernodo, la tabla de registro de multidifusión troncal de aquel, en el enlace de enrutamiento troncal dedicado.

5 Cada supernodo transmite a los vecinos de nodo ordinario de un salto mensajes que incluyen una lista de todos los grupos de multidifusión en la red, y a qué grupo de multidifusión sirve dicho supernodo. En la presente memoria, se hará referencia a dichos mensajes como mensajes de actualización de multidifusión local. Un supernodo transmite dichos mensajes de actualización de multidifusión local periódicamente. Un supernodo además transmite dichos mensajes de actualización de multidifusión local cuando ocurre un episodio, o varios episodios agregados, en el vecindario de un salto del supernodo. Un nodo ordinario actualiza la tabla de multidifusión local de aquel, según los mensajes de actualización de multidifusión local recibidos.

10 Un nodo ordinario, que intenta abonarse a un grupo de multidifusión específico (p.ej., un anfitrión acoplado al nodo ordinario se abona a dicho grupo de multidifusión específico), transmite un mensaje de solicitud de abono a un supernodo o vecinos de supernodos de un salto seleccionados (a saber, puede haber más de un supernodo que sirve a cada grupo de multidifusión en el vecindario de un salto del nodo ordinario). El supernodo respectivo añade el nodo ordinario transmisor a la tabla de registro de multidifusión local de aquel, y transmite mensajes de actualización de multidifusión local y troncal. De aquí en adelante, el supernodo o los supernodos reenvían paquetes de multidifusión al y del nodo ordinario, hasta que el nodo ordinario abandona el vecindario de un salto del supernodo o cancela el abono al grupo de multidifusión.

15 Cada supernodo en la red (a saber, incluso si dicho supernodo no es un miembro de un grupo de multidifusión) mantiene un árbol de expansión mínima, de la parte troncal de la red, para cada grupo de multidifusión en la red. Los árboles de expansión mínima se construyen según la tabla de multidifusión troncal y la base de datos de topología de red almacenada en cada supernodo. Dicho árbol de expansión mínima puede ser, por ejemplo, un árbol de expansión mínima sin núcleo compartido o un árbol de expansión mínima basado en la fuente. Dicho árbol de expansión mínima debe incluir todos los supernodos que sirven al grupo de multidifusión respectivo. Se observa que cuando el árbol es un árbol de expansión mínima sin núcleo compartido, cada supernodo debe mantener el mismo árbol exacto para cada grupo de multidifusión, ya que las tablas de multidifusión troncal y la base de datos de topología de red de todos los supernodos están sincronizadas.

20 Cada supernodo determina el siguiente salto o saltos de un paquete de multidifusión (a saber, reenvía el paquete de multidifusión), asociado a un grupo de multidifusión) según el árbol de expansión mínima asociado a dicho mismo grupo de multidifusión (a saber, durante o antes de reenviar un mensaje de multidifusión o un paquete de multidifusión). Sin embargo, puede requerirse a un supernodo, no registrado en dicho grupo de multidifusión, que reenvíe un paquete al grupo de multidifusión (a saber, el supernodo no recibe mensajes de multidifusión). En caso de que el supernodo utilice el árbol de expansión mínima sin núcleo compartido, el supernodo determina el trayecto más corto hacia otro supernodo que es un miembro de dicho árbol. En caso de que el supernodo utilice un árbol de expansión mínima basado en la fuente, el supernodo determina la expansión mínima basada en la fuente de aquel y reenvía el paquete en consecuencia.

25 Un nodo ordinario reenvía un paquete de multidifusión a un vecino supernodo seleccionado de un salto que provee servicios de enrutamiento de multidifusión a dicho nodo ordinario. El supernodo reenvía el paquete de multidifusión según el árbol de expansión mínima, allí almacenado. Dado que el árbol de expansión mínima es una parte de una parte troncal de multidifusión que consta de todos los árboles de expansión mínima, los supernodos pueden transmitir el paquete de multidifusión entre los supernodos del árbol pertinente.

30 Un supernodo, que se requiere que reenvíe un paquete de multidifusión a un vecino de nodo ordinario de un salto, transmite el paquete de multidifusión a dicho vecino de nodo ordinario de un salto. El paquete de multidifusión incluye la representación de identificación de multidifusión única asociada al grupo de multidifusión. Un nodo ordinario, que no es un miembro del grupo de multidifusión pertinente, ignora el paquete de multidifusión. Un nodo ordinario, que es un miembro del grupo de multidifusión pertinente, reenvía dicho paquete de multidifusión al anfitrión pertinente (a saber, el anfitrión registrado en el grupo de multidifusión pertinente) o enrutador de red externa acoplada a aquel.

35 Según se menciona más arriba, los supernodos inundan la parte troncal de la red con mensajes de actualización de topología de red y con mensajes que incluyen mensajes de actualización de multidifusión troncal. Además, cada nodo (a saber, nodo ordinario o supernodo) puede inundar la red con un paquete (a saber, dicho paquete está dirigido a ser recibido por cada nodo en la red). Un nodo ordinario transmite el paquete de inundación a un vecino de supernodo de un salto. Dicho vecino de supernodo de un salto reenvía el paquete de inundación a todos, o parte de los vecinos de supernodo de un salto de aquel. Dichos vecinos de supernodo de un solo salto (a saber, los vecinos del supernodo que primero recibieron el mensaje de inundación o el paquete de inundación forman un nodo ordinario), reenvían el paquete de inundación a todos, o parte de, sus vecinos de supernodo de un salto. Cada supernodo reenvía el paquete de inundación a los vecinos de nodo ordinario de un salto de aquel.

Un nodo agrega paquetes de inundación antes de transmitir dichos paquetes de inundación. Cada paquete de inundación incluye un indicador de fiabilidad y un indicador de urgencia. El indicador de urgencia se relaciona con el

período que el nodo espera y con el número de paquetes de inundación que el nodo agrega, antes de reenviar dicho paquete de inundación. Cuando el paquete de inundación es de urgencia alta, el nodo no agrega otros paquetes de inundación y transmite el paquete de inundación inmediatamente. El indicador de fiabilidad se relaciona con la cantidad de tiempo en la que el paquete de inundación se retransmitirá, para asegurar que cada nodo en la red reciba dicho paquete de inundación.

Quando un mensaje o un paquete se inunda a través de la red, cada nodo puede recibir dicho mensaje o paquete múltiples veces (a saber, puede haber una redundancia en la transmisión de paquetes de inundación o mensajes de inundación). Por lo tanto, para controlar dicha redundancia y reducir el ancho de banda requerido para transmitir mensajes de inundación o paquetes de inundación, cada mensaje de inundación o paquete de inundación incluye una lista de finalización. Esta lista de finalización incluye entradas de las representaciones de identificación de al menos algunos de los supernodos que recibieron el mensaje de inundación o paquete de inundación. La lista de finalización se puede administrar, por ejemplo, como una memoria intermedia de primero en entrar, primero en salir (FIFO, por sus siglas en inglés) (a saber, una memoria intermedia en donde la entrada que fue la primera en entrar en la memoria intermedia también es la primera en salir, cuando la memoria intermedia se desborda). La lista de finalización puede administrarse además como una lista de longitud finita, en donde las entradas en la lista se eliminan según consideraciones dinámicas (p.ej., la carga de trabajo de un supernodo). Un supernodo, que recibe un paquete de inundación, produce una lista de finalización actualizada antes de reenviar dicho paquete de inundación, lo cual se explica en mayor detalle en conjunto con las Figuras 7A, 7B y 7C.

Un supernodo reenvía el paquete de inundación, según una lista de transmisión. La presente lista de transmisión incluye solo a los vecinos de supernodo de un salto que no se encuentran en la lista de finalización recibida, y excluye el supernodo receptor. Dicha lista de transmisión incluye además a los vecinos de supernodo de un salto, a los que el supernodo pretende transmitir el mensaje. Además de la lista de finalización, un paquete de inundación incluye la identificación del nodo de origen de origen (a saber, el primer nodo que envió el mensaje) y un identificador único de paquete (p.ej., el número de serie del paquete). Por consiguiente, un nodo, que recibe un paquete de inundación, puede identificar si ha recibido previamente dicho paquete de inundación (a saber, dentro de un período configurable). La probabilidad de que un nodo reciba un determinado mensaje de inundación más de una vez es contra-proporcional (a saber, no necesariamente linealmente contra-proporcional) a la longitud de la lista de finalización y a la longitud de la lista de transmisión.

Ahora se hace referencia a las Figuras 2A, 2B, 2C y 2D que son ilustraciones esquemáticas de una red a modo de ejemplo a la que, en general, se hace referencia con el numeral 100, según una realización de la técnica descrita. La red 100 incluye los supernodos 102, 106, 110, 112, 116 y 118 y los nodos ordinarios 104, 108, 114, 120 y 122. Los supernodos 102, 106, 110, 112, 116 y 118 forman la parte troncal de la red. En la red 100, el número mínimo de supernodos locales de un salto y el número mínimo de supernodos troncales de un salto son iguales a dos. Los anfitriones (no se muestran) se acoplan a cada supernodo y a cada nodo ordinario. Dichos anfitriones se acoplan directamente a través de un enrutador externo de una red externa. Cada uno de los supernodos y nodos ordinarios de la Figura 2A provee servicios de multidifusión a dichos anfitriones. Cada una de las líneas 124 representa un enlace de comunicación local entre el nodo ordinario y el vecino de un salto del nodo ordinario. La línea en negrita 130 representa enlaces de enrutamiento troncal dedicados entre los supernodos adyacentes 102 y 106. La línea en negrita 132 representa un enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 102 y 110. La línea en negrita 134 representa un enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 106 y 112. La línea en negrita 136 representa un enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 110 y 112. La línea en negrita 138 representa un enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 110 y 116. La línea en negrita 140 representa un enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 112 y 118 y la línea en negrita 142 representa un enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 116 y 118. En la red 100, los nodos ordinarios 104, 108, 120 y 122, y el supernodo 110 son miembros del mismo grupo de multidifusión.

Ahora se hace referencia a la Figura 3, que es una ilustración esquemática de un sistema, al que, en general, se hace referencia con el numeral 160, construido y operativo según otra realización de la técnica descrita. El sistema 160 incluye un procesador de inundación troncal 162, un procesador de multidifusión troncal 164, un procesador de multidifusión local 166, un procesador de topología de red 168, un procesador de topología local 170, un receptor 172 y un transmisor 174.

El procesador de multidifusión local 166 se acopla al procesador de inundación troncal 162, al procesador de multidifusión troncal 164, al procesador de topología de red 168, al procesador de topología local 170, al receptor 172 y al transmisor 174. El procesador de inundación troncal 162 se acopla además al procesador de multidifusión troncal 164, al procesador de topología de red 168, al procesador de topología local 170, al receptor 172 y al transmisor 174. El procesador de multidifusión troncal 164 se acopla además al procesador de topología de red 168, al procesador de topología local 170, al receptor 172 y al transmisor 174. El procesador de topología de red 168 se acopla además al procesador de topología local 170, al receptor 172 y al transmisor 174 y el procesador de topología local 170 se acopla además al receptor 172 y al transmisor 174.

El procesador de inundación troncal 162 está operativo para detectar los vecinos de supernodo de un salto, desde los cuales se recibe un mensaje de inundación o un paquete de inundación. El procesador de inundación troncal 162 determina los vecinos de supernodo de un salto a los que se transmite el mensaje de inundación o el paquete de

- inundación, y anexa una lista de los vecinos de supernodo de un salto a los que se transmite el mensaje de inundación o paquete de inundación, al mensaje de inundación o paquete de inundación. El procesador de inundación troncal 162 agrega mensajes de inundación y paquetes de inundación, según el indicador de urgencia del mensaje de inundación, y transmite el mensaje de inundación o paquetes de inundación mediante el transmisor 174, al menos una vez, según el indicador de fiabilidad.
- 5
- El procesador de multidifusión troncal 164 está operativo para mantener la tabla de registro de multidifusión troncal cuando el nodo es un supernodo y para transmitir mensajes de actualización de multidifusión troncal mediante el transmisor 174. El procesador de multidifusión troncal 164 además determina y mantiene un árbol de expansión mínima para cada grupo de multidifusión en la red y reenvía un paquete de multidifusión según el árbol de expansión mínima determinado.
- 10
- El procesador de multidifusión local 166 mantiene una tabla de registro de multidifusión local y transmite mensajes de actualización de multidifusión local mediante el transmisor 174. El procesador de multidifusión local transmite además mediante un transmisión 174 un mensaje de abono de grupo de multidifusión y reenvía un paquete de multidifusión a un vecino de supernodo de un solo salto pertinente.
- 15
- El procesador de topología de red 168 está operativo cuando el nodo es un supernodo. El procesador de topología de red 168 mantiene la base de datos de topología de red y establece y termina los enlaces de enrutamiento troncal dedicados. El procesador de topología de red 168 proporciona al transmisor 160 solicitudes de base de datos de topología de red, con un mensaje de actualización de topología de red y con la base de datos de topología de red, cuando se recibe una solicitud de base de datos de topología de red, y con la base de datos de topología local cuando el nodo cambia su rol a un supernodo. El procesador de topología de red 168 provee además la base de datos de topología de red al procesador de enrutamiento 156.
- 20
- El procesador de topología local 170 está operativo cuando el nodo es un supernodo y cuando el nodo es un nodo ordinario. El procesador de topología local 170 mantiene la base de datos de topología local del nodo y determina si un cambio en el rol del nodo (a saber, de nodo ordinario a supernodo o viceversa), o si un cambio en el rol de un vecino de nodo ordinario de un salto es necesario, y establece y termina los enlaces de enrutamiento troncal dedicados. Cuando el rol del nodo cambia a supernodo, el procesador de topología local 170 provee la base de datos de topología local al procesador de topología de red 168, al procesador de multidifusión troncal 164 y al procesador de multidifusión local 166. El procesador de topología local 168 provee además al transmisor 174 mensajes de saludo periódicos y mensajes de obligación de supernodo (a saber, un mensaje que provoca un cambio en el rol de un vecino de nodo ordinario de un salto).
- 25
- 30
- El receptor 172 provee los mensajes de saludo recibidos al procesador de topología local 170. El receptor 172 provee además los mensajes de actualización de multidifusión local recibidos (a saber, recibidos de los vecinos de supernodo de un salto) al procesador de multidifusión local 166, y provee mensajes de actualización de multidifusión troncal recibidos al procesador de multidifusión troncal 164. El receptor 172 provee además mensajes de inundación recibidos al procesador de inundación troncal 162.
- 35
- En el sistema según la técnica descrita, cada nodo (a saber, un supernodo o un nodo ordinario) puede unirse a o abandonar la red. Cada nodo puede además moverse a otra ubicación y, por consiguiente, cambiar su posición física, en relación con otros nodos. En consecuencia, el rol de cada nodo puede cambiar. Por lo tanto, la topología de la red cambia dinámicamente.
- 40
- Ahora se hace referencia a la Figura 4, que es una ilustración esquemática de un método para operar un nodo en una red inalámbrica y sin grupos, operativa según una realización adicional de la técnica descrita. En la Figura 4, "Nr." denota el número de vecinos de supernodo, "≥" denota "al menos" y "<" denota "más pequeño/a(s) que", X_1 denota el número mínimo de supernodos locales de un salto y X_2 denota el número mínimo de supernodos troncales de un salto. Más adelante en la Figura 4, el término "Min." se refiere a cualquiera de X_1 o X_2 , según el contexto, el término "auto" se refiere al nodo que ejecuta el método y el término "otro" se refiere a los nodos que no sean el nodo que ejecuta el método.
- 45
- En el procedimiento 200, se recibe una señal de aviso de actualización de decisión de topología. Dicha señal de aviso de actualización de decisión de topología puede ser, por ejemplo, un mensaje de saludo recibido de otros nodos. La señal de aviso de actualización de decisión de topología también puede ser un mensaje de designación de supernodo recibido. La señal de aviso de actualización de decisión de topología puede ser, además, una bandera interna elevada cada período configurable. Dicho período configurable puede ser predeterminado. Alternativamente, el período configurable puede además determinarse dinámicamente según el número de vecinos de nodo de un salto del nodo. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 espera una señal de aviso de decisión de actualización de topología.
- 50
- En el Procedimiento 202, la base de datos de topología local del nodo receptor se actualiza según el mensaje de saludo recibido. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 actualiza la base de datos de topología local. Después de completar el procedimiento 202, el método continúa con el procedimiento 204. Cuando el nodo es un nodo ordinario, el método continúa con el procedimiento 210.
- 55

En el procedimiento 202, las entradas de nodo caducadas se eliminan de la base de datos de topología local. Las entradas de nodo se convierten en caducadas cuando no se ha recibido un mensaje de saludo desde allí, durante un intervalo predeterminado. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 elimina las entradas de nodo caducadas.

- 5 En el procedimiento 204, se identifica el propio rol del nodo. Cuando el nodo es un supernodo, el método entonces continúa con el procedimiento 206. Cuando el nodo es un nodo ordinario, entonces el método avanza al procedimiento 210. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 identifica el rol del nodo.

En el procedimiento 206, se detecta la autorredundancia del nodo receptor. El sistema según la técnica descrita tiene como objetivo minimizar el número de supernodos, teniendo en cuenta ciertas restricciones de red (p.ej., robustez). Por lo tanto, cada supernodo trata de identificar la autorredundancia. Un supernodo se considera redundante si ocurre todo lo siguiente:

- 10
- el número mínimo de supernodos troncales de un salto, X_2 , se sigue cumpliendo, si dicho supernodo potencialmente redundante ha sido degradado a un nodo ordinario, para todos los vecinos de supernodo de un salto del supernodo potencialmente redundante;
- 15
- el número mínimo de vecinos de supernodo local, X_1 , se sigue cumpliendo, si dicho supernodo potencialmente redundante ha sido degradado a un nodo ordinario, para todos los vecinos de nodo ordinario de un salto;
 - si el rol de dicho supernodo cambia a nodo ordinario, dicho nodo no exhibirá un estado de nodo de articulación.

20 Cuando se detecta la autorredundancia, entonces, el método pasa al procedimiento 208. Cuando no se detecta la autorredundancia, entonces, el método regresa al procedimiento 214. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 detecta la autorredundancia del nodo y cambia el rol del nodo receptor a un nodo ordinario cuando se detecta la autorredundancia.

- 25 En el procedimiento 208, el rol del nodo se cambia a un nodo ordinario y se terminan los enlaces de enrutamiento troncal dedicados, con vecinos de supernodo de un salto. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 cambia el rol del nodo a nodo ordinario y finaliza los enlaces de enrutamiento troncal dedicados con vecinos de supernodo de un salto. Después de completar el procedimiento 208, el método pasa a los procedimientos 214.

En el procedimiento 210, se detecta el estado de autoarticulación. El estado de autoarticulación se determina según uno de los siguientes criterios:

- 30
- Un nodo en el que al menos uno de sus vecinos de supernodo de un salto, no es vértice de un gráfico continuo (a saber, se comunican entre sí según la base de datos de topología local);
 - no todos los vecinos de nodo ordinario de un salto están a un salto del gráfico continuo de supernodos.

35 Cuando el estado de autoarticulación del nodo es positivo, entonces, el método pasa al procedimiento 212. Cuando el estado de autoarticulación del nodo es negativo, entonces, el método avanza al procedimiento 214. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 determina el estado de autoarticulación del nodo.

- 40 En el procedimiento 212, el rol del nodo se cambia a un supernodo y se establecen enlaces de enrutamiento troncal dedicados con los vecinos de supernodo de un salto. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 cambia el rol del nodo a supernodo y establece enlaces de enrutamiento troncal dedicados con vecinos de supernodo de un salto. Después de completar el procedimiento 212, el método pasa al procedimiento 214.

- 45 En el procedimiento 214, se identifica el número de vecinos de supernodo de un salto del nodo actual. Cada nodo ordinario debe tener un número mínimo de supernodos locales de un salto, X_1 , de vecinos de supernodo de un salto. Cada supernodo debe tener un número mínimo de supernodos troncales de un salto, X_2 , de vecinos de supernodo de un salto. Cuando el número de vecinos de supernodo de un salto es al menos X_1 cuando el nodo es un nodo ordinario, o al menos X_2 cuando el nodo es un supernodo, entonces, el método regresa al procedimiento 200. Cuando el número de vecinos de supernodo de un salto es menor que X_1 cuando el nodo es un nodo ordinario o menor que X_2 cuando el nodo es un supernodo, entonces, el método avanza al procedimiento 216. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 identifica el número del número de supernodos de un salto del nodo receptor y determina si el número mínimo de supernodos locales de un salto o el número mínimo de supernodos troncales de un salto se cumplen.

- 50 En el procedimiento 216, se selecciona un candidato para la designación de supernodo. Cuando el rol del nodo es un supernodo, el nodo selecciona un vecino de nodo ordinario de un salto para la designación de supernodo. Cuando el rol del nodo es un nodo ordinario, el nodo también puede seleccionarse para la designación de supernodo. Además, cuando un supernodo recibe un mensaje de designación de supernodo, de otro nodo, dicho supernodo se elige a sí mismo para la designación de supernodo. Un nodo (a saber, un supernodo o un nodo ordinario) puede designarse a sí mismo u otro nodo ordinario como un supernodo según un criterio de prioridad estática (p.ej., representación de identificación), un criterio dinámico o una combinación de ellos. Según el criterio de prioridad estática, el sistema

selecciona el nodo con la prioridad estática más alta (p.ej., la representación de identificación más baja o más alta). Según los criterios dinámicos, el nodo calcula cierto valor para cada nodo. El nodo designa el nodo con el valor más alto como un supernodo. Por ejemplo, el valor puede ser la suma de la conectividad ponderada (a saber, la potencia medida de las transmisiones recibidas) y la cobertura ponderada del nodo. Cuando el rol del nodo es nodo ordinario y el nodo se ha seleccionado a sí mismo para la designación de supernodo, el método entonces pasa al procedimiento 220. Cuando el nodo (a saber, un nodo ordinario o un supernodo) ha seleccionado un vecino de nodo ordinario de un salto para la designación de supernodo, el método avanza al procedimiento 218. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 selecciona un nodo ordinario para la designación de supernodo.

En el procedimiento 218, un mensaje de designación de supernodo se transmite al nodo ordinario seleccionado. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 transmite mediante el transmisor 174 un mensaje de designación de supernodo al nodo ordinario seleccionado. Después de completar el procedimiento 218, el método regresa al procedimiento 200.

En el procedimiento 220, el rol del nodo se cambia a un supernodo y se establecen enlaces de enrutamiento troncal dedicados, con vecinos de supernodo de un salto. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 170 cambia el rol del nodo a supernodo y establece enlaces de enrutamiento troncal dedicados con vecinos de supernodo de un salto. Después de completar el procedimiento 220, el método pasa a los procedimientos 200.

En la red según la técnica descrita, cada supernodo mantiene un árbol de expansión mínima compartido sin núcleo para cada grupo de multidifusión en la red. Este árbol de expansión mínima compartido debe incluir al menos todos los supernodos que sirven al grupo de multidifusión respectivo. Ahora se hace referencia de nuevo a la Figura 2A, y a las Figuras 2B, 2C y 2D, que son una ilustración esquemática de la red 100 a modo de ejemplo. Como se menciona más arriba, con referencia a la Figura 2A, los nodos ordinarios 104, 108, 120 y 122 y el supernodo 110 son todos miembros del mismo grupo de multidifusión. Un árbol de expansión mínima a modo de ejemplo del presente grupo de multidifusión incluye los supernodos 102, 110 y 116 (Figura 2B). Sin embargo, en la Figura 2C, el enlace de enrutamiento troncal dedicado 132, entre el supernodo 110 y el supernodo 102 se pierde. En consecuencia, el nodo 108 ha cambiado su rol a un supernodo (a saber, según el criterio de estado de nodo de articulación, como se ha mencionado más arriba, en conjunto con la Figura 4). La línea 144 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 108 y 110. La línea 146 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 108 y 112. La línea 148 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 108 y 106. Línea 150 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre los supernodos 108 y 102. Según estos cambios en la topología de la red, el árbol de expansión mínima del grupo de multidifusión que incluye los nodos ordinarios 104, 120 y 122, y los supernodos 108 y 110 ha cambiado. La Figura 2D ilustra un árbol de expansión mínima a modo de ejemplo de este grupo de multidifusión, después de que se perdiera el enlace de enrutamiento inverso dedicado 132 (Figura 1A). El presente árbol de expansión mínima a modo de ejemplo incluye los supernodos 102, 108, 110, 116.

Como se menciona más arriba, según la técnica descrita, un supernodo inunda la parte troncal con mensajes de actualización de multidifusión troncal. Un supernodo transmite dichos mensajes de actualización de multidifusión troncal cada período configurable o debido a un episodio en el vecindario de un salto de aquel. Dichos mensajes de actualización de multidifusión troncal incluyen los grupos de multidifusión a los que sirve dicho supernodo y los cambios que hayan ocurrido en la tabla de registro de multidifusión troncal.

Ahora se hace referencia a la Figura 5, que es una ilustración esquemática de un método para actualizar la tabla de multidifusión troncal, por un supernodo, cuando ocurre un episodio en el vecindario de un salto de dicho supernodo, según otra realización de la técnica descrita. En el procedimiento 250, se detecta un episodio en el vecindario de un salto del supernodo. Como se menciona más arriba, dicho episodio se refiere a un nodo ordinario que se une a o abandona el vecindario de un salto de un supernodo. El episodio se refiere además a un nodo ordinario, o a un anfitrión, que se abona o cancela el abono a o de un grupo de multidifusión, al que sirve el supernodo. Cuando el episodio detectado es un nodo ordinario que se une al vecindario de un salto del supernodo, el método pasa al procedimiento 252. Cuando el episodio detectado es un vecino de nodo ordinario de un salto o un anfitrión, acoplado al supervisor nodo, que se abona a un grupo de multidifusión al que sirve el supernodo, entonces, el método avanza al procedimiento 256. Cuando el episodio detectado es un vecino de nodo ordinario de un salto que abandona el vecindario de un salto del supernodo, o un vecino de nodo ordinario de un salto del supernodo, o un anfitrión acoplado al supernodo, que cancela el abono a un grupo de multidifusión al que sirve el supernodo, entonces el método pasa al procedimiento 254. Con referencia a la Figura 3, el procesador de topología local 168 determina cuándo un nodo ordinario se une a o abandona el vecindario de un salto del supernodo. El procesador de multidifusión local 166 determina cuándo un nodo ordinario o un anfitrión, acoplado al supernodo, se abona o cancela el abono a un grupo de multidifusión al que sirve el supernodo.

En el procedimiento 252, un mensaje de actualización de multidifusión local se transmite al vecino de nodo ordinario de un salto que se une. Este mensaje de actualización de multidifusión local incluye una lista de todos los grupos de multidifusión en la red y a qué grupo de multidifusión atiende el supernodo. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión local 166 transmite mediante el transmisor 171 un mensaje de actualización de multidifusión local. Después del procedimiento 252, el método se repite desde el procedimiento 250.

5 En el procedimiento 254, se determina si el abonado es el último abonado con el supernodo al grupo de multidifusión pertinente. El episodio de un nodo ordinario que abandona el vecindario de un solo salto del supernodo es similar al nodo ordinario que cancela el abono a los grupos de multidifusión pertinentes (a saber, los grupos de multidifusión a los que está abonado dicho nodo ordinario). Cuando el abonado no es el último abonado con el supernodo al grupo de multidifusión pertinente, entonces, el método se repite desde el procedimiento 250. Cuando el abonado es el último abonado con el supernodo al grupo de multidifusión pertinente, entonces, el método continúa con el procedimiento 258. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión local 166 determina si el abonado es el último abonado al grupo de multidifusión pertinente.

10 En el procedimiento 256, se determina si el abonado es el primer abonado con el supernodo al grupo de multidifusión seleccionado. El abonado puede ser un vecino de nodo ordinario de un salto que solicita abonarse a un grupo de multidifusión seleccionado. El abonado también puede ser un anfitrión, acoplado al supernodo, que solicita abonarse a un grupo de multidifusión seleccionado. Cuando el abonado no es el primer abonado con el supernodo al grupo de multidifusión seleccionado, entonces, el método se repite desde el procedimiento 250. Cuando el abonado es el primer abonado con el supernodo al grupo de multidifusión seleccionado, entonces, el método continúa con el procedimiento 15 258. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión local 166 determina si el abonado es el primer abonado a un grupo de multidifusión seleccionado.

En el procedimiento 258, la tabla de registro de multidifusión troncal se actualiza. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión troncal 164 actualiza la tabla de actualización de multidifusión troncal.

20 En el procedimiento 260, la parte troncal de la red se inunda con un mensaje de actualización de multidifusión troncal. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión troncal 164 inunda la parte troncal con un mensaje de actualización de multidifusión troncal mediante el procesador de inundación troncal 162 y el transmisor 174. Después del procedimiento 260, el método se repite desde el procedimiento 250.

25 En la red según la técnica descrita, un supernodo puede unirse a o abandonar el vecindario de un salto de un nodo ordinario abonado a un grupo de multidifusión al que sirve dicho supernodo. En consecuencia, se requiere que el nodo ordinario actualice la tabla de multidifusión local, almacenada en dicho nodo ordinario. Cuando un nodo ordinario detecta que un supernodo es un nuevo vecino de un salto, el nodo ordinario crea una entrada vacía del supernodo que se une en la tabla de registro de multidifusión local almacenada allí, actualiza dicha entrada con el mensaje de actualización de multidifusión local recibido del supernodo que se une. Cuando el nodo ordinario detecta que un supernodo, que sirve a un grupo de multidifusión pertinente, ya no es un vecino de un salto, el nodo ordinario elimina la entrada asociada al supernodo que abandona, de la tabla de registro de multidifusión local allí almacenada. El nodo intenta abonarse al grupo de multidifusión al que ha servido el supernodo que abandona, mediante otro supernodo, que sirve al mismo grupo de multidifusión. Un nodo ordinario, que intenta abonarse a un grupo de multidifusión, prioriza a los vecinos de supernodo de un salto de aquel, selecciona el supernodo con la prioridad más alta y transmite una solicitud de abono a grupo de multidifusión al supernodo seleccionado.

35 Ahora se hace referencia a la Figura 6, que es una ilustración esquemática de un método para priorizar y seleccionar un supernodo cuando un nodo ordinario intenta abonarse a un grupo de multidifusión, operativo según una realización adicional de la técnica descrita. En el procedimiento 280, se determina un grupo de multidifusión para el abono. Un anfitrión acoplado a un nodo ordinario puede requerir servicios de multidifusión. Cuando un nodo ordinario recibe dicha solicitud, dicho nodo ordinario determina a qué grupo de multidifusión debe abonarse dicho nodo ordinario. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión local 166 determina un grupo de multidifusión para el abono. 40

En el procedimiento 282, se detectan vecinos de supernodo de un salto, abonados al grupo de multidifusión determinado. Un supernodo se abona a un grupo de multidifusión cuando dicho supernodo provee servicios de multidifusión a los anfitriones acoplados a aquel. Un supernodo también es un abonado a un grupo de multidifusión cuando dicho supernodo provee servicios de multidifusión a vecinos de nodo ordinario de un salto. Por lo tanto, cuando un nodo ordinario recibe una solicitud para recibir servicios de multidifusión de un anfitrión acoplado a aquel, dicho nodo ordinario detecta a los vecinos de supernodo de un salto abonados a dicho mismo grupo de multidifusión. El nodo ordinario detecta a los vecinos de supernodo de un salto, abonados al grupo de multidifusión determinado, según la tabla de registro de multidifusión local allí almacenada. Cuando se detecta un vecino de supernodo de un salto, abonado al grupo de multidifusión determinado, entonces el método pasa al procedimiento 286. Cuando no se detecta un vecino de supernodo de un salto, abonado al grupo de multidifusión determinado, entonces, el método continúa con el procedimiento 284. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión local 166 detecta los vecinos de supernodo de un salto que están abonados al grupo de multidifusión determinado. 45 50

En el procedimiento 284, se detectan los vecinos de supernodo de un salto del nodo ordinario. Dichos vecinos de supernodo de un salto no están abonados y no sirven al grupo de multidifusión determinado. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión 166 detecta vecinos de supernodo de un salto. 55

En el procedimiento 286, al menos uno de los vecinos de supernodo de un salto detectados se selecciona para el abono de multidifusión. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión 166 selecciona al menos un vecino de supernodo de un salto para el abono de multidifusión.

En el procedimiento 288, un mensaje de solicitud de abono a grupo de multidifusión se transmite al vecino de supernodo de un salto seleccionado. Con referencia a la Figura 3, el procesador de multidifusión local 166 transmite mediante el transmisor 174 un mensaje de solicitud de abono a grupo de multidifusión al vecino de supernodo de un salto seleccionado.

5 Según la técnica descrita, los supernodos inundan la parte troncal de la red con mensajes de actualización de topología de red y con mensajes que incluyen actualizaciones de la tabla de registro de multidifusión troncal. Además, cada nodo ordinario puede inundar la red con un paquete (a saber, dicho paquete está dirigido para recibirse por cada nodo en la red). Sin embargo, cuando un mensaje o un paquete se inunda a través de la red, cada nodo puede recibir dicho mensaje o paquete múltiples veces (a saber, hay una redundancia de la transmisión del paquete de inundación o del mensaje de inundación). Por lo tanto, con el fin de reducir dicha redundancia y reducir el ancho de banda requerido para transmitir mensajes de inundación, cada paquete de inundación incluye una lista de finalización. Esta lista de finalización incluye entradas de las representaciones de identificación de al menos algunos de los supernodos a los que dicho mensaje de inundación se ha enviado. La lista de finalización se administra como una memoria intermedia de primero en entrar, primero en salir (FIFO) (a saber, una memoria intermedia en donde la entrada que fue la primera en ingresar a la memoria intermedia, también es la primera en salir, cuando la memoria intermedia se desborda). Un supernodo, que recibe un paquete de inundación, produce una lista de finalización actualizada, antes de reenviar dicho paquete de inundación.

10 Ahora se hace referencia a las Figuras 7A, 7B y 7C que son ilustraciones esquemáticas de una parte troncal de red a modo de ejemplo, a la que, en general, se hace referencia con el numeral 320, según otra realización de la técnica descrita. La parte troncal de red 320 incluye los supernodos 322, 324, 326, 328, 330, 332, 334 y 336. La línea en negrita 338 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 322 y el supernodo 324. La línea en negrita 340 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 322 y el supernodo 326. La línea en negrita 342 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 322 y el supernodo 328. La línea en negrita 344 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 324 y el supernodo 330. La línea en negrita 346 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 324 y el supernodo 326. La línea en negrita 348 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 326 y el supernodo 332. La línea en negrita 350 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 326 y el supernodo 328. La línea en negrita 352 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 328 y el supernodo 334. La línea en negrita 354 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 330 y el supernodo 332. La línea en negrita 356 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 332 y el supernodo 334. La línea en negrita 358 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 330 y el supernodo 336. La línea en negrita 360 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 332 y el supernodo 336. La línea en negrita 362 representa el enlace de enrutamiento troncal dedicado entre el supernodo 334 y el supernodo 336. Las líneas con flechas 364, 366 y 368 indican que un mensaje de inundación se ha recibido del supernodo 322 a los supernodos 324, 326 y 328.

15 Los números entre corchetes, adyacentes a cada línea con flecha, representan una lista de finalización a modo de ejemplo. La lista de finalización, en la parte troncal de red 320 a modo de ejemplo, consta de dos supernodos a los que se reenvía el mensaje de inundación. El supernodo 322 reenvía el mensaje a los supernodos 324, 326 y 328, y añade otra lista de finalización que indica que el mensaje se ha reenviado a los supernodos 324 y 326.

20 Con referencia a la Figura 7B, en la red 320, los supernodos 324, 326 y 328 han recibido el mensaje de inundación. Los supernodos 324, 326 y 328 reenvían el mensaje de inundación a los respectivos vecinos de supernodo de un solo salto de los supernodos, con exclusión del vecino de supernodo de un salto incluido en la lista de finalización. El supernodo 324 reenvía el mensaje de inundación al supernodo 330, como se indica por la línea con flecha 370. El supernodo 326 reenvía el mensaje de inundación al supernodo 332 como se indica por la línea con flecha 372, y al supernodo 328 como se indica por la línea con flecha 374. El supernodo 328 reenvía el mensaje de inundación al supernodo 334, como se indica por la línea con flecha 376. Sin embargo, el supernodo 324 no reenvía el mensaje al supernodo 326, ya que según la lista de finalización adjuntada mensaje de inundación, al supernodo 326 ha recibido el mensaje de inundación del supernodo 322.

25 Con referencia a la Figura 7C, en la red 320, los supernodos 330, 332 y 334 han recibido el mensaje de inundación. El supernodo 330 reenvía el mensaje al supernodo 332 y supernodo 336, como indican las líneas con flechas 378 y 382, respectivamente. El supernodo 330 añade una lista de finalización, lo cual indica que el mensaje de inundación se ha enviado al supernodo 332 y al supernodo 336. Por consiguiente, el supernodo 332 no reenvía el mensaje al supernodo 336. Sin embargo, el supernodo 332 reenvía el mensaje de inundación al supernodo 334, como lo indica la línea con flecha 380. El supernodo 334 reenvía el mensaje al supernodo 336, como se indica por la línea con flecha 384, ya que según la lista de finalización, recibida por el nodo 334, el supernodo 336 no ha recibido el mensaje de inundación.

30 En la red según la técnica descrita, cada supernodo puede inundar la parte troncal de la red con un mensaje de inundación (a saber, dicho mensaje está dirigido a ser recibido por cada nodo en la red). Cada mensaje de inundación incluye una lista de finalización. Además, el mensaje de inundación incluye el nodo de origen original del mensaje (a saber, el primer nodo que ha enviado el mensaje) y la identificación del mensaje (p.ej., el número de serie del mensaje).

Ahora se hace referencia a la Figura 8, que es una ilustración esquemática de un método para determinar los siguientes saltos de un paquete de inundación en la parte troncal de la red, según una realización adicional de la técnica descrita. En la Figura 8, se usa el término paquete. Se observa que el método en la Figura 8 también se refiere a los mensajes. En el procedimiento 400, un supernodo recibe un paquete de inundación, que incluye una lista de finalización recibida, el supernodo de origen de paquete y una identificación de paquete. La lista de finalización recibida incluye al menos algunos de los supernodos a los que se ha enviado el paquete de inundación. Con referencia a la Figura 3, el procesador de inundación troncal 162 recibe mediante el receptor 172 un paquete de inundación.

En el procedimiento 402, se determina el nodo de origen de origen del paquete de inundación. Cuando el supernodo receptor es el nodo de origen que origina el paquete de inundación, entonces el método pasa al procedimiento 334. Si el supernodo receptor no es el nodo de origen de origen, entonces el método pasa al procedimiento 404. Con referencia a la Figura 3, el procesador de inundación troncal 162 determina el nodo de origen del paquete de inundación.

En el procedimiento 404, se determina la recepción previa del paquete de inundación. La recepción previa del paquete se determina según el identificador único del paquete. Cuando el identificador único del paquete se almacena en la base de datos del supernodo receptor, entonces el paquete se ha recibido previamente. Si el identificador único del paquete no está almacenado en la base de datos del supernodo receptor, entonces el paquete no se ha recibido previamente. Se observa que los identificadores únicos de paquetes se eliminan de la base de datos después de un período determinado, lo cual permite la reutilización del identificador único de paquetes. Cuando el paquete de inundación se ha recibido previamente, entonces, el método continúa con el procedimiento 406. Cuando el paquete de inundación no se ha recibido previamente, entonces, el método continúa con el procedimiento 408. Con referencia a la Figura 6, el procesador de inundación troncal 162 determina si el paquete se ha recibido previamente.

En el procedimiento 406, el paquete de inundación no se tiene en cuenta. Con referencia a la Figura 3, el procesador de inundación troncal 162 ignora el paquete de inundación recibido.

En el procedimiento 408, se produce una lista de transmisión. La presente lista de transmisión incluye entradas de la representación de identificación de solo los vecinos de supernodo de un salto que no se encuentran en la lista de finalización recibida. Dicha lista de transmisión incluye además a los vecinos de supernodo de un salto a los que el supernodo pretende transmitir el paquete. Con referencia a la Figura 6, el procesador de inundación troncal 162 produce una lista de transmisión.

En el procedimiento 420, se produce una lista de finalización actualizada. Como se menciona más arriba, la lista de finalización se puede administrar como memoria intermedia FIFO. Por consiguiente, las entradas de la lista de transmisión se introducen en la lista de finalización y las entradas de la lista de finalización más antiguas se eliminan de la lista de finalización (a saber, el número de entradas eliminadas es igual al número de entradas introducidas). Con referencia a la Figura 6, el procesador de topología local 170 produce una lista de finalización actualizada.

En el procedimiento 420, el paquete de inundación, que incluye la lista de finalización actualizada, se transmite a los vecinos de supernodo de un salto enumerados en la lista de transmisión. Con referencia a la Figura 6, el procesador de inundación troncal 162 transmite mediante el transmisor 174 el paquete de inundación que incluye la lista de finalización actualizada, a los vecinos de supernodo de un salto enumerados en la lista de transmisión.

Las personas con experiencia en la técnica apreciarán que la técnica descrita no se limita a lo que se ha mostrado y descrito en particular más arriba. Más bien, el alcance de la técnica descrita se define solo por las reivindicaciones, que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Un método para un nodo en una red inalámbrica ad hoc (100) que comprende los procedimientos de:

abonarse, por dicho nodo, a al menos un grupo de multidifusión, dicho grupo de multidifusión incluyendo al menos una porción de múltiples nodos en la red inalámbrica ad hoc, cada uno de dichos nodos designándose con un rol determinado dinámicamente, múltiples de dichos nodos designándose con el rol de un supernodo (102,106,110,112,116,118) y el resto de dichos nodos designándose con el rol de nodos ordinarios (104,108,114,120,122), dichos nodos designados como supernodo formando un enrutamiento troncal de dicha red, cada uno de dichos nodos almacenando información de multidifusión, cada nodo ordinario intenta tener al menos un número mínimo de supernodos locales de un salto de vecinos de supernodo de un salto y cada supernodo intenta tener al menos un número mínimo de supernodos troncales de un salto de vecinos de supernodo de un salto, al menos algunos de dichos nodos ordinarios tienen al menos dos vecinos de supernodo de un salto;

actualizar dicha información de multidifusión almacenada; y

sincronizar la información de multidifusión almacenada respectiva entre dichos supernodos mediante la producción de al menos un mensaje de actualización de multidifusión troncal y la inundación de dicha parte troncal con dicho mensaje de actualización de multidifusión troncal cuando se designa un nodo con dicho rol de supernodo, dicho mensaje de actualización de multidifusión troncal al menos incluyendo los cambios que han ocurrido en dicha información de multidifusión almacenada, dicha inundación incluyendo la determinación por un nodo designado supernodo de los siguientes saltos de un paquete de inundación en dicha parte troncal de dicha red, dicho paquete de inundación al menos incluyendo dicho mensaje de actualización de multidifusión troncal,

en donde dicha determinación por un nodo designado supernodo de los siguientes saltos del paquete de inundación en dicha parte troncal de dicha red incluye los subprocesos de:

recibir una lista de finalización, dicha lista de finalización recibida incluyendo entradas de representaciones de identificación de una porción de los supernodos que han recibido dicho paquete de inundación;

producir una lista de transmisión, dicha lista de transmisión incluyendo vecinos de supernodo de un salto de dicho supernodo receptor no enumerado en dicha lista de finalización recibida, y al que dicho supernodo receptor pretende transmitir dicho paquete de inundación;

producir una lista de finalización actualizada; y

transmitir dicho paquete de inundación, incluyendo dicha lista de finalización actualizada, a dichos vecinos de supernodo de un salto enumerados en dicha lista de transmisión.

2. El método según la reivindicación 1, en donde dicho procedimiento de actualización de dicha información de multidifusión almacenada cuando dicho nodo se designa con dicho rol de supernodo incluye los subprocesos de:

detectar un episodio en un vecindario de un salto de dicho nodo designado supernodo, dicho nodo designado supernodo registrándose en dicho al menos un grupo de multidifusión, siendo dicho episodio un nodo designado nodo ordinario que se une a dicho vecindario de un salto, o un nodo designado nodo ordinario que abandona dicho vecindario de un salto, o un abonado que se abona con dicho nodo designado supernodo a uno de dicho al menos un grupo de multidifusión, o un abonado que cancela el abono con dicho nodo designado supernodo a dicho u otro de dicho al menos un grupo de multidifusión;

transmitir un mensaje de actualización de multidifusión local a dicho nodo ordinario de un salto cuando dicho episodio se detecta como un nodo designado nodo ordinario que se une a dicho vecindario de un salto o dicho nodo designado supernodo;

repetir dicho procedimiento de detección de un episodio;

determinar si dicho abonado que se abona es el primer abonado con dicho nodo designado supernodo a uno de dicho al menos un grupo de multidifusión, cuando dicho episodio se detecta cuando dicho abonado se abona con dicho al menos un grupo de multidifusión;

repetir dicho procedimiento de detección de un episodio cuando dicho abonado no es dicho primer abonado;

determinar si dicho abonado que cancela el abono es el último abonado restante a dicho grupo de multidifusión, ya sea cuando dicho episodio se detecta como un vecino de nodo ordinario de un salto que abandona dicho vecindario de un salto de dicho nodo designado supernodo, o cuando dicho episodio se detecta cuando dicho abonado cancela el abono a dicho u otro de dicho al menos un grupo de multidifusión;

repetir dicho procedimiento de detección de un episodio cuando dicho abonado no es dicho último abonado;

actualizar una tabla de registro de multidifusión troncal cuando dicho abonado es el último abonado o el primer abonado, con dicho nodo designado supernodo, a dicho grupo de multidifusión; y

repetir dicho procedimiento de detección de un episodio.

5 3. El método según la reivindicación 2, en donde dicho mensaje de actualización de multidifusión local incluye una lista de dicho al menos un grupo de multidifusión en dicha red, y a cuál de dicho al menos un grupo de multidifusión dicho nodo designado supernodo sirve.

4. El método según la reivindicación 1, en donde dicho mensaje de actualización de multidifusión troncal incluye además grupos de multidifusión a los que sirve dicho supernodo.

10 5. El método según la reivindicación 3, en donde dicho mensaje de actualización de multidifusión troncal incluye además otros nuevos de dicho al menos un grupo de multidifusión al que sirve dicho supernodo.

6. El método según la reivindicación 2, en donde dicho abonado es un nodo designado nodo ordinario.

7. El método según la reivindicación 2, en donde dicho abonado es un anfitrión acoplado a dicho nodo designado supernodo.

15 8. El método según la reivindicación 1, en donde, cuando dicho nodo se designa con dicho rol de nodo ordinario, dicho procedimiento de abono a un grupo de multidifusión incluye además los subprocedimientos de:

determinar un grupo de multidifusión para el abono;

detectar un vecino de nodo designado supernodo de un salto, de dicho nodo ordinario, que sirve a dicho grupo de multidifusión determinado;

20 detectar vecinos de nodo designado supernodo de un salto, de dicho nodo ordinario, cuando no se detecta un vecino de nodo designado supernodo de un salto que sirve a dicho grupo de multidifusión determinado;

seleccionar al menos uno de dichos vecinos de nodo designado supernodo de un salto detectados para el abono de multidifusión; y

transmitir un mensaje de solicitud de abono de multidifusión a dicho al menos un vecino de nodo designado supernodo de un salto después de dicho procedimiento de selección.

25 9. El método según la reivindicación 1, en donde dicho paquete de inundación incluye además el nodo designado supernodo de origen de origen de dicho paquete de inundación y un identificador de dicho paquete de inundación.

10. El método según la reivindicación 9, que comprende además los procedimientos de:

determinar dicho supernodo de origen de origen de dicho paquete de inundación;

determinar si dicho paquete de inundación se ha recibido previamente; e

30 ignorar dicho paquete de inundación cuando dicho supernodo receptor es el supernodo de origen de origen de dicho paquete de inundación, o cuando dicho supernodo receptor ha recibido previamente dicho paquete de inundación.

11. El método según la reivindicación 1, en donde dicha lista de transmisión excluye dicho supernodo receptor.

12. El método según la reivindicación 9, en donde dicho supernodo determina que dicho paquete de inundación se ha recibido previamente según dicho identificador de dicho paquete de inundación.

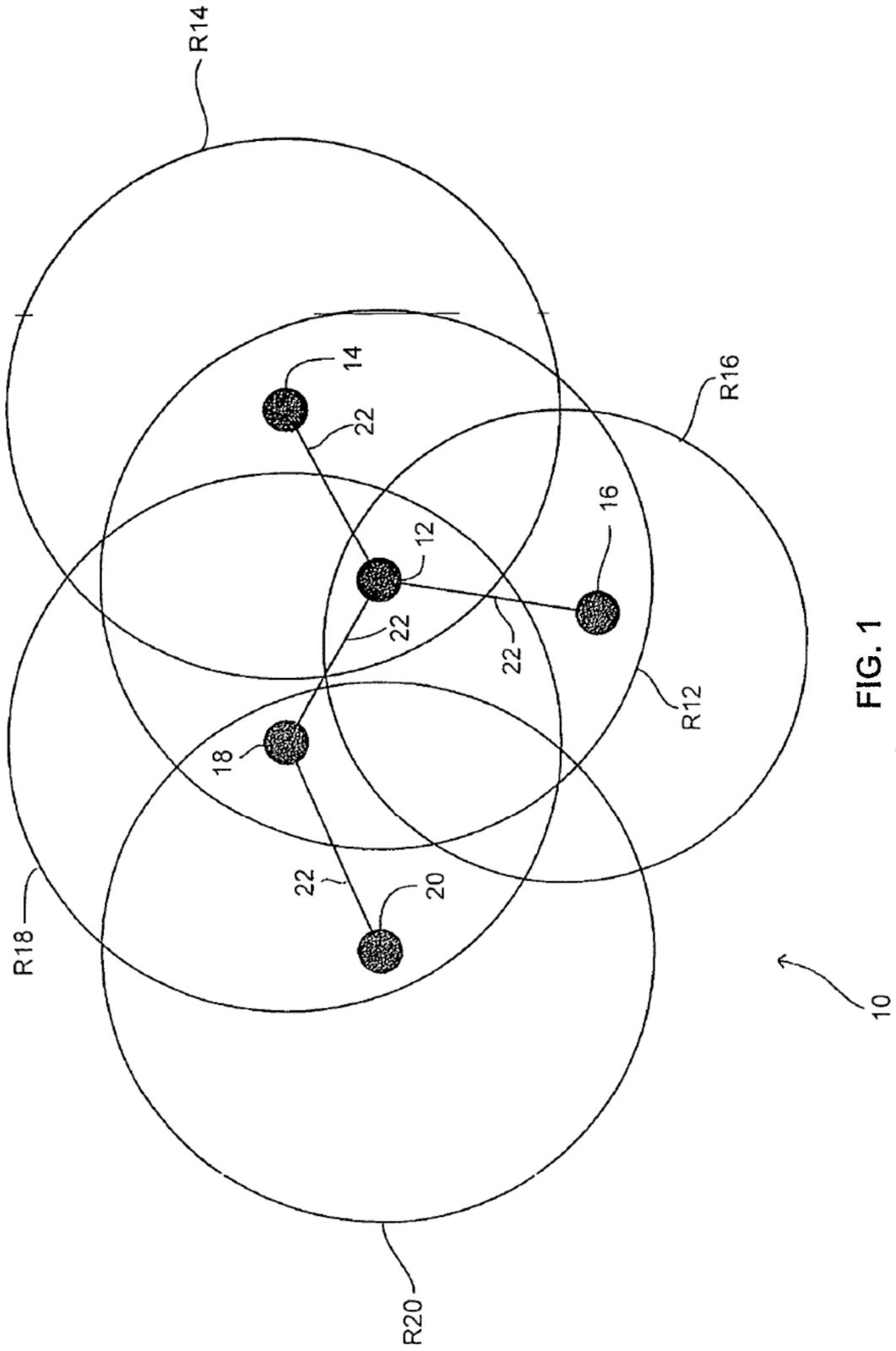


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

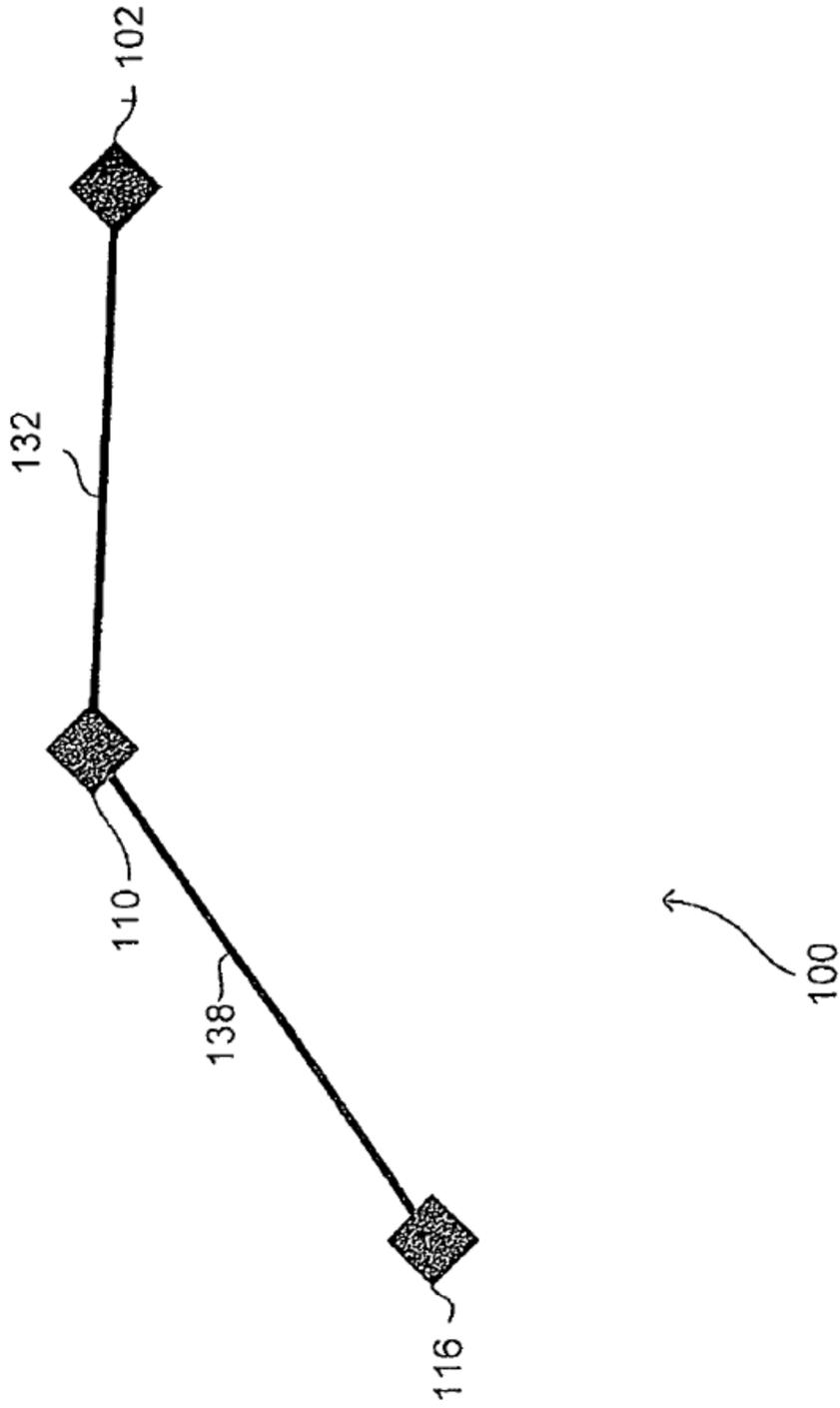


FIG. 2B

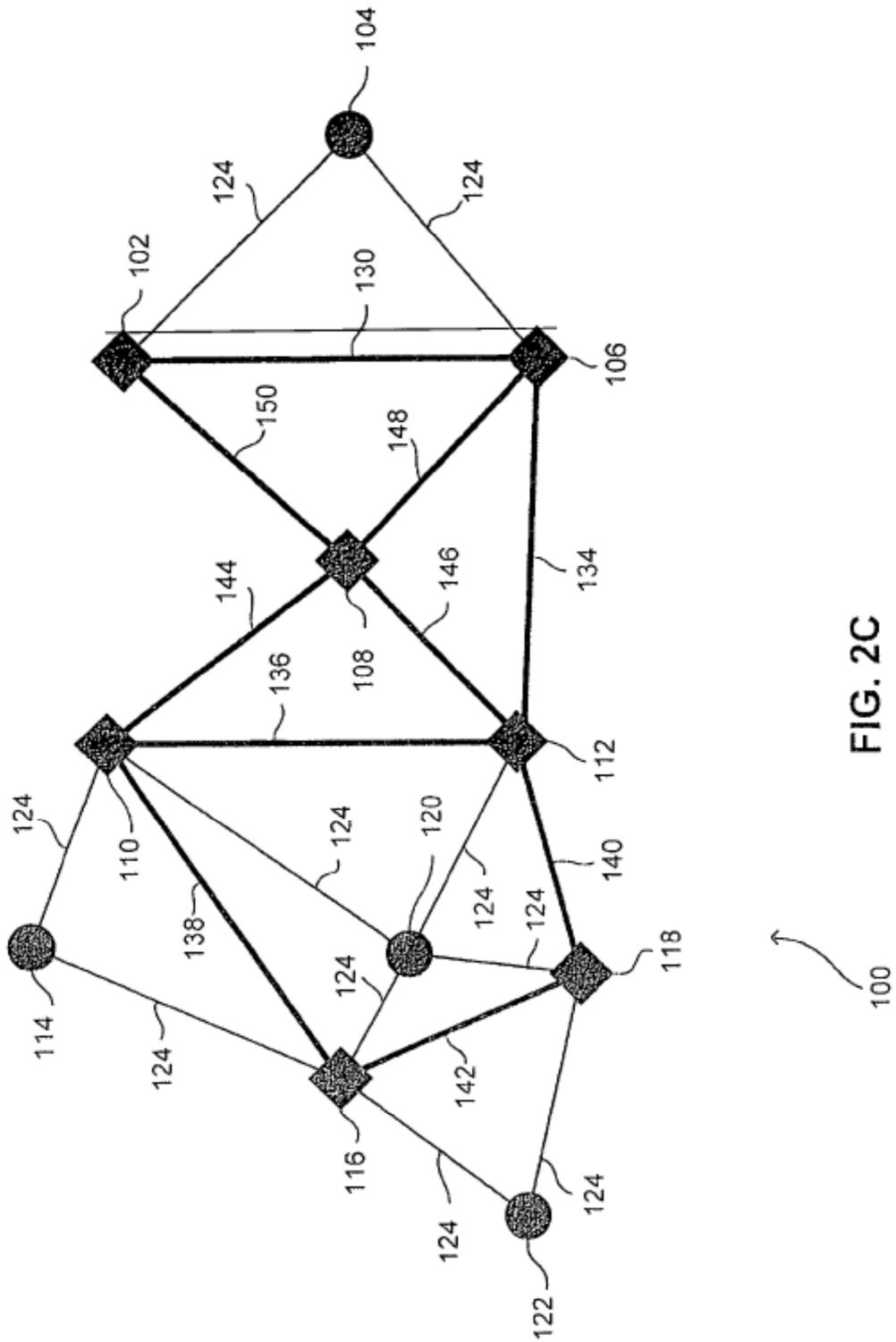


FIG. 2C

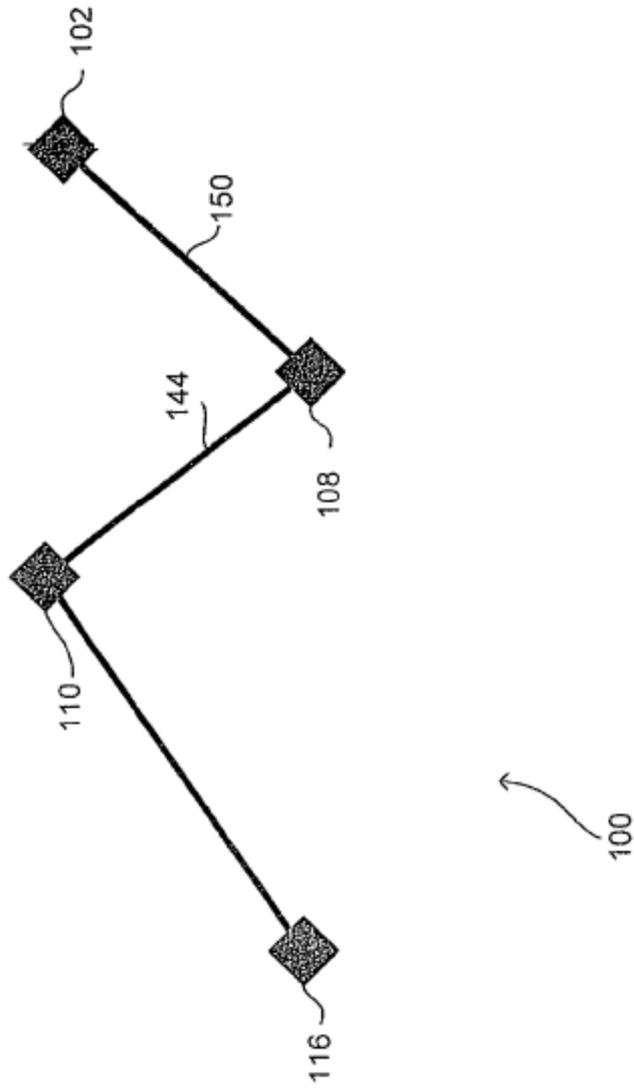


FIG. 2D

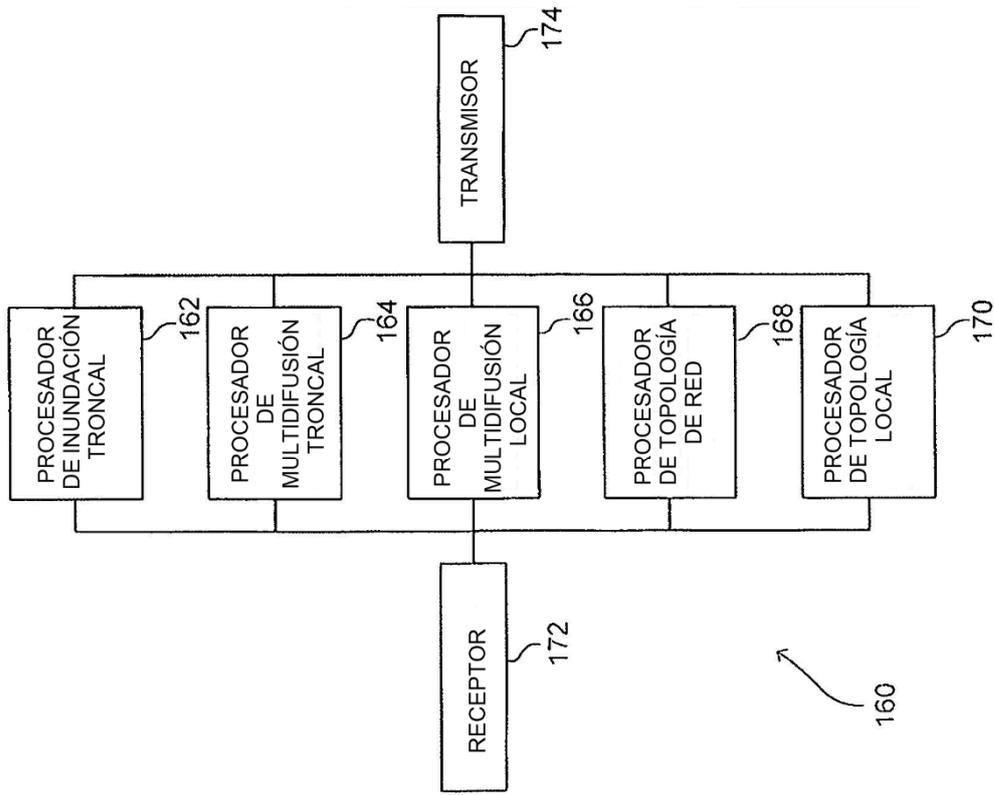


FIG. 3

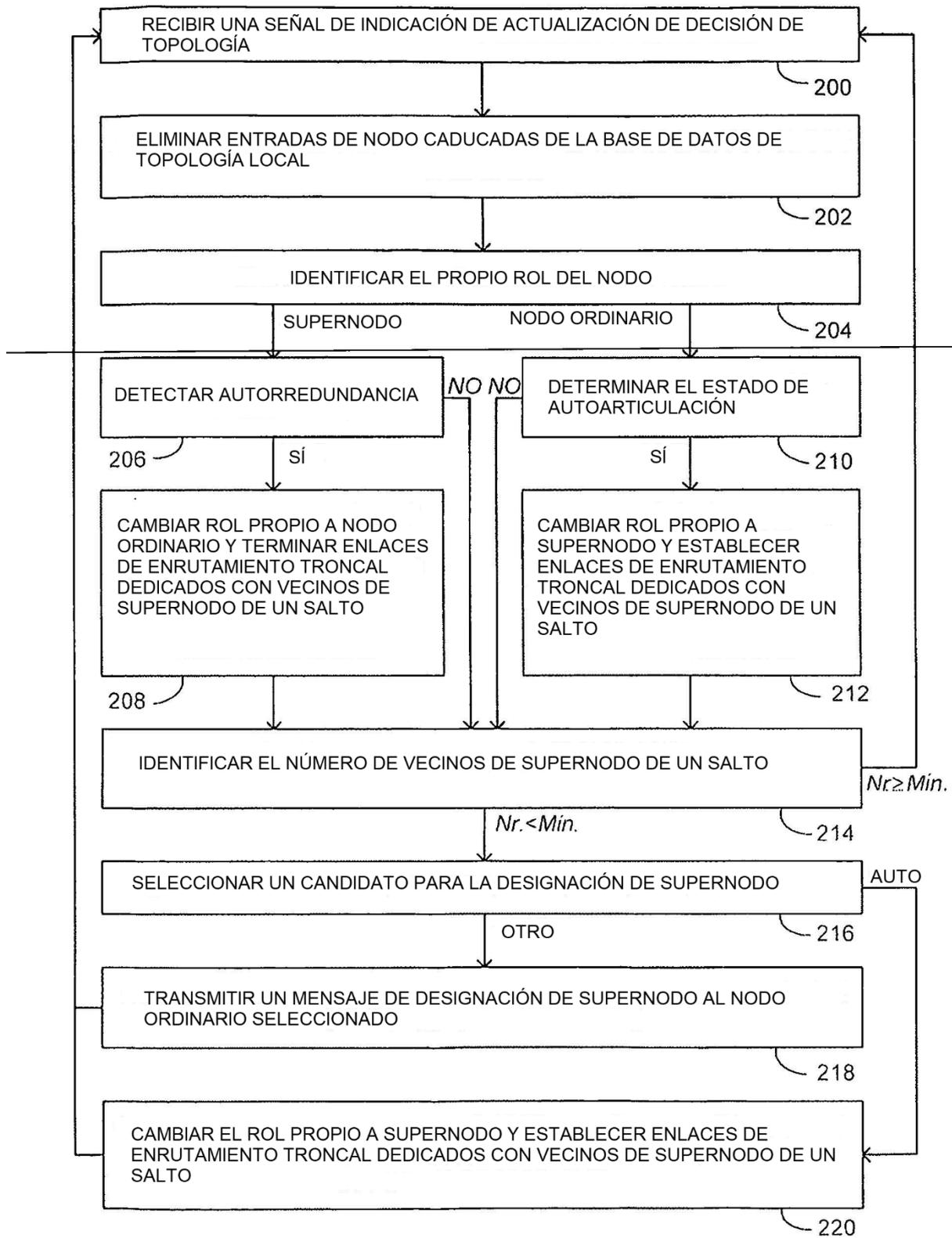


FIG. 4

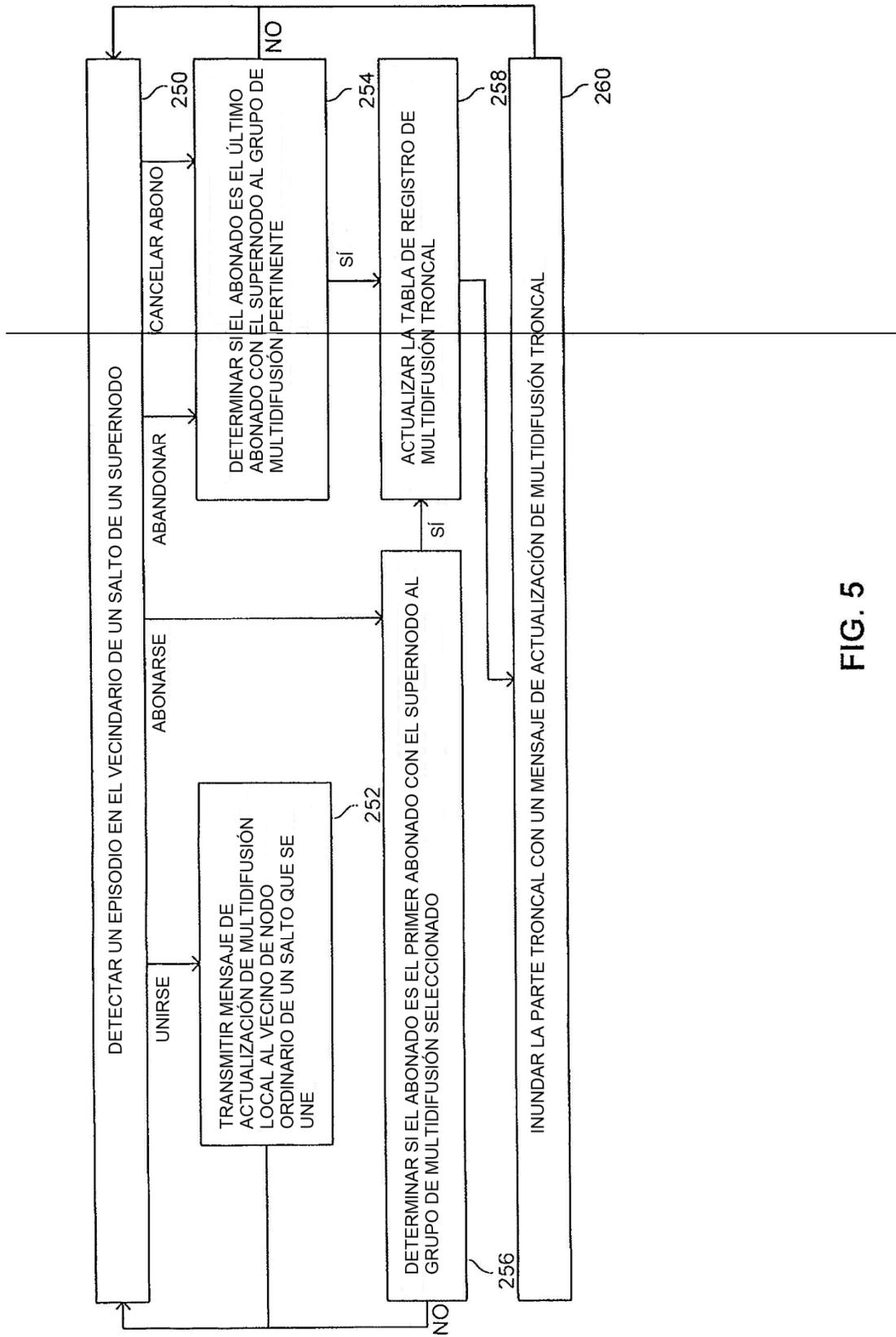


FIG. 5

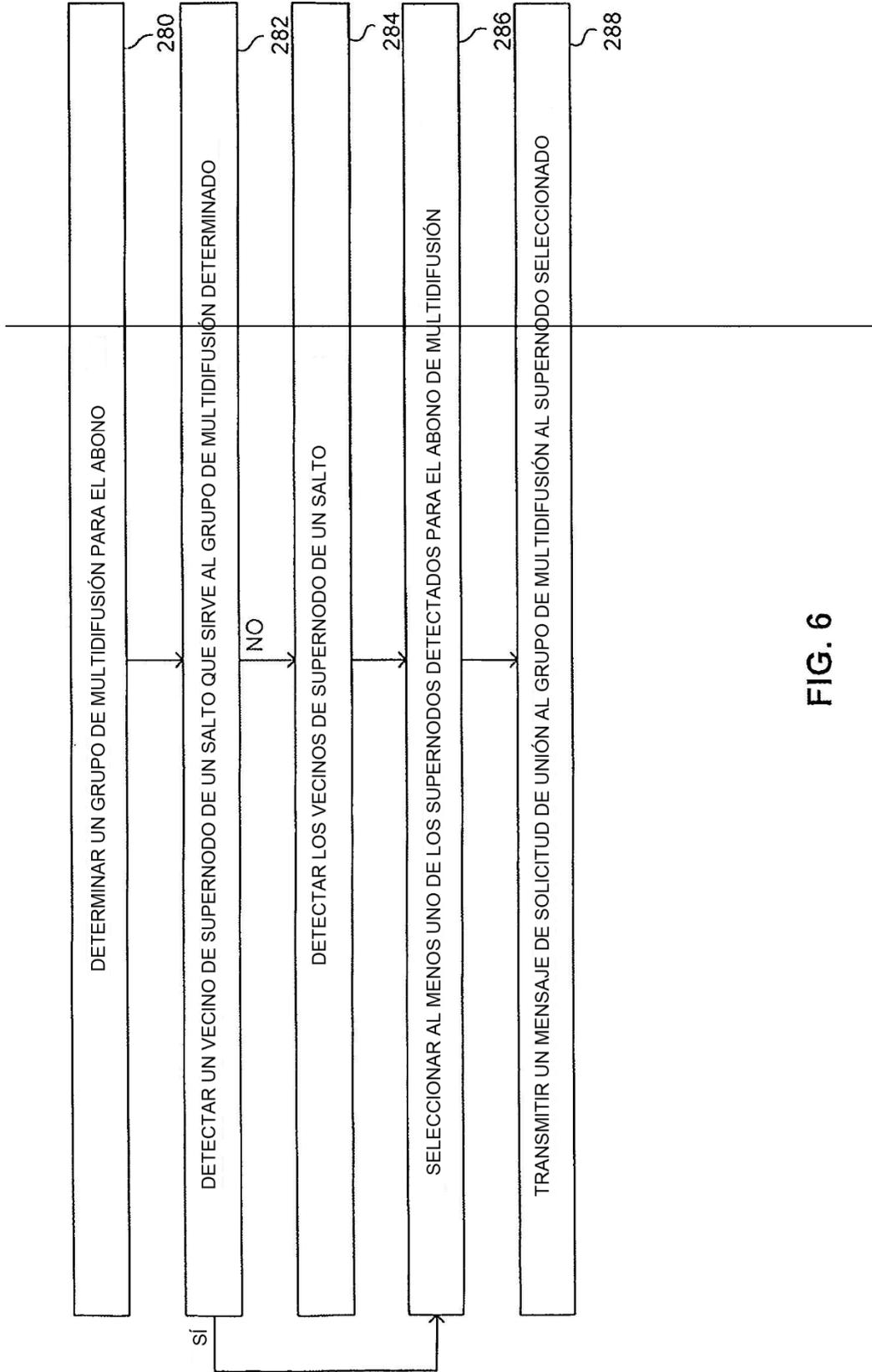


FIG. 6

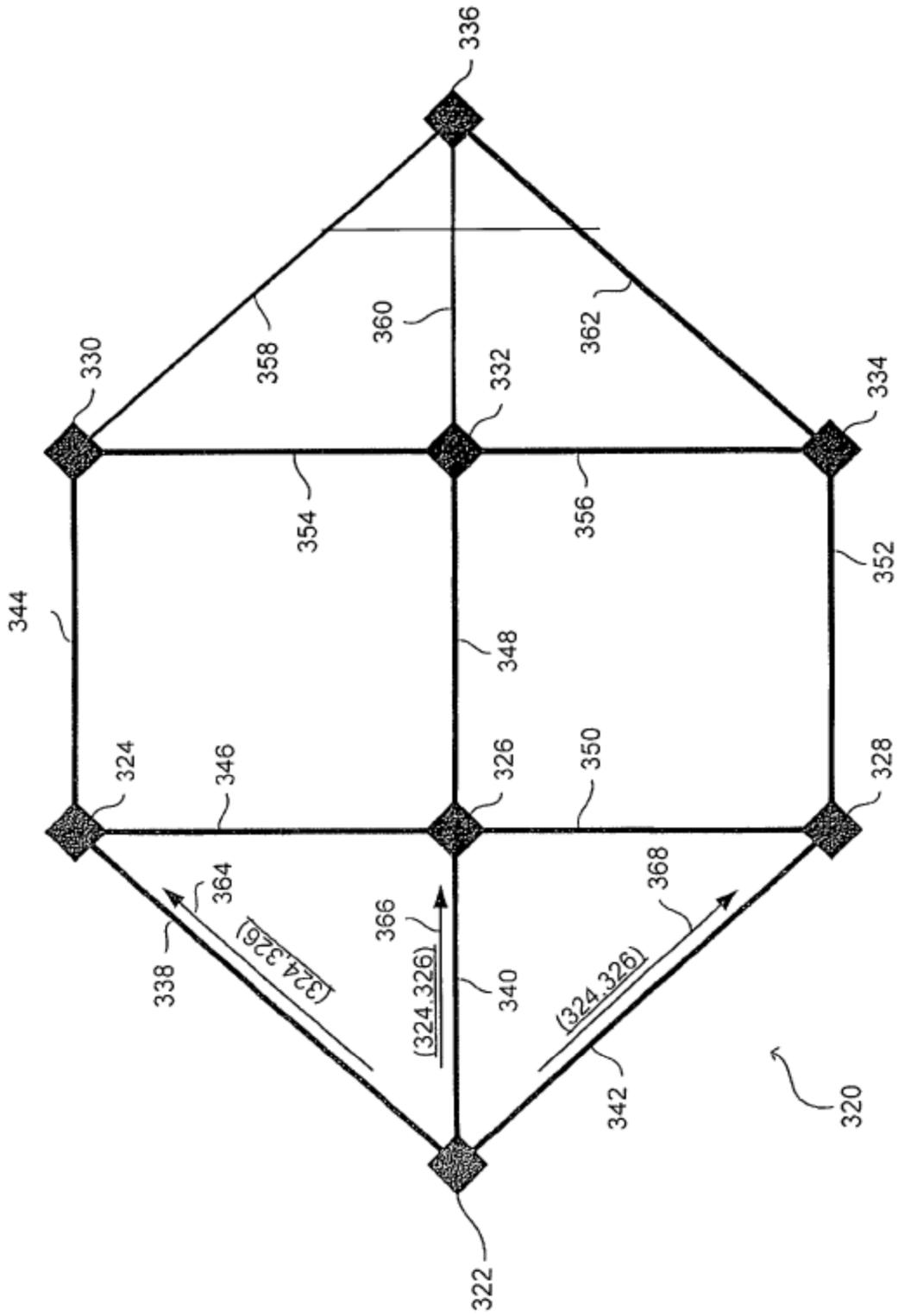


FIG. 7A

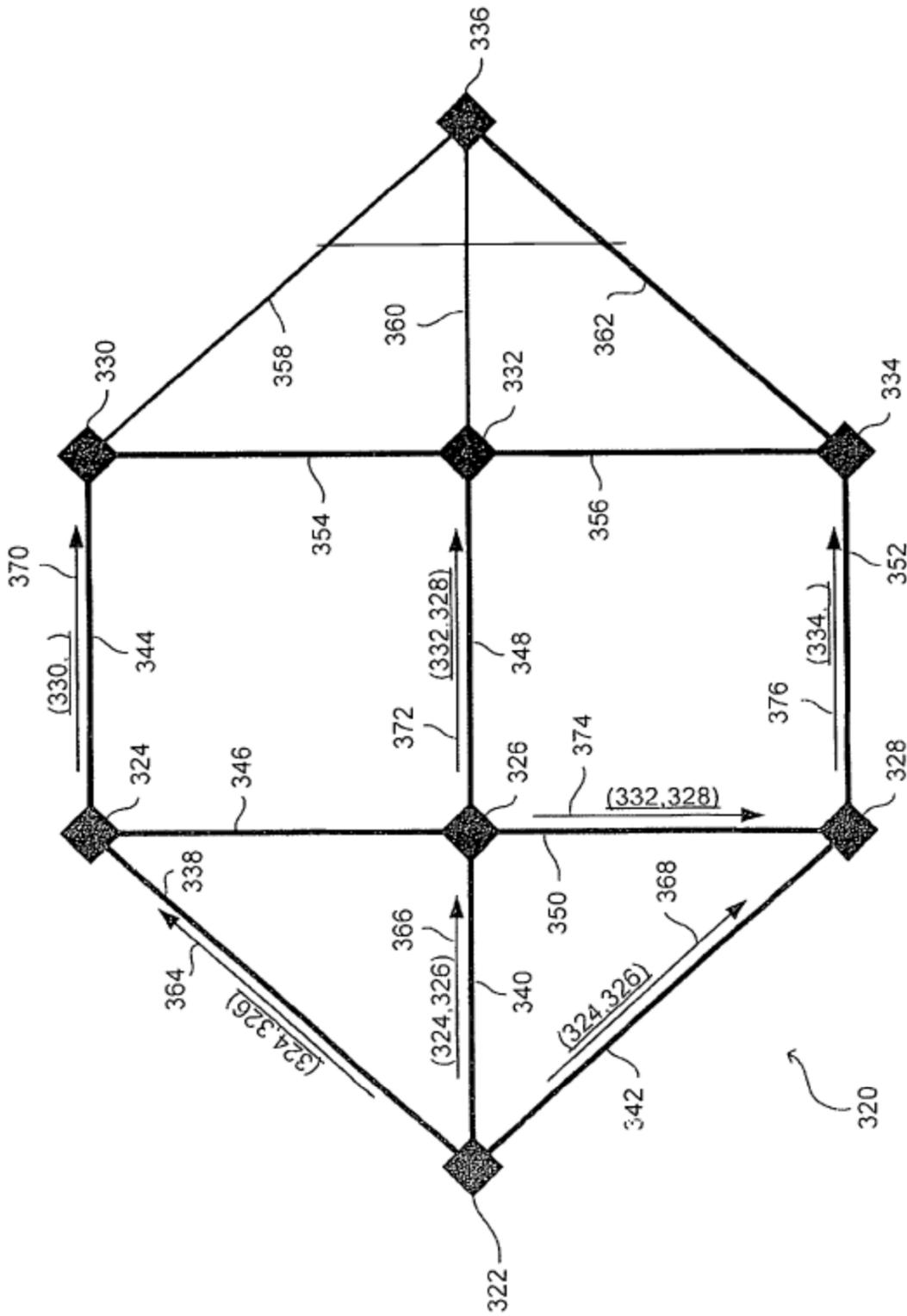


FIG. 7B

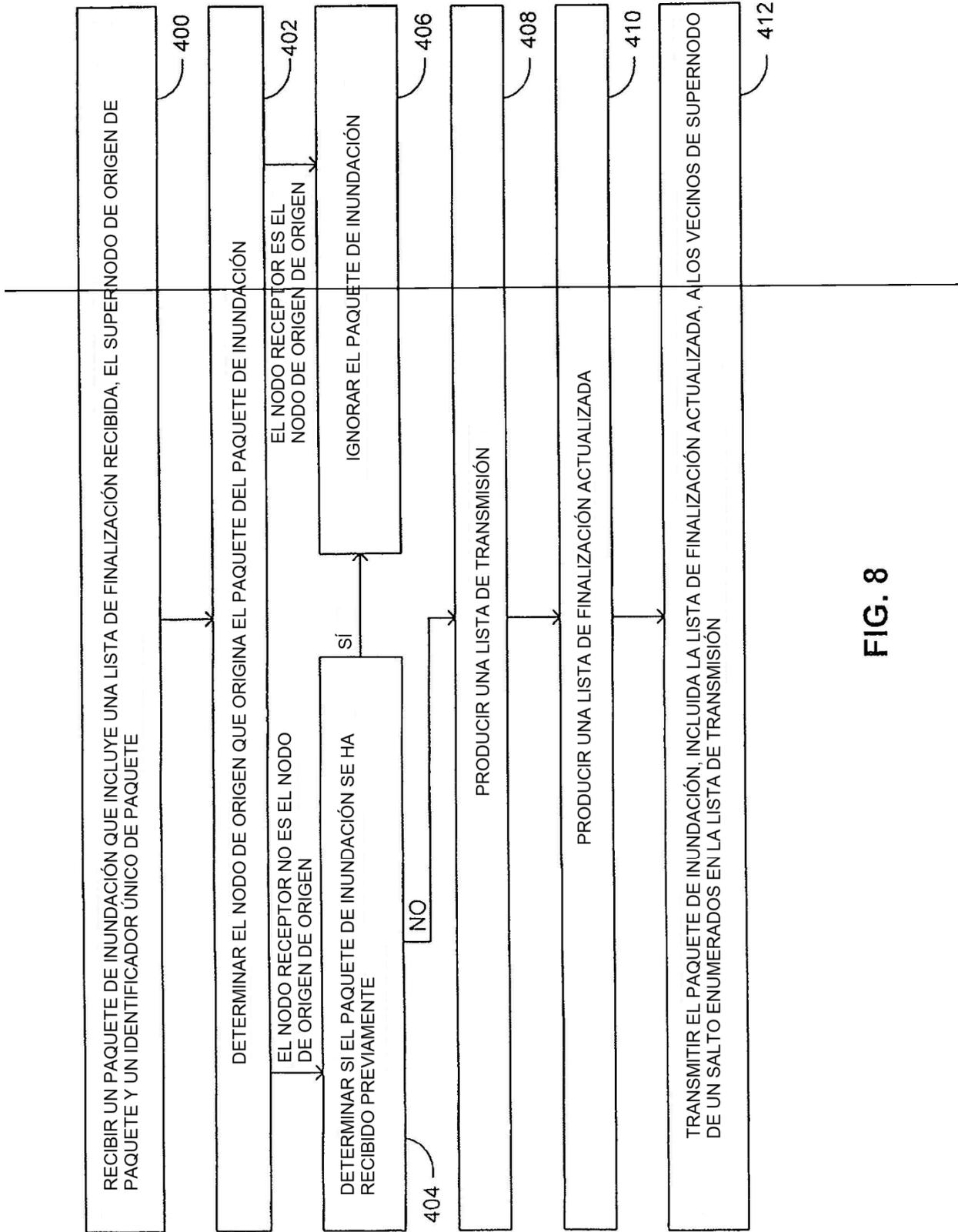


FIG. 8