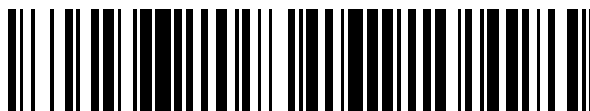


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 158**

51 Int. Cl.:

H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2013 E 13715511 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2829148**

54 Título: **Protocolo escalable para grandes WSN que tienen nodos de extremo de bajo ciclo de trabajo**

30 Prioridad:

19.03.2012 US 201261612801 P

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

11.04.2016

73 Titular/es:

**TYCO FIRE & SECURITY GMBH (100.0%)
Victor von Bruns-Strasse 21
8212 Neuhausen am Rheinfall, CH**

72 Inventor/es:

**RASBAND, PAUL BRENT y
HALL, STEWART E.**

74 Agente/Representante:

CAMACHO PINA, Piedad

ES 2 566 158 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

Protocolo escalable para grandes WSN que tienen nodos de extremo de bajo ciclo de trabajo

5 **Antecedentes de la invención**

Las realizaciones de la presente invención se refieren en general a las redes de sensores inalámbricos y se refieren más particularmente a métodos y a sistemas que implementan un esquema de salto de canal en serie-paralelo en una red de sensores inalámbricos.

10 Existen redes de sensores inalámbricos de múltiples niveles (WSN) que se distribuyen en grandes áreas geográficas. Las redes de sensores inalámbricos de múltiples niveles convencionales incluyen un nodo principal (por ejemplo, un nodo coordinador, o nodo de pasarela) que forma un primer nivel. El nodo principal está lógicamente vinculado a nodos en un segundo nivel. Los nodos en el segundo nivel pueden ser nodos de extremo o nodos repetidores. Los nodos repetidores en un segundo nivel pueden estar lógicamente vinculados a uno o más nodos de extremo que se encuentran en un tercer nivel. Toda la colección de nodos de extremo puede comprender un tercer nivel de la red. El protocolo estándar IEEE 802.15.4, Versión 2 (2006) distingue entre "nodos totalmente funcionales" y "nodos parcialmente funcionales". En otras ocasiones, los nodos se designan empleando una relación padre-hijo (por ejemplo, con el "padre" siendo un nodo totalmente funcional, tal como el nodo principal o un nodo repetidor, y el "hijo" ser un nodo parcialmente funcional, tal como un nodo de extremo). La relación entre el nodo principal y un nodo repetidor también puede denominarse como una relación padre-hijo, con el repetidor sirviendo al papel subordinado. A menudo, los nodos completamente funcionales, que sirven, o son capaces de servir como nodos padre, utilizan más altas sensibilidades del receptor y potencia de los transmisores y un mejor aislamiento de canal (es decir, mejores radios), mientras que los nodos de extremo (que casi siempre llenan el papel de los nodos niños y son mucho más numerosos en la red) utilizan radios de menor coste con un rendimiento general más pobre. La red descrita anteriormente es en general de propagación a lo largo de una gran área física. Por ejemplo, dos nodos (al menos uno de los cuales tiene un amplificador de bajo ruido y un amplificador de potencia) pueden comunicarse entre sí a una distancia de varios cientos de pies con poca dificultad y, por lo tanto, toda la red puede cubrir un área de 100.000 pies cuadrados o más, y varias plantas de un edificio. También existen topologías de red más generales en las que los distintos niveles de la red están organizados o se organizan por sí mismo en forma ad hoc, basándose en la calidad de los enlaces de comunicación entre las distintas combinaciones de pares de nodos, como se determina en las pruebas realizadas durante la formación de la red ad hoc. Independientemente de la topología de la red real, se puede afirmar que en las implementaciones WSN más prácticas, un nodo de extremo dado (por ejemplo, nivel N) se encuentra conectado únicamente a algún nodo "padre" un nivel por encima (por ejemplo, nivel N-1).

35 En general, una red de sensores inalámbricos utiliza canales o intervalos de frecuencia extendidos por todo un rango de frecuencias más amplio prescrito por medios tales como la regulación gubernamental. Por ejemplo, en los Estados Unidos, una red de sensores inalámbricos que operan en el rango de 902 a 928 MHz puede utilizar un conjunto de canales de hasta 50 en número. Por otra parte, la red utiliza esos canales en forma de "salto al azar", de tal manera que los nodos se comunican a través de un canal particular durante sólo un corto período de tiempo (por lo general unas pocas décimas de segundo), antes de saltar a otro canal. El orden de ocupación del canal es aleatorio, o aparentemente aleatorio.

45 Para muchos tipos de protocolos de comunicación (por ejemplo, el protocolo estándar IEEE 802.15.4), antes de que un nodo pueda enviar un mensaje en un canal particular, el nodo pasa un cierto (corto) período de tiempo de escucha para otros nodos que puedan estar utilizando el mismo canal. Por ejemplo, el estándar 802.15.4 utiliza específicamente un tipo de algoritmo de acceso múltiple de detección del portador - prevención de colisiones (CSMA-CA) para este proceso de "escuchar antes de hablar".

50 Sin embargo, los protocolos de comunicación convencionales utilizados con las redes de sensores inalámbricos de múltiples niveles experimentan ciertas limitaciones. Por ejemplo, un problema común a menudo se encuentra en redes de sensores inalámbricos físicamente grandes es que no puede haber dos nodos dentro de la misma red y se encuentran en dos bordes extremos del espacio físico de esa red, que necesita enviar un mensaje en el mismo momento. Si los dos nodos están demasiado separados para escuchar los mensajes de uno de los otros, los nodos pueden realizar la comprobación CSMA-CA y ambos determinan que está correcto para enviar sus respectivos mensajes. Sin embargo, cuando los dos nodos envían los mensajes, otros nodos dentro de la red (la mayoría de los cuales están situados aproximadamente entre los dos nodos de extremo) pueden escuchar los mensajes de los dos nodos de transmisión. Los dos mensajes se corrompen entre sí y, por lo tanto, los nodos en el medio no son capaces de entender bien el mensaje. Por lo tanto, los protocolos de red convencionales no son capaces de evitar la superposición de mensajes cuando no todos los nodos de la red pueden escuchar todos los mensajes de todos los demás nodos. Esto es particularmente un problema con dos nodos de extremo (en oposición a un nodo de extremo y a una pasarela o un repetidor nodos, o dos nodos repetidores, etc.), ya que los nodos de extremo tienden a tener un mínimo de hardware (por ejemplo, transceptor de radio de sensibilidad de recepción limitada, y ningún amplificador de bajo ruido (LNA), por ejemplo).

65

Otro problema general en las redes inalámbricas convencionales se refiere al hecho de que la mayoría de los nodos de extremo están alimentados con baterías, y operan con un bajo ciclo de trabajo, es decir, los nodos de extremo están en modo de espera la mayor parte del tiempo para ahorrar energía. En muchos casos estos nodos de bajo ciclo de trabajo "despiertan" solamente cuando experimentan un evento de sensor (por ejemplo, un sensor de movimiento pide al nodo que despierte). El nodo envía entonces cualquiera y todos los mensajes apropiados y luego vuelve al modo de suspensión. Esto conduce a un segundo problema, es decir, los nodos de gestión de nivel superior (nodos de repetidor y puerta de enlace) no pueden enviar mensajes de gestión de red a los nodos de extremo cuando los nodos de extremo están en modo de espera la mayor parte del tiempo, tal como, por ejemplo, qué canal está activo en ese momento. Debido a que un nodo de extremo está inactivo la mayor parte del tiempo, está sordo a los mensajes de gestión de su nodo padre en la red, y como el nodo de extremo se despierta en momentos aleatorios que dependen de eventos fuera del control de la red, el nodo de extremo no se puede seguir fácilmente el canal que la red está utilizando en cualquier punto en el tiempo. Por lo tanto, cuando el nodo de extremo se despierta, el enfoque convencional es que el nodo de extremo realice una exploración multicanal completa para encontrar el canal de la red en uso antes de enviar ningún mensaje. La exploración multicanal completa es extremadamente cara desde una perspectiva de potencia. Por ejemplo, si la red está gastando 0,1 segundos en cada uno de 50 canales en salto pseudo-aleatorios, y si el nodo de extremo explora hacia atrás en el orden de los canales, puede tomar 1 o 2 segundos para encontrar el canal activo. De acuerdo con realizaciones del presente documento, los nodos de extremo idealmente se despiertan durante sólo unas décimas de segundo, un par de veces por hora o un día para hacer la célula de tipo botón y las pequeñas baterías recargables prácticas en los nodos de extremo de la WSN. Por lo tanto, existe el problema de que los nodos de extremo, después de despertar de largos períodos de sueño, no sean capaces de encontrar rápidamente el canal activo en la red en la que los nodos de extremo se les permiten comunicarse y gastan potencia para encontrar el canal activo. Es decir, hay casos donde los nodos de extremo pasan más tiempo y potencia buscando el canal activo en las redes de salto de frecuencia que lo que gastan en realidad en enviar y recibir datos orientados a la aplicación.

Es posible que en el futuro las WSNs puedan un día contener miles, o tal vez incluso decenas de miles, de nodos de extremo. Los problemas se ven exacerbados por el gran número de nodos de extremo en una red muy grande, lo que lleva a otro problema. Los protocolos de red convencionales no son muy adecuados para soportar un gran número de nodos en una forma extensible, tal como en una forma que puede soportar teóricamente un número casi ilimitado de nodos de extremo.

Los medios estándar de evitar la colisión de mensajes en redes de sensores inalámbricos es uno de varios enfoques para "escuchar antes de hablar", tales como el algoritmo CSMA-CA del protocolo IEEE 802.15.4. En una implementación opcional (es decir, la opción de modo de baliza), el protocolo 802.15.4 permite a las grandes redes que utilizan asignación de intervalos de tiempo de canal en el cual tramas de baliza se transmiten a intervalos con el espacio de tiempo entre las tramas de baliza que se dividen en un número de intervalos de tiempo. El estándar 802.15.4 (versión 2, 2006, por ejemplo) prevé dos tipos de intervalos de tiempo - intervalos de tiempo en CAP o "período de acceso de contención" y periodos de tiempo en CFP o "período libre de contención". Este último no puede ser utilizado por cualquier nodo, a menos que el nodo coordinador de la red otorgue específicamente el acceso al intervalo de tiempo. El primero puede ser utilizado por cualquier nodo siempre que el primer nodo emplee el mecanismo anticolidión CSMA-CA. CSMA-CA y los métodos de asignación de intervalos de tiempo ayudan a gestionar la competencia entre los nodos para un ancho de banda limitado, pero no se escalan bien cuando el tamaño de una red aumenta sustancialmente (por ejemplo, por encima de unos pocos cientos de mensajes por minuto). Por ejemplo, a medida que se añaden nodos, el número de intervalos disponibles se agotará rápidamente. Además, una gran presión está colocada en el nodo principal en una gran red, y los nodos repetidores tienen un papel relativamente limitado de la mera repetición de los mensajes entre un nodo de extremo y el nodo principal. Los nodos repetidores de no logran valores de protocolo dentro de la red inmediata del nodo repetidor (sub-red). Por lo tanto, la red resultante no escala bien.

Alternativamente, si se utilizaran técnicas de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) convencionales en lugar de salto de frecuencias de espectro amplio (FHSS), como una manera de permitir que varios nodos puedan compartir la banda y aumentar la seguridad, seguirán existiendo los problemas anteriores. Los conjuntos de chips deben ser lo suficientemente diferentes (difieren en los patrones de chips suficientes) para garantizar que la extracción de bits DSSS no puede implicar informáticamente dos secuencias de chips diferentes. Hay un número finito (es decir, escasez final) de secuencias de chips DSSS autorizados, al igual que hay un número finito de canales de frecuencia disponibles en un esquema de FHSS.

Permanece la necesidad de una WSN mejorada que sea escalable para su uso con nodos de extremo de bajo ciclo de trabajo.

El documento WO 2011/056218 A2 divulga un método para localizar un nodo dentro de una red de malla inalámbrica. De este modo, un primer nodo envía un primer mensaje a un segundo nodo. El segundo nodo envía un segundo mensaje al primer nodo. Un primer tiempo transcurrido se mide desde el inicio de la transmisión del primer mensaje hasta el comienzo de la recepción del segundo mensaje. Un segundo tiempo transcurrido se mide desde el comienzo de la recepción del primer mensaje al comienzo de la transmisión del segundo mensaje. El segundo nodo envía un tercer mensaje al primer nodo que contiene el segundo tiempo transcurrido. Se calcula la distancia entre el

primer y el segundo nodo. Un nodo se puede mover dentro de una red de malla inalámbrica. La información de posición sobre el nodo y las distancias con sus vecinos se determina y se transmite al gestor de la red, donde se almacena.

5 Sumario de la invención

De acuerdo con una realización, se proporciona una red de sensores inalámbricos y un método que implementa un protocolo de salto de canal en serie-paralelo que añade canales de transferencia para proporcionar información con respecto al estado de salto de canal, lo que reduce el tiempo de búsqueda de canales requeridos para un despertar un nodo de extremo de un largo sueño. El presente protocolo se expande de manera sencilla y uniforme con un número cada vez mayor de nodos repetidores y, por lo tanto, se puede utilizar con redes que contienen un total de miles, e incluso decenas de miles, de nodos de extremo. Opcionalmente, los métodos se pueden utilizar con colecciones de secuencias de chips DSSS mutuamente ortogonales (como una alternativa a conjuntos de canales de frecuencia). De acuerdo con la invención, se describe un método para proporcionar una red de sensores inalámbricos entre un nodo principal y una pluralidad de nodos, los nodos asociados a los sensores. El método comprende definir los canales de comunicación sobre los que el nodo principal se comunica con los nodos basándose en un patrón de esquema de salto de canal, y que define al menos un canal de transferencia que se dedica a la realización de tramas de transferencia que se transmiten por el nodo principal. El método configura los nodos no inscritos que no están vinculados a la red, para entrar en una sesión de conexión mediante la sintonización al canal de transferencia para escuchar el mensaje de transferencia. El mensaje de transferencia indica un canal de comunicación activo (por ejemplo, indicando el número de canal del siguiente canal para ser utilizado en la orden de salto de la red). El método conmuta los nodos no vinculados al siguiente canal de comunicación activo que se especificó en el mensaje de transferencia, escucha una trama de baliza, y utiliza la trama de baliza (por ejemplo, normalmente al final del último byte de la trama de baliza) como una referencia de temporización para permitir que los nodos no vinculados se vinculen a la red utilizando algunas series de mensajes de petición y de respuesta intercambiados entre el nodo de fijación y el coordinador de la red, tales como los mensajes especificados en el estándar IEEE 802.15.4.

De acuerdo con ciertas realizaciones, la trama de baliza incluye, además de otros campos, los siguientes campos: a) campo del "número total de canales de transferencia" que indica cómo existen muchos canales de transferencia; b) campo de "número de canal de transferencia" que indica qué canales dentro de la red representan los canales de transferencia; y c) los campos de rango de números de acceso de prioridad que indican un rango de números de acceso de prioridad asociados a los nodos que están autorizados para comunicarse a través de la red durante una super-trama (conjunto total de todos los intervalos de tiempo) asociada a la trama de baliza.

El mensaje de transferencia incluye un campo de número de canal que indica el número de un canal de comunicaciones próximo para convertirse en activo. En los casos en que múltiples nodos principales (por ejemplo, el nodo principal y múltiples nodos repetidores) se dividen entre varios canales de transferencia, el mensaje de transferencia también puede incluir un campo para la identidad del nodo padre. En tal caso, el nodo padre, inmediatamente antes de un salto de canal, cambiaría su canal de transmisión asignado y enviaría un mensaje que proporciona su ID de nodo y el ID del canal de su siguiente salto. Todos los nodos hijos asignados o asociados a ese nodo padre irían, para enviar o recibir un mensaje, al canal de transferencia asignado al padre y esperarían un mensaje de transferencia cuyo ID de nodo coincidiera el ID del padre. Al enterarse que la transferencia de mensajes desde su padre, el nodo hijo salta inmediatamente al canal especificado por el mensaje de transferencia. El mensaje de transferencia también puede incluir el ID de la red para permitir un movimiento o, a veces mover el nodo para comunicarse con múltiples nodos padre, a su discreción, con la seguridad de que cada uno de estos nodos padre está asociado a la misma red a la que el movimiento o a veces el nodo móvil se une anteriormente. El mensaje de transferencia también puede incluir el ID de red y el ID del nodo padre en el caso de mover los nodos primarios (es decir, los nodos primarios se están moviendo y los nodos hijos y/o nodos de extremo están en ubicaciones físicas fijas de forma permanente o temporal), permitiendo así que los nodos hijos se comuniquen con la red (nodo principal) de una manera oportunista (es decir, cuando un nodo repetidor móvil se encuentra cerca). El método incluye el uso de la trama de baliza, en los nodos de extremo no vinculados y en los nodos de extremo vinculados, para llevar a cabo la programación de baliza libre de colisiones. El método comprende además la utilización de las tramas de baliza en un método de detección de portador de múltiple acceso - prevención de colisiones (CSMA-CA). El método comprende además la definición de al menos dos canales de transferencia, el nodo de transferencia que transmite tramas principales alternativamente por encima cada uno de los canales de transferencia, o por un canal de transferencia seleccionado al azar de un grupo de opciones de canal de transferencia en el caso en que se hayan designado dos o más canales como canales de transferencia. El método comprende además hacer que cada nodo secundario salte a un siguiente canal de comunicaciones activas designado por su nodo padre en el mensaje de transferencia de ese nodo padre y, a continuación, esperar una trama de baliza en el nuevo canal activo.

El método en el que el esquema de salto de canal es bajo la dirección del nodo principal. El método en el que se define un primer canal de transferencia para su uso entre el nodo principal y otros nodos padre, y un segundo canal de transferencia distinto se define para su uso entre los otros nodos padre (no principales) y sus respectivos nodos hijo. El método en el que cada nodo padre se le asigna su propio canal de transferencia, o un canal de transferencia en particular designado para uso como nodo padre, por el nodo principal en el momento en el que el nuevo nodo

padre (por lo general un repetidor) está asociado a la red, o en un posterior mensaje de configuración de nodo repetidor desde el nodo principal. El método en el que el mensaje de transferencia indica un canal de comunicaciones activas o conjunto de canales asociados a una siguiente super-trama que se inicia por una trama de baliza. El método en el que la definición incluye definir el nodo principal en un primer nivel, los nodos repetidores en un segundo nivel y los nodos de extremo en un tercer nivel, cada nodo de extremo está asociado a uno de los nodos repetidores en una relación padre-hijo, el método además comprende proporcionar números de acceso prioritario (PA) a los nodos repetidores/precursores en el segundo nivel, y hacer que los nodos de extremo hereden el número de PA del nodo repetidor asociado, o hereden un número de PA que es una función del número de PA del nodo repetidor asociado, utilizando los números de PA para controlar el acceso a la red.

El método en el que el nodo principal y cada uno de los nodos principales adicionales utilizan un único canal de transferencia, o se dividen entre dos o más canales de transferencia por el nodo principal como parte del proceso de configuración y conexión de la red del nodo padre. Cada padre utiliza su respectivo canal de transferencia para enviar un mensaje de transferencia a todos los nodos hijos de monitorización para indicar su ID de nodo y el ID del canal de su siguiente salto de canal en el esquema de salto aleatorio o pseudo-aleatorio. El nodo padre posteriormente salta al siguiente canal y, sin necesidad de enviar una trama de baliza, escucha un mensaje desde un nodo padre o hijo durante algún período de tiempo antes de cambiar al canal de transferencia de nuevo para indicar el canal siguiente en el orden de salto.

El método en el que un nodo de extremo o padre nodo (repetidor) no unido escanea de forma aleatoria a través de los canales de escucha para tramas de transferencia de cualquier nodo padre, y usa un criterio o criterios predeterminados (por ejemplo, intensidad de la señal recibida por encima de un umbral o máxima intensidad de la señal recibida entre varios valores de resistencia), selecciona un nodo padre a través del cual se tratará de conectarse a la red, y posteriormente pasa al canal indicado en el mensaje de transferencia del padre seleccionado (alta fuerza de la señal) para enviar un mensaje de solicitud de conexión a la red al nodo padre seleccionado.

El método en el que se elige el número de canales de transferencia y la duración de las tramas de transferencia para asegurar que, en promedio, el uso de la red total de los canales de transferencia es esencialmente el mismo que el uso de la red de los canales de no transferencia (secuencia de salto), para evitar el uso excesivo de los canales de transferencia de la red.

El método en el que se utiliza un conjunto de conjuntos/secuencias de chips mutuamente ortogonales de espectro disperso de secuencia directa (DSSS) en una sola frecuencia de onda portadora constante (canal), como una alternativa al salto de canal de frecuencia a canal de frecuencia, de una manera en la que los saltos de frecuencia son reemplazados por cambios del conjunto de chips DSSS ("saltos" del conjunto de chips), y en el que uno o unos pocos de estos conjuntos de chips están reservados para los mensajes de transferencia, lo que permite variaciones basadas en DSSS de todas las aplicaciones descritas en este documento para el salto de frecuencia basado en la gestión del cambio de canal y el seguimiento de la red por los nodos del ciclo de potencia normal. El método en el que los conjuntos de chips DSSS se cambian periódicamente de acuerdo con un esquema de selección de conjunto de chips DSSS (según algún patrón de tiempo, o sin temporización o patrón discernible) y en el que dicho cambio es anunciado previamente usando una o unas pocas secuencias de chips DSSS "mensaje de transferencia" preseleccionadas para anunciar los próximos conjuntos/secuencias de chips que se utilizarán para los mensajes de datos de la red regular.

De acuerdo con la invención, una red de sensores inalámbricos comprende un nodo principal. El nodo principal está configurado para definir canales de comunicación sobre los cuales el nodo principal se comunica con los nodos basándose en un esquema de salto de canal aleatorio o pseudo-aleatorio y para definir al menos un canal de transferencia que se dedica a la realización de tramas de transferencia que se emiten mediante el nodo principal. El nodo principal está configurado para transmitir las tramas de transferencia, cada una de las cuales indica un canal de comunicación activo, y está configurada para transmitir una trama de baliza a través del canal de comunicación activo y los nodos no inscritos asociados a sensores. Los nodos no inscritos no están unidos a la red. Los nodos no inscritos están configurados para entrar en una sesión de conexión mediante la sintonización del canal de transferencia para escuchar el mensaje de transferencia. Los nodos no inscritos están configurados para cambiar al canal de comunicación activo y escuchar la trama de baliza. El nodo no inscrito está configurado para utilizar la trama de baliza como referencia de tiempo para permitir que el nodo no inscrito se una a la red.

De acuerdo con realizaciones del presente documento, los nodos de extremo se despiertan durante sólo unas décimas de segundo, un par de veces por hora o día para hacer pequeñas baterías de tipo botón y recargables prácticas en nodos de extremo WSN.

Opcionalmente, un nodo de extremo se conecta a la red usando un nodo padre/repetidor particular, pero no está asociado de forma permanente al nodo repetidor, y en el que después de descansar en un estado de conservación de energía (reposo) durante un período de tiempo, el nodo de extremo se despierta y explora una lista de canales de transferencia (canales de frecuencia para el salto de frecuencia y las secuencias de chips DSSS para redes basadas en DSSS), cuyos canales de frecuencia o secuencias de chips que previamente se han aprendido durante el proceso de conexión de red, y en el que el nodo de extremo se comunica con el nodo principal a través del mejor

nodo (la más alta intensidad de la señal) padre/repetidor que puede o puede no ser el mismo nodo por el cual el nodo extremo se ha unido originalmente a la red. Opcionalmente, el nodo de extremo utiliza un método de este tipo (es decir, la comunicación con el nodo principal a través de los diferentes nodos padre/repetidores) para mantener la comunicación con el nodo principal mientras se mueve físicamente a través de un espacio cubierto por un número de nodos repetidores (muy separados).

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra una red de sensores inalámbricos de múltiples niveles (MT WSN) formada de acuerdo con una realización.

La figura 2 ilustra un método o protocolo de salto de canal formado de acuerdo con una realización.

La figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un nodo utilizado de acuerdo con una realización.

La figura 4 ilustra el formato de la trama de baliza transmitida desde el nodo principal de acuerdo con una realización.

La figura 5 ilustra un proceso de ejemplo para la gestión de la unión de los nodos de acuerdo con una realización.

La figura 6 ilustra un método implementado de acuerdo con una realización alternativa para la gestión de las comunicaciones de red.

La figura 7 ilustra un método o protocolo de conmutación de secuencia de chips DSSS formado de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

La figura 1 ilustra una red de sensores inalámbricos de múltiples niveles (MT WSN) 100 formada de acuerdo con una realización. La MT WSN 100 incluye un nodo principal 101, tal como un nodo coordinador o nodo de pasarela que define un primer nivel 102. El primer nivel 102 está vinculado a un segundo nivel 104 que incluye los nodos padre (por ejemplo, repetidores) 103. Algunos o todos los nodos 103 en el segundo nivel 104 están lógicamente, unidos a uno o más nodos hijo (por ejemplo, de extremo) 105. Los nodos 101, 103 y 105 forman enlaces inalámbricos de nodo a nodo. Opcionalmente, los nodos repetidores pueden estar lógicamente vinculados entre sí. Opcionalmente, el segundo nivel puede incluir uno o más nodos de extremo con vinculación al nodo principal 101 y no hay otros enlaces a otros nodos. Toda la colección de los nodos hijo 105 define un tercer nivel 106 de la red 100. Opcionalmente, más de tres niveles se pueden utilizar si se utilizan repetidores en más de un nivel (es decir, existen enlaces entre niveles de repetidor a repetidor).

En esta descripción, "lógicamente enlazado" se refiere al hecho de que los dos nodos en los extremos respectivos del enlace de nodo a nodo están escuchando específicamente los mensajes que contienen un número de identificación del nodo opuesto en el enlace. Por ejemplo, un nodo padre 103A está escuchando los mensajes enviados por un nodo hijo 105B, y el nodo hijo 105B está escuchando mensajes de un nodo padre 103A. La red descrita anteriormente es en general de propagación a lo largo de una gran área física. Por ejemplo, dos nodos (al menos uno de los cuales tiene un amplificador y un amplificador de potencia de bajo ruido) pueden comunicarse entre sí a una distancia de varios cientos de pies a una velocidad de datos de 10 o incluso 100 kbps con poca dificultad y, por lo tanto, toda la red puede cubrir un área de 100.000 pies cuadrados (9290 m²) o más, y varias plantas de un edificio.

La red y los métodos descritos en este documento pueden ser administrados utilizando un espectro de salto de frecuencia amplia (FHSS) y/o un espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS). DSSS es una técnica en la que una señal de datos se multiplica por un código de ensanchamiento de ruido pseudo-aleatorio. Por ejemplo, el código de ensanchamiento en lenguaje binario de un "1" puede ser de 10 chips de longitud ("0011001101"), y estos 10 chips en este orden constituyen un "conjunto de chips" o "secuencia de chips". El receptor está configurado para filtrar este chip particular situado entre lo que aparece como ruido blanco transmitido. En DSSS, los conjuntos de chips específicos pueden ser utilizados para la comunicación de mensajes (tales como mensajes de datos y mensajes de transferencia), y los conjuntos de chips se pueden alternar mediante el nodo principal 101 y/o un nodo padre 103 de acuerdo con un esquema de selección de conjunto de chips DSSS.

Tal como se usa en este documento, "canal" y "salto de canal" se utiliza en ambos métodos FHSS y DSSS. Un "canal" en FHSS se define por la frecuencia y el "salto de canal" en FHSS implica frecuencias de conmutación, mientras que en DSSS, "canal" se refiere a un conjunto/secuencia de chips, y "salto de canal" implica cambiar los conjuntos/secuencias de chips (dentro de una sola frecuencia de onda portadora constante).

Cuando un dispositivo habilitado de nodo/radio inalámbrico desea comunicarse a través de una red inalámbrica, primero debe determinar qué frecuencia específica y, potencialmente, qué conjunto de chips DSSS (espectro de secuencia directa propagación), entre las distintas posibles alternativas permitidas, se está utilizando. Esto es cierto si (1) el nodo nunca ha utilizado la red y no es un miembro de la red y en la actualidad está tratando de añadirse o "unirse" a la red mediante el paso de credenciales y controles de seguridad, o (2) el nodo se unió previamente a la red y es miembro de la red. El proceso de búsqueda de la red (es decir, la determinación del canal de frecuencia utilizado en la actualidad o conjunto de chips DSSS basados en el "canal") para permitir la comunicación con otros

5 nodos de la red, que se denomina aquí como "vinculación" a la red. Si el nodo lo ha hecho en el pasado, en particular en el caso de que el nodo se haya unido previamente a la red, el nodo puede "volver a vincularse a" la red. Es decir, "vinculándose" o "volviendo a vincularse a" una red significa determinar qué canal FHSS o canal DSSS (conjunto de chips) está actualmente activo. "Conexión" a una red, en el uso común del término, significa unirse oficialmente una red que pasa por todos los requisitos de seguridad y regulación de los miembros necesarios. Tal como se usa en este documento, "vincular a" una red puede referirse en general a un nodo que se une a una red, ya sea "conectarse" a la red por primera vez o "volver a vincularse" o volverse a conectar a la red.

10 El término "activo", cuando se refiere a los canales de comunicación, puede referirse al canal de comunicaciones (ya sea el canal de frecuencia o conjunto de chips DSSS) sobre el cual o por el cual un nodo principal o repetidor está enviando actualmente una trama de baliza y escucha los mensajes de otro nodo repetidor o nodos de extremo.

15 Los términos "nodo principal" y "coordinador de la red" se utilizan como sinónimos. El coordinador de la red es siempre el nodo principal. Otros nodos, tales como nodos repetidores o incluso nodos de propósito especial (que no se mencionan expresamente en esta memoria) pueden enviar tramas de baliza y ser canales de transferencia asignados, pero estos otros nodos no son coordinadores de la red - sólo lugartenientes en su propio rincón de la red - y su configuración y función se definen en última instancia por el coordinador de la red.

20 El nodo principal 101 representa una puerta de enlace entre una sub-red, compuesta por el segundo y tercer niveles 104 y 106, y unos anfitriones 107. Los anfitriones 107 representan una red exterior 108 que interactúa con diversos componentes, dispositivos y otros elementos asociados a los nodos padre y secundarios 103 y 105 de la red inalámbrica de sensores 100 a través del nodo principal 101 de la puerta de entrada, como se muestra en la figura 1. El nodo principal 101 puede servir como un puente de protocolo entre la red externa y la sub-red (es decir, la red externa puede estar usando un cable Ethernet, Wi-Fi, o algún otro protocolo de red de ancho de banda relativamente alto, con un mecanismo de transporte convencional, tal como TCP, mientras que la sub-red puede estar utilizando un protocolo inalámbrico 802.15.4 o similar, tal vez con un mecanismo de transporte como UDP, sólo como un ejemplo).

30 El nodo principal 101 funciona como una puerta de entrada para la sub-red (por ejemplo, en los niveles 2 y 3) que se compone de los nodos repetidores y los nodos de extremo (es decir, la red de sensores inalámbricos de varios niveles). Los anfitriones 107 en la red exterior 108 interactúan con los elementos de la red de sensores inalámbricos a través de la pasarela (nodo principal), como se muestra en la figura 1.

35 La figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un nodo 300 utilizado de acuerdo con una realización. El nodo 300 comprende una pequeña placa de circuito que aloja un transceptor de radio 304 y un microprocesador 302 (ya sea integrado en un chip, o puesto en práctica como dos chips separados), una batería 310, y un circuito de alimentación 312. Una antena 320 está acoplada a un circuito analógico 322 correspondiente. Un sistema sensor o de detección periférica 316 puede estar incluido opcionalmente que enviar las entradas al microprocesador 302. Los sistemas de detección pueden incluir sensores de temperatura, sensores de presión, sensores de movimiento, acelerómetros de 40 3 ejes, sensores químicos o matrices de sensores químicos (por ejemplo, "narices electrónicas"), sistemas de detección de AM-EAS o RF-EAS o etiquetas RFID, o incluso un procesador separado, que define un evento virtual al producirse una colección de eventos reales, cada uno de un tipo predefinido, intensidad, o superior a un determinado umbral. Un ejemplo de este último podría ser un procesador DSP conectado a un sistema de vigilancia de vídeo. Estos se licitarán como ejemplos de sistemas de sensores y debe entenderse que esta lista es de ninguna manera exhaustiva. La entrada desde el sensor 316 puede "despertar" el microprocesador 302 para iniciar una sesión de "informe", tal como para transmitir datos de los sensores detectados por el sensor 316 a través del 45 transceptor de radio 304 en la red 100.

50 El transceptor 304 puede tener una memoria que almacena múltiples conjuntos de chips para su uso en la técnica DSSS. Los conjuntos de chips se pueden almacenar en la memoria en firmware y/o software. Para saltar a un nuevo canal, el procesador 302 puede estar configurado para mandar al transceptor 304 para cambiar a un canal específico. El transceptor 304 recupera entonces la información sobre el nuevo canal de su memoria, tal como la frecuencia en FHSS o la secuencia específica de los chips que componen el chip seleccionado situado en DSSS.

55 Por lo general, los nodos del nivel 1 y del nivel 2 están a menudo equipados con amplificadores de potencia 306 (de transmisión) y amplificadores de bajo ruido 308 (de recepción) para aumentar el alcance físico de los enlaces inalámbricos. El nodo principal (nodo de nivel 1) también contiene una interfaz de red por cable 318 (tal como un puerto Ethernet y chip conductor) o una segunda radio 320 para un enlace inalámbrico a otra red (exterior) (por ejemplo, interfaz WiFi). Los nodos principal, repetidor y de extremo 101, 103, 105 pueden tener la totalidad o parte 60 de la estructura del nodo 300.

65 Las realizaciones implican un protocolo de salto de canal en serie-paralelo (protocolo de salto de frecuencia o protocolo de cambio de secuencia de chip DSSS), o un método que utiliza canales de transferencia para proporcionar información sobre salto de canal de estado (estado de la frecuencia o estado de la secuencia de chips DSSS), reduciendo de este modo el tiempo de exploración de búsqueda de canal/secuencia de chip requerido para un nodo de extremo para vincularse a la red una vez despertado de un modo de espera. El protocolo de salto de

canal es capaz de ampliar de forma sencilla y de manera uniforme con un número cada vez mayor de nodos repetidores, ya que cada nodo repetidor recién añadido puede comandar su propio canal o canales de transmisión, y por lo tanto se puede utilizar con redes que contienen un total de miles e incluso decenas de miles de nodos de extremo. La naturaleza "serie-paralelo" de la red se debe al hecho de que, desde una perspectiva temporal, cada repetidor con su conjunto de subordinación de los nodos hijo representa una "rama", y la comunicación dentro de las distintas ramas se produce en diferentes canales (diferentes canales de frecuencia o diferentes secuencias de chips) en cualquier momento en el tiempo y, por lo tanto, puede ocurrir simultáneamente (es decir, en paralelo). La expansión de una red también puede producirse por un nuevo nodo repetidor que se une a un nodo repetidor existente, creando así una nueva rama unida a una rama más antigua. Los mensajes que se desplazan hasta la nueva rama pueden esperar al aire libre antes de ser transmitidos a la rama antigua, y en este caso la red tiene una característica de serie-escalar a medida que se añaden nuevos nodos. Para entender cómo el método podría dar cabida a un número cada vez mayor de repetidores, se consideran los siguientes ejemplos. Debe tenerse en cuenta antes de describir estos ejemplos, que un canal dado (canal de frecuencia o canal de conjunto de chips) puede ser utilizado como a) un canal de transferencia mediante un nodo padre (nodo principal o nodo repetidor), y b) una comunicación regular (salto) de canal para todos los demás nodos padre. De acuerdo con realizaciones del presente documento, un CSMA-CA u otro algoritmo de anticollisión "escuchar antes de hablar" se puede emplear antes de todas las transmisiones (mensaje de baliza, mensaje de transferencia, y cualquier otro tipo de mensaje).

En un primer ejemplo (un ejemplo de salto de frecuencia), hay diez nodos padre/repetidores y un nodo principal. El nodo principal está utilizando el canal 49 (el último canal) como su canal de transferencia. Cuando el primero padre/repetidor (Re1) se conecta primero a la red, el nodo principal elige al azar uno de los canales como canal de transferencia asignado a Re1 para todas las comunicaciones Re1 con los futuros nodos hijo de Te1. Del mismo modo, Re2, Re3, ...Re10 se asignan a canales de transferencia de la reserva total de canales disponibles (0, 1, ..., 49) de acuerdo con los criterios propios del nodo principal. Estos criterios pueden ser simplemente "escoger al azar de los canales 0, 1, ..., 49 con igual probabilidad para cada canal", o también se puede incluir menor probabilidad o cero para los canales menos deseables (por ejemplo, canales ruidosos o canales a menudo utilizados por competir redes, como se determina mediante pruebas de detección de energía separadas en canales individuales llevadas a cabo por el nodo principal). Los criterios también pueden garantizar que no hay ningún canal que se utiliza como canal de transferencia para dos nodos antes de que cada canal haya sido utilizado para la transferencia de por lo menos un nodo (por ejemplo, una distribución uniforme de la asignación de nodo a través de los canales).

En un segundo ejemplo de salto de frecuencia hay 49 repetidores. Usando el razonamiento descrito anteriormente, el nodo principal puede asignar al azar los canales, de tal manera que, después de que cada uno de los repetidores se hayan unido a la red, cada uno de los 50 canales disponibles sirvió como canal de transferencia, ya sea para el nodo principal o para un (y sólo un) repetidor.

En un tercer ejemplo de salto de frecuencia (una situación algo extrema), hay 199 repetidores. En este caso, cada canal puede ser utilizado como canal de transferencia para cuatro repetidores diferentes. Cada repetidor envía un mensaje de transferencia antes de cada salto, por lo que, en promedio, durante el intervalo de tiempo que corresponde a una permanencia de canal (un periodo de tiempo de super-trama), cada canal verá cuatro tramas de transferencia (de cuatro repetidores diferentes) además de la mensajería normal hacia y desde cualquiera de los otros repetidores que utilizan ese canal como uno de la lista de canales de salto de frecuencia. Por supuesto, en una gran red de este tipo, en cualquier momento dado, la mayoría o todos los canales podrían estar en uso mediante el nodo principal y los distintos repetidores. Por ejemplo, el repetidor 27 podría estar hablando con el nodo principal, los repetidores 8, 56, y 184 podría estar enviando tramas de transferencia en sus respectivos canales de transferencia, y la mayoría de los repetidores restantes pueden estar escuchando en cualquiera de los 50 canales (el que tenga el salto más reciente) para los mensajes de otro nodo. El escalado "serie-paralelo" de la red se refiere al hecho de que la red está utilizando realmente todos los canales disponibles en el mismo momento, con un volumen aproximadamente igual de tráfico, cuando la red crece en tamaño - tanto en anchura (número de repetidores en un nivel determinado de la red) y en profundidad (capas de repetidores o niveles de la red).

Otros ejemplos pueden usar un único canal de frecuencia y un gran conjunto de conjuntos de chips DSSS para realizar la misma escala de la red en serie-paralelo utilizando la técnica DSSS. También hay que señalar que esta escala de red en serie-paralelo puede realizarse en dimensiones adicionales si el salto de frecuencia y el desplazamiento de secuencia de chips DSSS se implementan juntos. Por ejemplo, uno puede tener una gran red en serie-paralelo con muchos repetidores en la red, todos con salto de frecuencia y una única secuencia de chips constante. Mientras tanto, otra red igualmente grande puede estar usando el mismo esquema de salto de frecuencia (idéntico en todos los aspectos al primero), pero para los que la secuencia de chips DSSS de esta segunda red difería suficientemente de la primera para garantizar que ningún mensaje se mezcle entre las redes.

La figura 2 ilustra un método de salto de canal o protocolo formado de acuerdo con una realización. El método o protocolo ilustrado en la figura 2 se puede utilizar en técnicas FHSS y/o DSSS. Por ejemplo, si se utiliza un protocolo de salto de frecuencia, DSSS puede implementarse también para proporcionar mayor seguridad y operatividad entre la red. Inicialmente, una red se crea de acuerdo con un patrón predeterminado, como por ejemplo en la forma prescrita en los estándares IEEE 802.11, 802.15.2, 802.15.3, 802.15.4 y similares. Para crear una red, en 202, el nodo principal 101 puede buscar redes existentes sobre un conjunto de canales que el nodo principal 101 desea

utilizar. Los canales pueden ser canales de frecuencia de acuerdo con un protocolo de salto de frecuencia o de conjuntos de chips de acuerdo con un protocolo de conmutación del conjunto de chips DSSS. En 202, después de determinar que una nueva red puede crearse, el nodo principal 101 selecciona un número de identificación de red. El nodo principal 101 define un grupo de canales de comunicación y define uno o más "canales de transferencia". El nodo principal 101 soporta/define uno o más "canales de transferencia" que representan canal(es) que se utiliza(n) sólo para comunicar parámetros de salto y de seguridad a los nodos padre e hijo 103 y 105 y nodos 107 fuera de la red. No hay otros mensajes de gestión de red o paquetes de datos que se transmiten en los canales de transferencia mediante el nodo 101, de modo que los canales de transferencia se designan específicamente únicamente para la transferencia de información en lo que se refiere al nodo 101.

Por ejemplo, en una técnica FHSS, la red 100 puede utilizar 50 canales en un esquema de salto de frecuencia (por ejemplo, canales 0 a 49), desde los que un subconjunto de canales de frecuencia, por ejemplo, dos canales (por ejemplo, canales 48 y 49), se están usando como canales de transferencia. En otro ejemplo, la red 100 puede utilizar 50 canales en un esquema de conmutación del conjunto de chips DSSS, donde los 50 canales se definen por 50 conjuntos de chips diferentes. Cada conjunto de chips puede incluir, en un contexto binario, dos secuencias únicas de 10 chips, una secuencia que codifica para "1" y el otro para "0". Durante el funcionamiento, la red 100 puede cambiar entre los 50 canales/conjuntos de chips, y un subconjunto de conjuntos de chips se utilizan como canales de transferencia. En 204, el nodo principal 101 determina los parámetros de funcionamiento.

En 206, el nodo principal conmuta/salta a un canal de transferencia seleccionado (canal de frecuencia o conjunto de chips) y transmite una trama de transferencia que da un ID de canal de un canal de comunicaciones siguiente en la secuencia de saltos de canal. En un protocolo FHSS, el siguiente canal de comunicaciones puede ser el siguiente canal de frecuencia sobre el que se comunicará el nodo principal. En un protocolo DSSS, el siguiente canal de comunicación puede ser el siguiente conjunto de chips DSSS que se utiliza para comunicar mensajes, y el siguiente canal de comunicaciones puede ser mutuamente ortogonal al canal de comunicaciones activas mientras se usa el mismo canal de frecuencia. Opcionalmente, el nodo principal puede incluir, en la trama de transferencia, el ID del nodo principal y el ID de la red.

En 208, el nodo principal se conmuta/salta al siguiente canal de comunicaciones especificado en la trama de transferencia 206. En 210, el nodo principal determina si se está utilizando balizamiento. Si no fluye, se mueve a 214. Si es así, el flujo se mueve a 212. En 212, el nodo principal crea y envía una trama de baliza mediante el canal de comunicaciones "siguiente" (que ahora es el canal de comunicación activo actual) designado en la trama de transferencia 206.

En 214, el nodo principal escucha y procesa los mensajes recibidos por el canal activo de comunicaciones actual. En 216, el nodo principal determina si ha transcurrido un tiempo máximo de permanencia de canal. Si no es así, el flujo vuelve a 214, donde el nodo principal sigue escuchando. Si ha transcurrido el tiempo máximo de permanencia, el flujo se mueve de 216 a 206, y el proceso se repite.

En 206 a 216, el nodo principal comienza saltando a través de una lista aleatoria o pseudo-aleatoria de canales, usando el canal de transferencia para informar a los nodos de escucha con respecto a la identidad del siguiente canal de comunicaciones. El comportamiento del nodo principal y sus nodos hijo con respecto a cómo se utilizan los intervalos de tiempo (cuyos intervalos de tiempo se utilizan en total, y si están disponibles para la contención o el uso sin contención, su duración, número, etc.) se pueden prescribir mediante los diversos campos de la trama de baliza, tal como se define en protocolos estándar, tales como IEEE 802.15.4. Como se muestra en la figura 2, el nodo principal no escucha los mensajes que se le envían al sintonizar un canal de transferencia. Los canales de transferencia son de comunicación unidireccional (desde el nodo principal para cualquier nodo de escucha) para informar a los nodos de escucha acerca de qué lado utilizará el canal (canal de frecuencia o conjunto de chips DSSS) para la comunicación de dos vías. El procesamiento de los mensajes recibidos que se menciona en la etapa 214 de la figura 2 puede incluir cualquier número de mensajes de petición y de respuesta transmitidos entre el nodo principal y el nodo padre o hijo relevante, y la transformación de ese mensaje aún puede iniciar mensajes con otros nodos (tercera parte) y los huéspedes de la red externa.

Cabe señalar que las realizaciones en el presente documento ofrecen una gran utilidad mediante el uso de canales de transferencia como una solución al problema de sincronización que existe generalmente entre los nodos padre e hijo. Por ejemplo, sin el uso de canales de transferencia, un nodo secundario generalmente se programa para saltar/conmutar de canal a canal (si el canal de frecuencia o conjunto de chips DSSS) en un orden predeterminado (pseudo-aleatorio) de acuerdo con una programación de tiempo. Los nodos principales y secundarios serán capaces de comunicarse entre sí en caso de mantener la sincronización de temporización con respecto a estos saltos de canal. Esto en muchas implementaciones ha inspirado el uso de enfoques de temporización PLL compleja (fase de bloqueo de bucle) que no son prácticos si el nodo hijo debe dormir durante largos períodos de tiempo para reducir la potencia. Cuando se utilizan uno o múltiples canales de transferencia, el nodo hijo sólo necesita escuchar en un canal de transferencia durante un breve período de tiempo (generalmente no más largo que el período de tiempo de uno o unos pocos pozos de canal o "intervalos de frecuencia de salto" en un protocolo FHSS). No se requiere una sincronización de tiempo entre los nodos principales y secundarios. De hecho, el nodo padre puede de vez en cuando usar el tiempo extra trabajando en un canal (es decir, llegar tarde en el salto/conmutación al siguiente canal)

sin grave impacto en las comunicaciones entre los nodos principales y secundarios. Es decir, el niño simplemente continúa esperar y escuchar en el canal de transferencia hasta que la información llega con respecto al siguiente canal de comunicación, sin importar el tiempo que se tarda en obtener esa información. Por supuesto, en tal situación, puede ser deseable tener un temporizador de tiempo de espera que asegure que el nodo hijo no esperó minutos o horas en un canal de mala transferencia (por ejemplo, en el caso de un canal de transferencia de ruido, o si el nodo padre falló, etc.) y, por lo tanto, evitar la descarga de la batería.

En cuanto al comportamiento del nodo principal en relación con la figura 2, la red puede utilizar super-tramas que comienzan con cada trama de baliza (etapas 210 y 212 de la figura). Un coordinador de la red dedicada (por ejemplo, el nodo principal 101) coordina la transmisión dentro de super-tramas mediante la transmisión de las tramas de baliza a intervalos predeterminados (por ejemplo, intervalos tan cortos como de 15 ms o tan largos como de 145 s) (etapa 216). Las super-tramas son intervalos de tiempo. El tiempo entre dos balizas se divide en intervalos de tiempo iguales independientemente de la duración de la super-trama. Los intervalos de tiempo se dividen en un período de acceso de contención (CAP) y un período libre de contención (CFP). Los intervalos de tiempo garantizados (GTS) son periodos libres de contención concatenados. En el caso en que no se utiliza ningún balizamiento, por lo general, todo el período de tiempo entre tramas de baliza comprende un único gran intervalo de tiempo de contención (etapas 214 y 216) en el que cualquier nodo puede competir por privilegios de mensajería utilizando el CSMA-CA o algoritmo de anticollisión prescrito de protocolos similares. Cuando DSSS se implementa en redes reales, una única secuencia de chip puede seleccionarse y usarse durante un período de tiempo que es relativamente largo (minutos o incluso horas) con una sola frecuencia portadora. Esta frecuencia se puede cambiar de vez en cuando (por ejemplo, cuando se convierte en un canal ruidoso). La secuencia de chips a menudo se deja sin cambios durante largos periodos de tiempo. En tales casos, un conjunto único o pequeño (conocido) de canales de frecuencia y secuencias del elemento puede utilizarse para la mensajería de transferencia, y los mensajes de transferencia pueden indicar qué salto de frecuencia y esquema de cambio de secuencia de chips está actualmente en uso, o está a punto de ser utilizado.

La figura 4 ilustra el formato de cada trama de baliza 402 transmitida desde el nodo principal 101, para una realización. En esta realización, todas las tramas de baliza se originan desde un nodo - el nodo principal (nodo coordinador de la red). La trama de baliza 402 contiene los siguientes campos. Un campo del número de bytes (No) 406 indica el número de bytes en el mensaje (por ejemplo, sin contar este primer byte). Un campo de tipo de trama (T) 407 indica un número o código que indica que el presente mensaje es un mensaje de trama de baliza. Un campo de identificador de red 408 que incluye un identificador único para distinguir la presente red de otras redes utilizando el mismo protocolo inalámbrico. Un campo de número de secuencia de baliza (BSN) 409 que incluye un recuento que se incrementa en uno con cada trama de baliza sucesiva. Un campo de código de aceptación de un nuevo miembro (AC) 410 que incluye un código que indica el tipo(s) de nodos que puede(n) conectarse a la red, y en qué circunstancias.

La trama de baliza 402 incluye, además, un campo de "número total de canales de transferencia" (TC) 411, un campo de "número de canal de transferencia" (#) 412 para cada canal de transferencia, un campo de prioridad de rango de números de acceso - número de inicio (inicio de acceso prioritario o PAS) 413, y un campo de rango de números de acceso prioritario - número de extremo (extremo de acceso prioritario o PAE) 414. El campo TC 411 indica el número de canales de transferencia. El campo TC 411 indica el número de conjuntos de chips DSSS/secuencias utilizadas para los mensajes de transferencia (en un protocolo DSSS) y/o el número de canales de frecuencia utilizados para la transferencia de mensajes (en un protocolo FHSS). El campo de número de canal 412 indica qué canales dentro de la red representan los canales de transferencia. Por ejemplo, en un esquema de salto de frecuencia, si hay tres canales de frecuencia utilizados para la transferencia de mensajes, el campo 412 incluiría los tres números de identificación de los tres canales de transferencia. Si, en un esquema de DSSS, había tres conjuntos de chips DSSS de canal de transferencia, el campo 412 incluiría los tres números que identifican esas tres secuencias de elemento de DSSS. Un número de acceso prioritario presenta un número único que se asigna por el nodo principal 101 a cada nodo repetidor 103. El campo PAS 413 y el campo PAE 414 representan un rango de números de acceso de prioridad que están autorizados a utilizar el canal de comunicación activo asociado a la presente trama de baliza. Por ejemplo, cuando una trama baliza incluye valores PAS y PAE de 10 y 20, respectivamente, esto indica que los nodos repetidores o de extremo asignados a los números de acceso de prioridad entre 10 y 20 están autorizados para transmitir mensajes en los intervalos de tiempo de la super-trama siguiente a la trama de baliza. Los nodos repetidores o de extremo con los números de acceso de prioridad por debajo de 10 o por encima de 20 no estarían autorizados para transmitir mensajes a partir de la trama de baliza actual. Esto proporciona al nodo principal un método de comunicación con una gran red de una sola pieza a la vez, lo que mejora la manejabilidad de la red y reduce la latencia de los segmentos de red de alta prioridad en grandes redes.

En otras realizaciones, las tramas de baliza pueden proceder de repetidores (cuyo escenario no debe ser confundido con el escenario en el que el repetidor simplemente retransmite o "repite" la baliza oída desde el nodo principal). El caso simple donde repetidores simplemente vuelven a enviar la trama de baliza desde el nodo principal puede servir para extender la red físicamente a las regiones en las que los nodos de extremo no pueden oír los mensajes físicos del nodo principal. Sin embargo, en el caso algo más complejo de que un repetidor pueda crear sus propias balizas, el alcance y la escala de la red pueden extenderse no sólo físicamente, sino de otras maneras. Por ejemplo, si en un

5 área física particular servida por un nodo repetidor particular hay un gran número de nodos de extremo que se convierten en inusualmente activos durante un corto período de tiempo, el repetidor puede moderar el tráfico de mensajes en esa región de la red mediante el cambio de valores PAS y PAE - es decir, reduciendo el rango de números de acceso de prioridad que pueden participar en cualquiera o todas las super-tramas que se rigen por sus propias tramas de baliza. Esto amplía la potencia de la red, dando una cierta cantidad de autonomía para los repetidores en su región de la red. En esta y en otras realizaciones que incluyen las tramas de baliza procedentes de los nodos repetidores o cualquier otro nodo separado desde el nodo principal, la trama de baliza puede incluir un campo RID (ID de repetidor) (no mostrado en la figura 4), que identifica el originador de la trama de baliza y permite que los nodos de extremo distingan las tramas de baliza procedentes de su propio repetidor y las balizas de repetidores adyacentes.

15 En cualquier momento, un nodo de extremo tendrá generalmente un nodo repetidor particular que se puede oír bien (es decir, la intensidad de señal recibida de los mensajes de ese repetidor es mayor que la de otros repetidores). En ese momento, el nodo de extremo puede ser visto para conectarse a la red "a través de ese repetidor" con la señal fuerte. Las reglas de operación de la red, que se rigen por el firmware en los nodos de forma individual y colectiva, se pueden configurar de tal manera que el nodo de extremo puede responder sólo a través de un repetidor a la vez, o bien a través de cualquier repetidor para que el que recibe la intensidad de la señal esté por encima de un cierto valor umbral (es decir, el nodo de extremo tiene múltiples puntos de unión).

20 En una realización, un nodo hijo o de extremo puede enviar un mensaje a cualquier nodo padre o repetidor (o al nodo principal de la red a través de cualquier repetidor) cuando todos los siguientes criterios se cumplen: (1) se recibe un mensaje de baliza desde el repetidor; (2) la intensidad de la señal del mensaje de baliza está por encima de un valor umbral; (3) el número de acceso de prioridad del nodo de extremo está en el intervalo (PAS a PAE) especificado por la trama de baliza; y (4) el mensaje se envía en el canal (canal de frecuencia y/o secuencia de chips DSSS) especificado por el repetidor a través de su canal o canales de transferencia en particular, utilizando los métodos generales descritos anteriormente. Varias opciones de implementación deben tenerse en cuenta aquí. En primer lugar, es posible que el nodo de extremo mantenga un número de acceso de prioridad separado y distinto para cada uno de varios repetidores que actualmente o recientemente se han conectado a la red. En segundo lugar, en los casos en que un nodo tiene capacidad para muy largos períodos de tiempo (quizás días) y en los que el número total de nodos de la red es muy grande (de decenas o cientos de miles), las realizaciones en este documento pueden implementar un algoritmo en el que un nodo selecciona al azar su propio número de prioridad de acceso en un intervalo amplio o estrecho (que es tal vez una función del tipo de nodo de extremo), en lugar de ser asignado un número de acceso prioritario al incorporarse a la red o volver a vincularse a la red después de un largo sueño.

35 En la realización más sencilla en la que todas las tramas de baliza se originan en el nodo principal, el nodo principal 101 soporta/define uno o más "canales de transferencia" que representan canal(es) que se utiliza(n) sólo para comunicar saltos de frecuencia/conjuntos de chips DSSS y parámetros de conmutación y de seguridad al repetidor y los nodos de extremo 103 y 105 y los nodos fuera de la red 107. No hay otros mensajes de gestión de red o paquetes de datos que se transmiten a través de los canales de transferencia, ya que los canales de transferencia se designan específicamente únicamente para información de transferencia. Por ejemplo, la red 100 puede utilizar 50 canales en un esquema de salto de frecuencia (por ejemplo, los canales 0 a 49), de los que un subconjunto de canales, tales como dos canales (por ejemplo, canales 48 y 49), se utilizan como canales de transferencia.

45 En implementaciones más complejas en las que los repetidores individuales pueden establecer su propio canal o canales de transmisión, los canales de transferencia serán en general diferentes del canal(es) de transferencia del nodo principal. Cada nodo (por ejemplo, el principal, y/o repetidor) capaz de crear tramas de baliza pueden utilizar sus propios canales de transferencia preanunciar el próximo canal de comunicación para cada baliza y el intervalo de mensajería de la super-trama posterior. Además, cada uno de estos respectivos nodos de baliza de origen podrá utilizar su propio canal o canales de transmisión sólo para tramas de transferencia (aunque otros nodos de baliza de origen pueden utilizar periódicamente el mismo canal (si el canal de frecuencia o secuencia de chips DSSS) para el tráfico de mensajes de super-trama normal). Este esquema es eficaz, en parte, porque los nodos pueden cada uno observar reglas de escuchar antes de hablar (CSMA-CA) del proceso antes de cada mensaje de trama de baliza, mensaje de trama de transferencia, o un mensaje regular (es decir, un mensaje enviado a un nodo particular).

50 En ciertas realizaciones, un nodo de extremo, que desea conectarse a/vincularse a la red y enviar un mensaje (por ejemplo, para el nodo principal, o algún huésped de red externa a través del nodo principal), puede hacerlo explorando primero las tramas de transferencia en particular, los canales de frecuencia y/o el uso de determinadas secuencias de chips DSSS. Como se mencionó anteriormente, en ciertas realizaciones, puede ser deseable que los implementadores de la red creen convenciones particulares con respecto a los canales que se utilizan para canales de transferencia. En las redes simples donde todas las tramas de baliza se originan desde el nodo principal, uno o dos canales en el inicio o al final del canal de frecuencia o lista de la secuencia de chips DSSS se pueden usar como los canales o secuencias de transferencia designados.

65 Sin embargo, en las implementaciones más complejas en las que muchos (o incluso todos) canales en la lista están siendo utilizados por al menos algunos de los originadores de baliza para fines de transferencia, y en el caso general

en el que el nodo de extremo está o puede estar físicamente en movimiento y, por lo tanto, no todo el tiempo asociado al mismo repetidor, al despertar de su sueño, el nodo de extremo puede tener que escanear a través de algunos o todos los canales (canales de frecuencia y/o secuencias de chips DSSS), en busca de tramas de transferencia con una buena/fuerte intensidad de señal. Cuando el nodo de extremo encuentra la mejor (o al menos una buena) señal durante la exploración, se puede observar el ID de nodo del originador de la trama de transferencia. En ese momento, gracias a un convenio particular de asignación de canal de transferencia, el nodo de extremo puede también conocer, sin ser dicho, qué otros canales están siendo utilizados por dicho originador de baliza particular como canales de transferencia. Alternativamente, el nodo de extremo puede usar un canal de transferencia con el proceso definido previamente para enviar un mensaje al originador de baliza solicitando la especificación de los otros canales de transferencia utilizados por el emisor. Alternativamente, el nodo de extremo puede determinar simplemente usar el canal de transferencia y olvidar cualquier otro canal de transferencia que podría estar en uso por el originador. Esta última convención puede dar lugar a periodos de espera más largos cuando el nodo de extremo se asienta en el canal de transferencia conocido de espera para que la trama de transferencia llegue mientras el originador de baliza se mueve a través de su lista de canales de transferencia, de uno en uno, enviando mensajes de transferencia.

Opcionalmente, la trama de baliza puede aumentarse con un campo adicional que indica el siguiente canal de transferencia a utilizar por el remitente de esa baliza (no mostrado en la figura 4). Esto no sólo permitiría a un nodo de extremo de exploración encontrar todos los canales de transferencia para un originador de baliza dado después de haber encontrado un solo canal de transferencia, sino que también permitiría a un nodo de extremo encontrar una señal fuerte del repetidor más rápidamente de lo que podría de otro modo. Esto es porque bajo el esquema original que se ha descrito anteriormente, el nodo de extremo sería explorar sólo los canales de transferencia (tales como canales de transferencia de frecuencia y/o canales de transferencia de secuencia de chips DSSS). En este caso opcional, el nodo de extremo puede explorar, ya sea para una trama de transferencia dentro de múltiples canales de transferencia o una trama de baliza. Una vez que el nodo de extremo encuentra una trama de transferencia en uno de los canales de transferencia o una trama de baliza, se puede realizar un seguimiento de la frecuencia o chip salto de frecuencia de chips DSSS del nodo originador. Las tramas de transferencia indican el canal de la siguiente trama de baliza, y cada trama de baliza indica el canal de la siguiente trama de transferencia.

Durante el funcionamiento de la red, en 206-216 en la figura 2, los nodos 101, 103, 105 se comunican a través de un canal de frecuencia y/o usando un conjunto/secuencia de chips DSSS durante un corto período de tiempo, se conoce como "tiempo de permanencia del canal". Por ejemplo, el tiempo de canal de permanencia puede ser de hasta 0,2 segundos o un poco más, y por lo tanto puede llevar aproximadamente 9,8 segundos para que la red 100 pase la comunicación a través de un conjunto de 48 canales de comunicación (0 a 47), que corresponde a la frecuencia canales y/o canales del conjunto de chips DSSS. Después de que haya transcurrido el tiempo de canal de permanencia, las comunicaciones se mueven (también conocido como salto o conmutación) a otro canal (es decir, el próximo canal de comunicaciones). Justo antes de cada salto de canal, el nodo principal (puerta de enlace) 101 envía un mensaje corto, en 208, llamado un "mensaje de transferencia", en uno de los canales de transferencia (por ejemplo, canal 48 si el último mensaje de transferencia salió en el canal 49, y viceversa), que identifica el canal designado como el próximo canal de comunicaciones. Por lo tanto, los nodos 103, 105 que se vinculan a la red localizan el canal de transferencia (por ejemplo, el canal 48) para recibir el mensaje de transferencia, por lo que los nodos 103, 105 pueden saltar al siguiente canal de comunicaciones designado para mantener la comunicación sobre la red.

La figura 4 ilustra un formato para una trama de transferencia 404 transmitida por el nodo principal 101, de acuerdo con una realización. La trama de transferencia 404 contiene información del mensaje de transferencia, por lo que los términos "trama de transferencia" y "mensaje de transferencia" se usan indistintamente en el presente documento. El mensaje de transferencia 404 incluye un número de campo de bytes (No) 420 para indicar el número de bytes en el mensaje de transferencia 404 (sin contar este primer byte). Un campo de tipo de trama (T) 421 incluye un número o código que indica que el presente mensaje es un mensaje de la trama de transferencia. Un campo de número de identificación de la red (ID) 422 incluye el identificador de red para distinguir el mensaje de los mensajes destinados a otras redes que utilizan el mismo protocolo inalámbrico. Un campo de número de canal de comunicaciones (CCN) 423 indica el número del siguiente canal de comunicaciones que se activa y qué nodos deben moverse/saltar para permanecer vinculados a la red.

Un campo de transferencia/código de seguridad (SC) 424 incluye un número entre 0 y 255, que indica que se está utilizando el canal de frecuencia o secuencia de saltos del conjunto de chips DSSS, cuyas claves de seguridad se están utilizando en el momento, y así sucesivamente. Opcionalmente, la trama de transferencia 404 puede también, en ciertas realizaciones, incluir un campo que identifica el ID de nodo del originador de la trama de transferencia. Este campo no se muestra en la figura 4.

Volviendo a la figura 1, y suponiendo para el presente ejemplo la realización sencilla en la que todas las tramas de baliza se originan desde el nodo principal, cuando un repetidor o nodo de extremo 103, 105 se despierta y desea unirse a o volver a vincularse a la red 100, el nodo no vinculado 103, 105 elige al azar un canal de transferencia, cambia al canal de transferencia elegido, y comienza a escuchar el siguiente mensaje de transferencia 404, que será enviado desde el nodo principal 101. Dado que el nodo principal 101 transmite mensajes de transferencia

alternativamente sobre cada uno de los canales de transferencia, el nodo no vinculado 103, 105 escucha uno de los dos siguientes mensajes de transferencia (suponiendo que hay dos canales de transferencia designados). Por ejemplo, para un nodo no vinculado 103, 105 escucha un canal de transferencia durante el tiempo (T) de salto de canal (CH), los nodos no vinculados 103, 105 oírán un mensaje de transferencia en el momento CH T + 1. El mensaje de transferencia 404 informa al repetidor vinculado y no vinculado y a los nodos de extremo 103, 105, del siguiente canal de comunicaciones que la red 100 saltará (conmutará) durante el próximo intervalo de tiempo de salto de canal, para continuar con el envío y con la recepción de mensajes (que se vinculan) a través de la red 100.

Volviendo a la figura 2, en 206, después de que el nuevo (recientemente despertado) repetidor no vinculado o nodo de extremo 103, 105 recibe y procesa el mensaje de transferencia 404, el repetidor o nodo de extremo 103, 105 salta al próximo canal de comunicaciones activas especificado y espera una trama de baliza 402 para ser transmitida por el nodo principal 101 a través del canal de comunicaciones recién designado. En 212, el nodo principal comienza a enviar una trama de baliza 402 sobre el canal de comunicación designado (como se indica en el mensaje de transferencia 404) a un intervalo predeterminado. Después de que cada trama de baliza 402 se transmite, junto a 214, el repetidor no vinculado o el nodo de extremo 103, 105 pueden vincularse a la red mediante la recepción y la transmisión de datos y mensajes en intervalos de tiempo disponibles entre las tramas de baliza 402.

Toda la comunicación entre el originador de baliza y los nodos de baliza de usuario se produce en la etapa 214, mientras se comprueba/espera el final de ese período de tiempo de intercambio de mensajes (etapa 216). Debe observarse que el enfoque del mensaje de transferencia proporciona una cantidad variable de tiempo para enviar mensajes. Si el nodo originador necesita un poco de tiempo extra para terminar con la mensajería para un nodo de extremo dado, puede tomar tiempo y que apenas sea un poco tarde con la siguiente trama de transferencia en el siguiente canal de transferencia. El sistema no se va a "romper" si esto ocurre y toma más tiempo, porque los nodos de espera sólo tienen que esperar un poco más.

Como un ejemplo, la red puede utilizar un esquema de control de acceso al medio similar al utilizado en redes 802.15.4 con super-tramas que comienzan con cada trama de baliza. Un coordinador de red dedicada (nodo principal 101) gestiona la transmisión dentro de las super-tramas mediante la transmisión de las tramas de baliza a intervalos predeterminados (por ejemplo, intervalos tan cortos como de 15 ms o tan largos como de 245 s). Las super-tramas pueden ser intervalos de tiempo, y un nodo pueden utilizar CSMA-CA antes de transmitir en cualquier momento a menos que el nodo esté actualmente dentro de un intervalo de tiempo garantizado que posee en exclusiva. El tiempo entre dos balizas se divide en intervalos de tiempo iguales independientemente de la duración de la super-trama. Los intervalos de tiempo se dividen en un periodo de acceso de contención (CAP) y un periodo libre de contención (CFP). Los intervalos de tiempo garantizados (GTS) son intervalos concatenados libres de contención de propiedad exclusiva de un nodo en particular. En el ejemplo anterior, el mensaje de transferencia transmitido en 206 identifica el canal de comunicaciones asociado a la siguiente super-trama. El nodo de extremo no vinculado conmuta y escucha el canal de comunicaciones identificado en el mensaje de transferencia y transmite mensajes a través de los intervalos de tiempo apropiados en la super-trama siguiente a la trama de baliza.

En una realización, se utilizan dos canales de transferencia. Dos canales de transferencia pueden ser deseables en un esquema de FHSS dado que las reglas FCC Parte 15-29A establecen que cuando se realiza un salto de frecuencia, la red no debe favorecer a un canal más que a otro. Como el nodo principal 101 utiliza uno de los canales de transferencia entre cada canal de salto, el nodo principal 101 utiliza cada uno de los canales de transferencia durante un período relativamente corto de tiempo, con lo que el tiempo total de permanencia de todos los 50 canales en promedio tiene aproximadamente el mismo valor. En realizaciones más generales y complejas en las que múltiples nodos pueden originar tramas de baliza y cada uno de tales nodos originadores es asignado o asumido, basándose en algún algoritmo adecuado, un conjunto de canales para ser utilizado como sus canales de transferencia, hay que señalar que el número de canales utilizados para la transferencia para cada nodo originador puede elegirse de tal manera que se cumplen los requisitos reglamentarios.

En ciertas configuraciones de red, un canal de transferencia no puede permitirse suficiente tiempo de permanencia en un esquema de salto de frecuencia. Por ejemplo, durante un período de 9,8 segundos, los primeros 49 canales se utilizarían cada uno durante 0,2 segundos. Durante ese período de 9,8 segundos, cuando existe un único canal de transferencia, el canal de transferencia sería utilizado 49 veces, y por lo tanto el tiempo de permanencia de canal para el mensaje de transferencia no puede ser más de $0,2/49 = 0,004$ segundos o sólo 4 milisegundos. A una velocidad de datos de 9,6 kbps (es decir, 9600 bits por segundo), el nodo principal 101 puede enviar un poco menos de 5 bytes durante el límite del canal de permanencia de 4 milisegundos, por lo que, si se utiliza un solo canal de transferencia, el canal de transferencia no tendría tiempo suficiente para permitir la transferencia de la totalidad del mensaje de transferencia (6 bytes de longitud). Sin embargo, cuando la red utiliza dos canales de transferencia en lugar de uno, la red usará cada uno de los dos canales de transferencia, en promedio, 24,5 veces en los 9,8 segundos, por lo que el tiempo de permanencia permitido en el canal de transferencia es de $0,2/24,8 = 8$ milisegundos, que es tiempo suficiente para enviar 6 bytes a 1,2 bytes por milisegundo.

Sin embargo, si no existen las limitaciones anteriores, entonces, un solo canal de transferencia puede ser utilizado, u opcionalmente más de dos canales de transferencia pueden ser utilizados. Además, este esquema de salto de frecuencia puede ser sustituido o aumentado por un esquema de conmutación de secuencia de chips DSSS, como

se describe anteriormente, en el que ciertas secuencias de chips DSSS están dedicadas a la transferencia de tramas.

5 Debe tenerse en cuenta que los cálculos anteriores para el cumplimiento normativo en situaciones de salto de frecuencia pueden cambiar si el número de canales de comunicaciones cambia. Por ejemplo, 25 canales de comunicaciones se pueden utilizar en lugar de saltos de frecuencia de 50 canales (que es de hecho el caso, en determinadas circunstancias para FCC Parte 15-29A). Cuando se utilizan 25 canales de comunicación, entonces, un único canal de transferencia puede ser suficiente.

10 En el ejemplo anterior, los canales de transferencia se pueden establecer en el momento en que se crea la red (en 202). Sin embargo, los canales de transferencia pueden experimentar demasiado ruido a veces. Por ejemplo, no es seguro que los dos últimos canales en un conjunto de canales siempre estarán libres de ruido ambiental excesivo (EM). En lugar de ello, el nodo principal 101 puede determinar si ciertos canales están experimentando ruido
 15 ruido indebido, tal como mediante la supervisión de la calidad de la señal. Cuando un canal de transferencia experimenta ruido indebido, el nodo principal 101 identifica el ruido y determina que el canal de transferencia debe cambiarse, para hacer que protocolo más robusto y más generalmente aplicable. Por lo tanto, la trama de baliza 402 enviada por el nodo principal 101 al comienzo de cada canal salto incluirá información sobre el número de comunicaciones/canales de transferencia se utilizan y qué canales están siendo utilizadas para la(s) transferencia(s) de canales. También hay que señalar que en los casos en que no todas las tramas de baliza se originan desde el
 20 nodo principal, el nodo principal puede dar permiso al nuevo nodo originador antes de que el nodo originador pueda comenzar a enviar tramas de baliza. Además, los nodos originarios pueden recibir del nodo principal, como parte de un nodo de puesta en marcha originador o de puesta en marcha adicional y en curso del proceso de gestión, las asignaciones de canales específicos para el uso del canal de transferencia. Alternativamente, el nodo principal puede especificar, como parte de este proceso de puesta en marcha y gestión, un algoritmo o criterios particulares
 25 del conjunto seleccionado de un conjunto de algoritmo u opciones de criterios establecidos, qué algoritmo o criterios pueden ser utilizados por el propio nuevo nodo originador para seleccionar su propio canal o canales de transmisión.

Opcionalmente, para cumplir con los requisitos reglamentarios o los requisitos de seguridad, una implementación particular puede especificar un algoritmo o clave externa o indicador, accesible por todos los nodos vinculados y no
 30 vinculados, que se pueden usar en un algoritmo o cálculo de "control" con otros campos de identificación y los parámetros para determinar el canal o canales de transferencia (incluyendo canales de transferencia de frecuencia y/o secuencias de chips de transferencia DSSS) para un nodo originador en particular, y que el canal o canales de transmisión pueden cambiar para el nodo originador dado de vez en cuando, como gobernado por el algoritmo o control y sus parámetros de entrada. Por ejemplo, un sello de tiempo de red (en conjunción con los relojes de tipo
 35 RC de bajo consumo disponibles en los nodos dormidos), junto con un ID de red y la clave de seguridad de red en hardware específico puede ser utilizado por un nodo de extremo recién despertado que anticipa el canal o canales de transferencia de un nodo originador dado, especialmente en los casos en que el nodo de extremo recién despertado tiene un poco de historia con un nodo originador particular (por ejemplo, sabía que en un momento dado en el tiempo la transferencia de conjuntos de canales estaba siendo utilizada por ese nodo originador). Esta
 40 asignación para variar las asignaciones de canales de transferencia hace que el uso general de los canales aparezca más al azar para los dispositivos fuera de la red, mejora la seguridad, y hace más factible el cumplimiento de la normativa.

45 Cuando un nodo de extremo o nodo repetidor 103, 105 se despierta o arranca por primera vez, el nuevo repetidor (no vinculado) o nodo de extremo 103, 105 puede hacer una búsqueda completa de la red a través de todos los canales, incluyendo los canales de frecuencia y/o conjuntos de chips DSSS (exploración completa de la red). Sin embargo, en virtud de la información contenida en la trama del indicador, el nuevo repetidor o nodo de extremo 103, 105 no tiene por qué buscar todos los canales, sino que es capaz de determinar cómo unirse a una red determinada basándose en la información contenida en el mensaje de transferencia 404 y la trama de baliza 402. Una vez que el
 50 recién arrancado, pero no vinculado repetidor o nodo de extremo 103, 105 conoce los canales de transferencia, el nuevo repetidor o nodo de extremo 103, 105 ya no tiene que hacer el completo análisis de la red, y puede utilizar rápidamente el canal de transferencia para aprender qué canal de comunicaciones es el canal adecuado sin desperdiciar energía en largas búsquedas del canal.

55 La figura 5 ilustra un proceso ejemplar para la gestión de la unión de nodos que puede aplicarse de forma análoga a los sistemas de canal de salto de frecuencia y el conjunto de chips DSSS definido por los sistemas de conmutación de canal. En este caso, por ejemplo, sólo se permite que el nodo principal envíe tramas de baliza. El nodo principal 501 crea una red con canales de comunicación (CC) 520-523 y canales de transferencia (TC) 530, 531. Puede haber un número de canales de comunicación, a menudo hasta 50 en número, visitados en orden (pseudo)
 60 aleatorio, pero sólo los primeros tres y el último (números de canal 7, 34, 18, y finalmente 23) marcados como 520, 521, 522, y 523 se muestran en la figura. Las filas en la parte superior de la figura 5 representan líneas de tiempo para cada canal, con el tiempo aumentando de izquierda a derecha. Si la figura se ampliara para mostrar todos los 50 canales, cada uno de ellos mostraría su propio marcador de trama de baliza con una única posición de tiempo, y la separación de tiempo uniforme entre las tramas de baliza secuenciales. Debe tenerse en cuenta que
 65 inmediatamente antes de cada transmisión de la trama de baliza en uno de los canales de comunicación regulares (520-523), una trama de transferencia 544 se envía sobre uno de los dos canales de transferencia (530, 531).

Como se describió previamente, cada trama de transferencia 544 da el número de canal del siguiente canal de comunicaciones. La red incluye unos nodos principal, repetidor, y de extremo 501, 503, 505, respectivamente. La trama de baliza 542 también da valores de rango de números de acceso prioritario (rango de números PA), números de inicio y finales (PAS y PAE). Los rangos de números PA son útiles por la siguiente razón. Cuando un nodo 503, 505 (ya sea un nodo repetidor o un nodo de extremo) se conecta a la red, uno de los números asignados al nodo repetidor o de extremo 503, 505 es el número de ID (dirección de red) del "nodo padre". Si el nodo de extremo 505 se conecta a la red a través de un nodo repetidor 503 cercano, el nodo padre será generalmente el nodo repetidor 503. A veces, un nodo de extremo 505 se fijará directamente al nodo principal 501 al unirse a la red. En cualquier caso, en el momento en el que el nodo de extremo 505 se une a la red, el nuevo nodo 505 recibirá, junto con el ID de nodo del nodo padre, un número PA. En una realización, el número de PA para un nodo de extremo puede ser el mismo que el número de PA del nodo principal. Como cada nodo repetidor 503 se une a la red uniéndose al nodo principal 501, el nodo principal 501 da a cada uno de los nodos repetidores 503 un número PA diferente. Entonces, cuando los nodos de extremo 505 comienzan a conectarse a la red a través de nodos repetidores 503 cercanos, cada nodo de extremo 505 hereda el número de PA de su nodo padre.

Como ejemplo, en la figura 5, tres nodos repetidores 503 (nodos RA, RB, y RC) pueden unirse a una red recién creada por un nodo principal 501. Cuando los tres nodos repetidores 503 se unen, el nodo principal 501 asigna a cada uno un número PA 535A-535C (por ejemplo, 10, 20, y 30, respectivamente). Entonces asume que nueve nodos de extremo 505 arrancan y se unen a la red. Los primeros cuatro (1-4) de estos nuevos nodos de extremo 505 se unen a través del nodo repetidor RA, y por lo tanto reciben un número PA 10. Los dos nodos siguientes (5-6) 505 se unen mediante el nodo repetidor RB, y reciben el número PA 20. Los tres nodos de extremo (7-9) 505 finales se unen a la red utilizando el último repetidor RC, y así reciben un número PA 30. Cada número PA desempeña el papel de un identificador de sub-red, y cada nodo repetidor 503 representa la cabeza (puerta de enlace) a una sub-red correspondiente. Estos repetidores 503 no son verdaderos nodos coordinadores, ya que cada uno puede solamente (en esta realización) repetir la trama de baliza desde el nodo principal, si y cuando llega (los detalles de esta repetición se han omitido de la figura 5 por simplicidad). Sin embargo, en las realizaciones más complejas descritas anteriormente, cada baliza se puede tener el derecho de generar sus propias tramas de baliza a través de canales de comunicación de acuerdo a su propio (pseud) canal de frecuencia aleatoria de salto o secuencia de conmutación del conjunto de chips DSSS, utilizando su propio conjunto de canales de transferencia para anunciar previamente cada salto de frecuencia, como se describió anteriormente. Las ideas que se muestran en la figura 5 para el caso simple se pueden extender por analogía a los casos más complejos.

Uno de los usos de los números PA es el siguiente. Cuando el nodo principal 501 envía una trama de baliza 542, la trama de baliza 542 incluye valores de inicio y finales (PAE y PAE) para un rango de números PA. Durante el intervalo asociado a la trama de baliza (período de tiempo hasta el final del tiempo de permanencia de 0,2 segundos de duración del canal) 542, sólo los nodos repetidores 503A-503C con números PA dentro del rango de transmisión tienen permiso para repetir la trama de baliza y, por lo tanto, permitir la transmisión de los nodos de extremo 505 dentro de su respectiva sub-red. Por ejemplo, durante una trama de baliza 542A, el nodo principal 501 incluirá el rango de números PA 535A asociado al nodo repetidor RA 503A. Sólo el nodo repetidor RA 503A repite esta trama de baliza 542A y sólo los nodos de extremo 505A transmiten mensajes a través del canal 520 a partir de la trama de baliza 542A. Durante la próxima trama de baliza 542B, 535B, el rango de números PA está incluido, y de este modo los nodos repetidor y de extremo 503B y 505B responden en consecuencia. El uso anterior de los números PA es útil en situaciones en las que la red se hace muy grande, y no es práctico permitir que todos los nodos tengan acceso a la misma trama de baliza en un momento dado. Además, otra utilidad para el número PA es permitir que el nodo principal gestione la red con respecto a la prevención de un mensaje de superposición cuando no todos los nodos de la red pueden escuchar todos los mensajes de todos los demás nodos.

Por ejemplo, cuando se utiliza una red grande y distribuida físicamente con cuatro nodos repetidores (norte, sur, este y oeste), y un nodo principal en el centro, y todos los nodos de extremo del repetidor norte pueden escucharse entre sí, y su reloj de repetición. Del mismo modo, todos los nodos de extremo del repetidor sur podrán escucharse entre sí, y también su repetidor. Y así sucesivamente con los repetidores este y oeste. En situaciones en las que cada sub-red contiene un gran número de nodos y/o hay un gran número de eventos de la red (gran número de mensajes en un período de tiempo), habrá un aumento en la probabilidad de que dos nodos extremos de dos sub-redes diferentes que no pueden oírse entre sí ambos intenten enviar mensajes al mismo tiempo. Para evitar este posible conflicto de mensajes, el nodo principal puede restringir cuál de las dos sub-redes está activa en cualquier momento usando el número PA que varía en cada trama de baliza.

Opcionalmente, el método puede asignar a cada repetidor (cada sub-red) su propia orden de cambio/salto de canal específico de la red. Todos los repetidores todavía se comunican con el nodo principal en el mismo conjunto de canales, con el mismo esquema de canal de transferencia (si el esquema de canales de transferencia utiliza técnicas FHSS o DSSS). Sin embargo, cuando un repetidor activo vuelve para hablar con sus nodos de extremo, el repetidor activo puede hacer esto en un conjunto diferente de los canales de transferencia y usando una orden diferente para los saltos entre los canales de comunicación habituales. Esto es muy útil cuando el número de nodos de la red se convierte en excesivamente grande. Por ejemplo, en una situación que puede ser de 30 repetidores (y 30 respectivas sub-redes), con un total de varios miles de nodos de extremo en el conjunto colectivo de sub-redes, y el

nodo principal puede asignar números PA para cada repetidor de tal manera que, en un momento dado, sólo 5-10 de las 30 sub-redes están activas, y no hay dos de esas sub-redes activas que estén utilizando el mismo canal de frecuencia u orden de secuencia de saltos de chips DSSS al mismo tiempo. Esto crea una disposición de "serie-paralelo" en la que, al comienzo de cada 0,2 segundos de permanencia de canal, todos los repetidores saltan en el mismo canal (canal de frecuencia o conjunto de chips DSSS) para comunicarse (Rx y Tx) con el nodo principal (la parte "serie" del ciclo). Luego, cuando cada repetidor termina con su negocio con el nodo principal, salta a su propia sub-red para hablar con sus propios nodos de extremo usando su propio orden de canales y las asignaciones de canales de transferencia. Debido a que los respectivos conjuntos de canales de frecuencia o secuencias de chips DSSS son mutuamente ortogonales entre las subredes, esta comunicación de sub-red puede que todo suceda a la vez (la parte "paralela" del ciclo).

La figura 6 ilustra un método implementado de acuerdo con una realización alternativa para la gestión de las comunicaciones de red. El método puede ser utilizado de acuerdo con esquemas de salto de canal FHSS y/o DSSS. Empezando en 602, el nodo principal envía un mensaje de transferencia a través de un canal de transmisión asociado a las comunicaciones entre los nodos de los niveles 1 y 2 (en lo sucesivo, el canal de transferencia T1-2 o T1-2 TC). El mensaje de transferencia designa un canal de comunicaciones sobre el cual el nodo principal tiene la intención de enviar una trama de baliza posterior. El esquema de salto seguido por el nodo principal corresponde a un esquema de salto de canal de comunicaciones de nivel 1-nivel 2 y esquema de gestión de canales de transferencia. Como se explica más adelante, el nodo principal se comunica con nodos repetidores en el segundo nivel durante uno o más canales de transferencia, que están separados y son distintos de los canales de transferencia durante los cuales los nodos repetidores posteriormente se comunican con los nodos de extremo.

Por lo tanto, de acuerdo con la realización de la figura 6, al menos un canal de transferencia de nivel 1-nivel 2 (T1-2) está asociado únicamente a las comunicaciones entre los nodos principal y repetidor. Un canal de transferencia separado y distinto de nivel 2-nivel 3 (T2-3) es designado y mantenido entre los nodos repetidor y de extremo. Opcionalmente, múltiples canales de transferencia separados y distintos pueden ser utilizados con diferentes nodos repetidores. Por ejemplo, un nodo repetidor o un conjunto de nodos repetidores pueden usar un canal de transmisión, mientras que otro nodo repetidor u otro conjunto de nodos repetidores utilizan un canal de transferencia separado y distinto.

Opcionalmente, los canales de comunicación utilizados por los nodos principal, repetidor, y de extremo pueden ser los mismos canales, pero utilizados en diferentes esquemas de salto de no interferencia. Por ejemplo, el nodo principal puede iniciar un esquema de salto entre los canales de comunicación, pero que sigue un primer orden de salto (esquema de salto T1-2), mientras que los nodos repetidores siguen un orden de salto diferente (que se refiere como un esquema de salto T2-3). Los nodos repetidores manejan el esquema de salto de nivel 2-3 para evitar interferir con o utilizar simultáneamente un canal de comunicación utilizado en el esquema de salto T1-2. Cabe señalar que, en general, en un número relativamente grande de nodos repetidores que están operando y utilizando sus propias secuencias de salto, estas secuencias de salto, si el canal de frecuencia o conjunto de chips DSSS, normalmente sería mutuamente ortogonales o casi ortogonales entre sí. Es decir, las secuencias de salto, tomadas como un conjunto, no incluirían en un momento dado más de un nodo mediante un canal determinado como su canal activo actual.

Una vez que el nodo principal en 602 envía un mensaje de transferencia a través del TC T1-2, el nodo principal siguiente envía una trama de baliza a través del canal de comunicaciones T1-2 (CC T1-2) de acuerdo con el esquema de salto T1-2.

En 604, el nodo repetidor, después de recibir el mensaje de transferencia desde el nodo principal, envía un mensaje de transferencia modificado a lo largo del canal de transferencia T2-3 para designar un canal de comunicaciones T2-3 actual asociado al esquema de salto T2-3. El mensaje de transferencia transmitido por el nodo repetidor se modifica desde el mensaje de transferencia transmitido por el nodo principal para evitar que se designe el mismo canal de comunicaciones activo para los nodos de extremo actualmente utilizados por el nodo principal. Por ejemplo, cuando el nodo principal envía una trama de baliza en 602 que designa el canal 5 como el canal de comunicación activo T1-2, el nodo repetidor puede enviar un mensaje de transferencia modificado a lo largo del canal de transferencia T2-3 designando el canal 10 como el canal de comunicaciones activo T2-3, incrementando de este modo el canal de comunicaciones actual para su uso dentro de los nodos para ser un número predeterminado de canales mayor o menor que el canal designado por el nodo principal.

En 606, el nodo de extremo salta al canal de comunicaciones T2-3 designado de acuerdo con el mensaje de transferencia modificado y de acuerdo con el esquema de salto T2-3.

En 608, el nodo repetidor envía una trama de baliza T2-3 a través del canal de comunicaciones T2-3 designado. En 610, el nodo de extremo vincula el canal de comunicaciones T2-3 designado después de recibir la trama de baliza desde el nodo repetidor. El nodo de extremo después transmite los mensajes al nodo repetidor de acuerdo con las actuales operaciones que se deben realizar o reportar por el nodo de extremo correspondiente. El nodo repetidor recibe uno o más mensajes de uno o más nodos de extremo a partir de la trama de baliza transmitida en 608 de acuerdo con los intervalos de tiempo siguientes a la trama de baliza correspondiente. Una vez que el nodo repetidor

no ha recibido ningún mensaje de los nodos de extremo asociados durante los intervalos de tiempo siguientes a la trama de baliza, el nodo repetidor transmite entonces esta información al nodo principal en 612.

5 En 612, el nodo repetidor retransmite los mensajes de nodo de extremo de uno o más de los nodos de extremo conectados al nodo repetidor para el nodo principal. Los mensajes se transmiten al nodo principal a través del canal de comunicaciones T1-2 designado en 602.

10 El proceso de la figura 6 opera de forma iterativa, de modo que como el nodo principal transmite cada nuevo mensaje de transferencia y cada nueva trama de baliza, los nodos repetidores modifican el mensaje de transferencia para designar un canal de comunicaciones activo que no se utiliza actualmente por el nodo principal. Mediante la utilización de diferentes canales de comunicación y canales de transferencia separados, el método de la figura 6 forma la configuración de comunicaciones serie-paralelo mencionada anteriormente.

15 Opcionalmente, cuando se asigna el rango de PA (números PA inicial y final), el nodo principal puede tener en cuenta la distancia física entre dos repetidores, y así minimizar el impacto de los dos nodos de extremo en dos diferentes sub-redes que bloquean los mensajes de los demás si, por casualidad, tratan de utilizar el mismo canal (canal de frecuencia o conjunto de chips DSSS). Es decir, el intervalo de números PA se elige de modo que sólo un repetidor en un área física determinada está activo a la vez. La figura 7 ilustra un método o protocolo de secuencia de chips DSSS formado de acuerdo con una realización de conmutación. El método o protocolo es específico para el esquema de conmutación del conjunto de chips DSSS/secuencia, pero es adaptable para el esquema de salto de frecuencia FHSS. Para crear una red, en 702, el nodo principal 101 (que se muestra en la figura 1) puede buscar las redes existentes a través de una serie de canales que el nodo principal 101 desea usar, donde los canales se definen por conjuntos de chips DSSS. Alternativamente, la red puede crearse de acuerdo con cualquier técnica convencional para el establecimiento de una red basada en DSSS. Después de determinar que una nueva red puede crearse, el nodo principal 101 selecciona un número de identificación de red.

20 En 704, el nodo principal 101 selecciona los parámetros de funcionamiento de la nueva red. El nodo principal 101 define también un grupo de conjuntos de chips de canal de comunicaciones y al menos un conjunto de chips del canal de transferencia utilizado en la red sólo para comunicarse saltando y los parámetros de seguridad a otros nodos (por ejemplo, nodos repetidores 103, nodos de extremo 105, y/o nodos que no son de la red 107, que se muestran en la figura 1).

35 Un nodo hijo escucha un conjunto de chips del canal de transferencia en 706. El nodo hijo puede ser (i) un nodo no conectado que intenta unirse a la red por primera vez, (ii) un nodo conectado que intenta reincorporarse o volver a vincularse a la red después de despertar del sueño, o (iii) un nodo actualmente vinculado a la red. El hijo puede ser un nodo de extremo 105 o un nodo repetidor 103, ya que ambos son hijos hacia el nodo principal 101. El nodo hijo puede conocer el conjunto de chips del canal de transferencia debido a que el nodo está programado previamente con el conjunto de chips del canal de transferencia, siendo el conjunto de chips del canal de transferencia un conjunto de chips estándar o predecibles, o el nodo hijo puede estar configurado para analizar un grupo de conjuntos de chips disponibles que escuchan un mensaje de transferencia.

40 En 708, un nodo padre transmite un mensaje de transferencia utilizando un conjunto de chips de canal de transferencia. El nodo padre puede ser el nodo principal 101 y los nodos repetidores 103, ya que el nodo principal 101 puede transmitir un mensaje de transferencia a los nodos repetidores 103 y los nodos repetidores 103 pueden retransmitir el mensaje de transferencia (o un mensaje de transferencia modificado como en la figura 6) hasta los nodos de extremo 105. Para los dispositivos que no conocen el conjunto de chips del canal de transferencia, el mensaje de transferencia suena como pseudo-ruido, y es indescifrable. El mensaje de transferencia, en los receptores que conocen el conjunto de chips del canal de transferencia, identifica el conjunto de chips que definen un lado del canal de comunicaciones según lo indicado por el nodo principal 101.

45 Dado que puede haber varios conjuntos de chips de canal de transferencia designados en la red, el nodo hijo en 706 puede estar escuchando un conjunto de chips del canal de transferencia que no fue utilizado por el nodo padre en 708 para transmitir ese mensaje de transferencia en particular. Por lo tanto, en 710, el nodo hijo determina si se ha recibido un mensaje de transferencia, sin embargo, escucha el conjunto de chips del canal de transferencia. Si el mensaje de transferencia fue enviado por el nodo padre utilizando un conjunto de chips diferente del canal de transferencia (por ejemplo, conjunto de chips del canal 48) que el conjunto de chips del nodo hijo está escuchando (por ejemplo, conjunto de chips del canal 49), el hijo no habría recibido el mensaje de transferencia, por lo que el flujo vuelve a 706, donde el nodo hijo continúa escuchando el mismo conjunto de chips del canal de transferencia. El conjunto de chips del canal de transferencia escuchados por el nodo hijo puede ser el siguiente conjunto de chips utilizado por el nodo principal para transmitir un mensaje de transferencia. Si el nodo hijo estaba escuchando el mismo conjunto de chips del canal de transferencia que el nodo padre utilizado para transmitir el mensaje de transferencia, el flujo se mueve a 712 debido a que el nodo hijo recibió el mensaje de transferencia.

50 Una vez que el nodo hijo recibe el mensaje de transferencia, el campo de número 423 del canal de comunicaciones (que se muestra en la figura 4) en la trama de transferencia 404 informa al nodo hijo del conjunto de chips que se utiliza para definir el siguiente canal de comunicaciones. Después de una cantidad de tiempo designada por el nodo

- principal 101 en los parámetros de la red, el nodo hijo en 712 puede cambiar al conjunto de chips del "siguiente" canal de comunicaciones (ahora el conjunto de chips/canal de comunicaciones activo actual) para transmitir mensajes al nodo principal 101 y/o en otros nodos de la red. Si el nodo hijo fue previamente no vinculado, el nodo hijo se vincula a la red mediante la comunicación a través del conjunto de chips del canal de comunicaciones "siguiente"/activo. En 714, el nodo padre escucha y procesa los mensajes de los nodos hijo que se enviaron mediante el conjunto de chips del canal de comunicaciones activo.
- En 716, el nodo principal 101 y/o los nodos repetidores 103 determinan si ha transcurrido un tiempo máximo de permanencia del canal en el canal de comunicaciones activo. Si no es así, el flujo vuelve a 712-714, en el que el nodo hijo continúa comunicando con el nodo(s) padre usando el conjunto de chips del canal de comunicaciones "siguiente"/activo. Si ha transcurrido el tiempo máximo de permanencia, el flujo se mueve 716-706, y el proceso se repite. Volviendo a 706, el nodo hijo vinculado actualmente ahora escucha un conjunto de chips del canal de transferencia que contiene un nuevo mensaje de transferencia que identificará un nuevo conjunto de chips del siguiente canal de comunicaciones, ya que el nodo principal 101 continúa cambiando los canales de comunicación designados. Por ejemplo, si hay dos conjuntos de chips designados del canal de transferencia (por ejemplo, 48 y 49), el nodo principal 101 puede alternar entre los conjuntos de chips del canal de transferencia. Por lo tanto, si el anterior conjunto de chips del canal de transferencia fue de 48, los nodos actualmente vinculados a la red en 706 pueden estar configurados para escuchar el conjunto de chips 49 para quedarse vinculados a la red.
- Opcionalmente, el nodo principal 101 (o nodos repetidores 103) pueden enviar mensajes de baliza utilizando el conjuntos de chips del canal de comunicaciones "siguiente"/activo. Los mensajes de baliza pueden coordinar los parámetros tales como el conjunto de chips de temporización de intervalo de tiempo y la identificación de canales de transferencia.
- En una realización alternativa, el mensaje de baliza puede contener un campo de número de canal de comunicaciones (similar o idéntico al CCN 423 de la trama de transferencia 404) que identifica el próximo chip del canal de comunicación establecido en el esquema de canales de salto DSSS. En esta realización, los nodos pueden no necesitar estar vinculados para escuchar para transferir los conjuntos de chips del canal después de la vinculación a la red. Por lo tanto, después de que haya transcurrido el tiempo máximo de espera en 716, el flujo de nodos vinculados pueden saltar las etapas 706-710 y volver directamente a 712, ya que los nodos conmutan directamente desde el conjunto de chips del canal de comunicación previamente activo al "siguiente" conjunto de chips del canal de comunicación activo identificado por el mensaje de baliza utilizando el conjunto de chips del canal de comunicación previamente activo.
- Las realizaciones descritas en el presente documento pueden ser utilizadas en diversos campos, tales como en las tiendas minoristas en las que se utilizan en un gran número de nodos sensores inalámbricos, de manera colectiva, artículos al por menor para la venta, personas (cuerpos) de personal de la tienda, herramientas, activos, ubicaciones de detección fijas (tales como los bordes de estantes, portales, colas de punto de venta), y así sucesivamente.
- Al menos una realización utiliza un esquema de selección del conjunto de chips DSSS, además de o como alternativa a un sistema FHSS, para proporcionar el efecto técnico de proporcionar los mismos beneficios de la expansión en serie-paralelo uniforme de la capacidad de la red cuando el número de repetidores se expande.
- Debe entenderse que la descripción anterior pretende ser ilustrativa, y no restrictiva. Por ejemplo, las realizaciones anteriormente descritas (y/o aspectos de las mismas) se pueden utilizar en combinación entre sí. Además, muchas modificaciones pueden realizarse para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse de su alcance. Aunque los códigos y protocolos descritos en el presente documento están destinados a definir los parámetros de la invención, de ninguna manera son limitativos, y son ejemplos de realización. Muchas otras realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica tras la revisión de la descripción anterior. El alcance de la invención debe, por lo tanto, determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de equivalentes a los que tales reivindicaciones tienen derecho. En las reivindicaciones adjuntas, los términos "incluyendo" y "donde" se utilizan como los equivalentes ingleses de los respectivos términos "que comprende" y "en el que". Por otra parte, en las siguientes reivindicaciones, los términos "primero", "segundo" y "tercero", etc. se utilizan simplemente como etiquetas, y no se pretende imponer requisitos numéricos en sus objetos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para proporcionar una red de sensores inalámbricos (100) entre un nodo principal (101) y una pluralidad de nodos, estando los nodos asociados a los sensores, comprendiendo el método:
- 5 definir canales de comunicación sobre los cuales el nodo principal (101) se comunica con los nodos basándose en un esquema de salto de canal; **caracterizado por**
 definir al menos un canal de transferencia que se dedica a llevar tramas de transferencia que se transmiten mediante el nodo principal (101);
 10 configurar nodos no vinculados que no son vinculados a la red (100) para entrar en una sesión de conexión mediante la localización del al menos un canal de transferencia para escuchar un mensaje de transferencia, indicando el mensaje de transferencia un próximo canal de comunicaciones que se volverá activo; y
 conmutar los nodos no vinculados al siguiente canal de comunicaciones;
 15 en donde los nodos no vinculados escuchan una trama de baliza (402) en el siguiente canal de comunicaciones, utilizando los nodos no vinculados la trama de baliza (402) como referencia de tiempo para permitir que los nodos no vinculados se vinculen a la red (100).
2. El método de la reivindicación 1, en el que la trama de baliza (402) incluye campos de la siguiente manera:
- 20 a) campo de número total de canales de transferencia que indica cuántos canales de transferencia existen;
 b) campo de número de canal de transferencia que indica qué canales dentro de la red (100) representan los canales de transferencia; y
 c) rango de número de acceso prioritario que indica un rango de números de acceso de prioridad asociados a los nodos que están autorizados para comunicarse a través de la red (100) durante una super-trama asociada
 25 a la trama de baliza (402).
3. El método de la reivindicación 1, en el que el mensaje de transferencia incluye un campo de número de canal de comunicaciones que indica un número para el siguiente canal de comunicaciones que se activa.
- 30 4. El método de la reivindicación 1, en el que el esquema de salto de canal es un esquema de selección de conjunto de chips de espectro de propagación de secuencia directa (DSSS) y los canales de comunicación y el al menos un canal de transferencia, definidos mediante conjuntos de chips DSSS mutuamente ortogonales, utilizan una sola frecuencia de onda portadora constante.
- 35 5. El método de la reivindicación 4, en el que el nodo principal (101) envía el mensaje de transferencia utilizando un conjunto de chips del canal de transferencia, indicando el mensaje de transferencia un siguiente conjunto de chips del canal de comunicaciones, el siguiente conjunto de chips del canal de comunicaciones designado en el esquema de selección de conjunto de chips DSSS como el siguiente canal de comunicaciones en la red (100).
- 40 6. El método de la reivindicación 1, que comprende además la definición de al menos dos canales de transferencia, transmitiendo el nodo principal (101) mensajes de transferencia alternativamente sobre cada uno de los canales de transferencia.
- 45 7. El método de la reivindicación 6, que comprende además nodos vinculados que se vinculan actualmente a la red (100), continuando los nodos vinculados la sesión de conexión mediante la localización alternativamente de cada uno de los canales de transferencia para recibir los mensajes de transferencia y cambiar a cada canal de comunicaciones siguiente para continuar la comunicación con otros nodos de la red (100).
- 50 8. El método de la reivindicación 1, en el que el esquema de salto de canal es bajo la dirección del nodo principal (101).
9. El método de la reivindicación 1, en el que un primer canal de transferencia se define para su uso entre el nodo principal (101) y los nodos padre (103, 103A), y un segundo canal de transferencia diferente se define para su uso entre los nodos padre (103, 103A) y los nodos hijos (105, 105B).
- 55 10. El método de la reivindicación 1, en el que el mensaje de transferencia indica el siguiente canal de comunicación asociado a una super-trama siguiente que se inicia mediante una trama de baliza (402).
- 60 11. El método de la reivindicación 1, en el que la definición incluye definir el nodo principal (101) en un primer nivel (102), los nodos repetidores en un segundo nivel (104) y los nodos de extremo en un tercer nivel (106), estando cada nodo de extremo asociado a uno de los nodos repetidores, el método comprende además proporcionar números de acceso prioritario (PA) a los nodos repetidores en el segundo nivel (104), haciendo que los nodos de extremo hereden el número de PA del nodo repetidor asociado, y utilizando los números PA para controlar el acceso a la red (100).
- 65

12. Una red de sensores inalámbricos (100), que comprende:

un nodo principal (101), estando el nodo principal (101) configurado para definir canales de comunicación sobre los cuales el nodo principal se comunica con los nodos basándose en un esquema de salto de canal, y para definir al menos un canal de transferencia que se dedica al transporte de tramas de transferencia que se transmiten mediante el nodo principal (101), estando el nodo principal (101) configurado para transmitir las tramas de transferencia, cada una de las cuales indica un siguiente canal de comunicaciones, estando el nodo principal (101) configurado para transmitir una trama de baliza (402) en el siguiente canal de comunicaciones; y nodos no vinculados asociados a sensores, no vinculándose los nodos no vinculados a la red (100), estando los nodos no vinculados configurados para entrar en una sesión de conexión mediante localización del canal de transferencia de escucha para la trama de transferencia, estando los nodos no vinculados configurados para cambiar al siguiente canal de comunicaciones y escuchar la trama de baliza (402), estando los nodos no vinculados configurados para utilizar la trama de baliza (402) como referencia de tiempo para permitir que los nodos no vinculados se vinculen a la red (100).

13. La red de la reivindicación 12, en la que la trama de baliza (402) incluye campos de la siguiente manera:

- a) campo del número total de canales de transferencia que indica cuántos canales de transferencia existen;
- b) campo de número de canal de transferencia que indica qué canales dentro de la red (100) representan canales de transferencia; y
- c) rango de número de acceso prioritario que indica un rango de números de acceso prioritario asociados a los nodos que están autorizados para comunicarse a través de la red durante una super-trama asociada a la trama de baliza (402).

14. La red de la reivindicación 12, en la que la trama de transferencia incluye un campo de número de canal de comunicaciones que indica un número para que el siguiente canal de comunicaciones se vuelva activo.

15. La red de la reivindicación 12, que comprende además nodos vinculados que se vinculan a la red (100), en donde los nodos no vinculados y los nodos vinculados usan la trama de baliza (402) para realizar la programación de colisión de baliza libre.

16. La red de la reivindicación 12, en la que el esquema de salto de canal es un esquema de selección de conjunto de chips de espectro de propagación de secuencia directa (DSSS), estando los canales de comunicación y el al menos un canal de transferencia definidos mediante conjuntos de chips DSSS mutuamente ortogonales utilizando una única frecuencia de onda portadora constante.

17. La red de la reivindicación 16, en la que el nodo principal define al menos dos conjuntos de chips de canal de transferencia y transmite las tramas de transferencia alternativamente sobre cada uno de los conjuntos de chips del canal de transferencia.

18. La red de la reivindicación 16, en la que los nodos están configurados para cambiar al siguiente conjunto de chips del canal de comunicaciones designado por el nodo principal (101) en la trama de transferencia y para escuchar una trama de baliza (402) enviada por el nodo principal (101) usando el siguiente conjunto de chips del canal de comunicaciones.

19. La red de la reivindicación 16, en la que el nodo principal (101) dirige el esquema de selección del conjunto de chips DSSS.

20. La red de la reivindicación 16, en la que un primer conjunto de chips del canal de transferencia está definido para su uso entre el nodo principal (101) y los nodos padre (103, 103A), y un segundo conjunto de chips del canal de transferencia diferente está definido para su uso entre los nodos padre (103, 103A) y los nodos hijos (105, 105B).

21. La red de la reivindicación 16, en la que la trama de transferencia indica el siguiente conjunto de chips del canal de comunicaciones asociado a una siguiente super-trama que se inicia mediante la trama de baliza (402).

22. La red de la reivindicación 12, en la que el nodo principal (101) representa un primer nivel (102), los nodos repetidores representan un segundo nivel (104) y los nodos de extremo representan un tercer nivel (106), estando cada nodo de extremo asociado a uno de los nodos repetidores, proporcionando el nodo principal (101) números de acceso prioritario (PA) a los nodos repetidores en el segundo nivel (104) a través de la trama de baliza (402), heredando los nodos de extremo el número de PA del nodo repetidor asociado, utilizando el nodo principal (101) los números PA para controlar el acceso a la red (100).

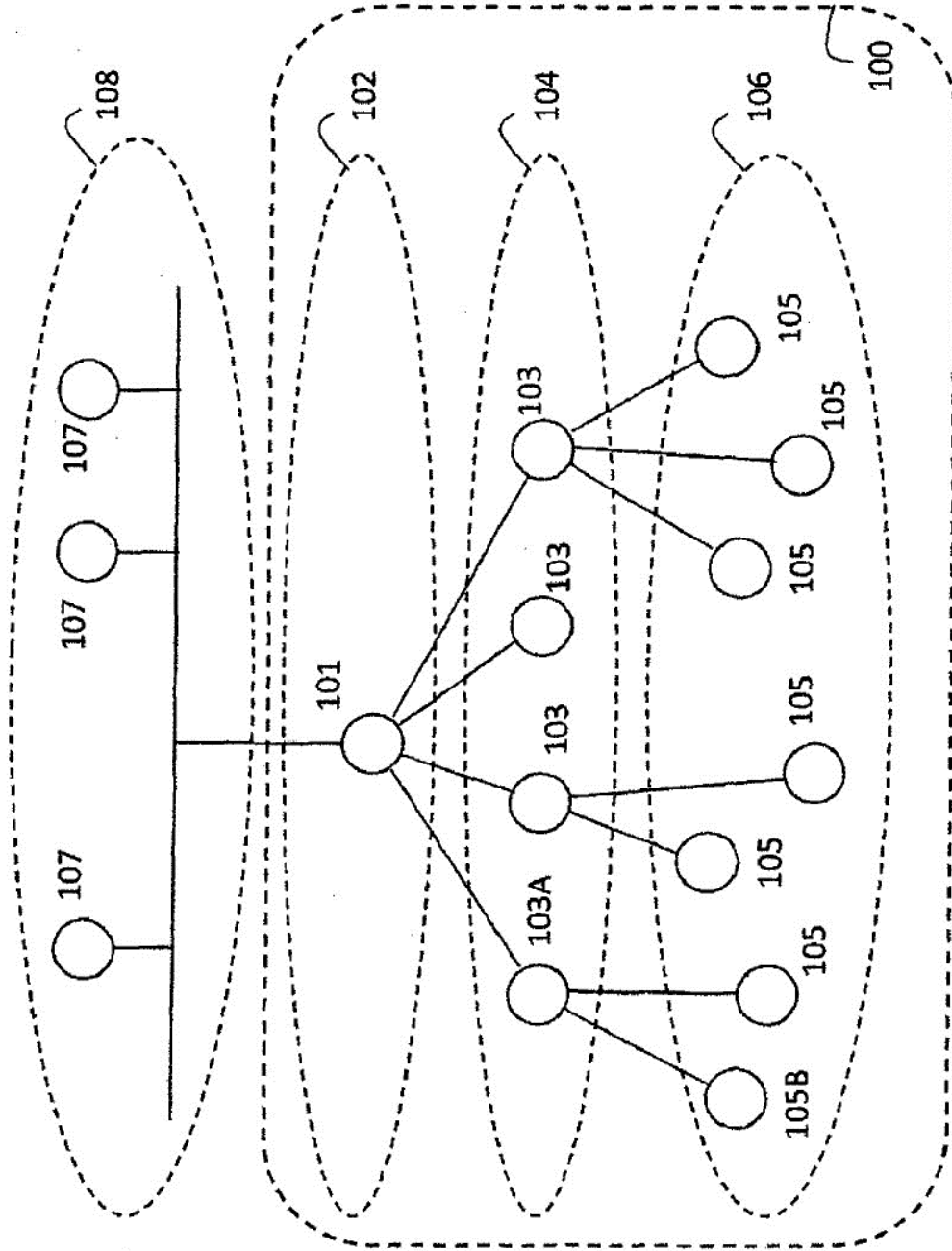


Figure 1

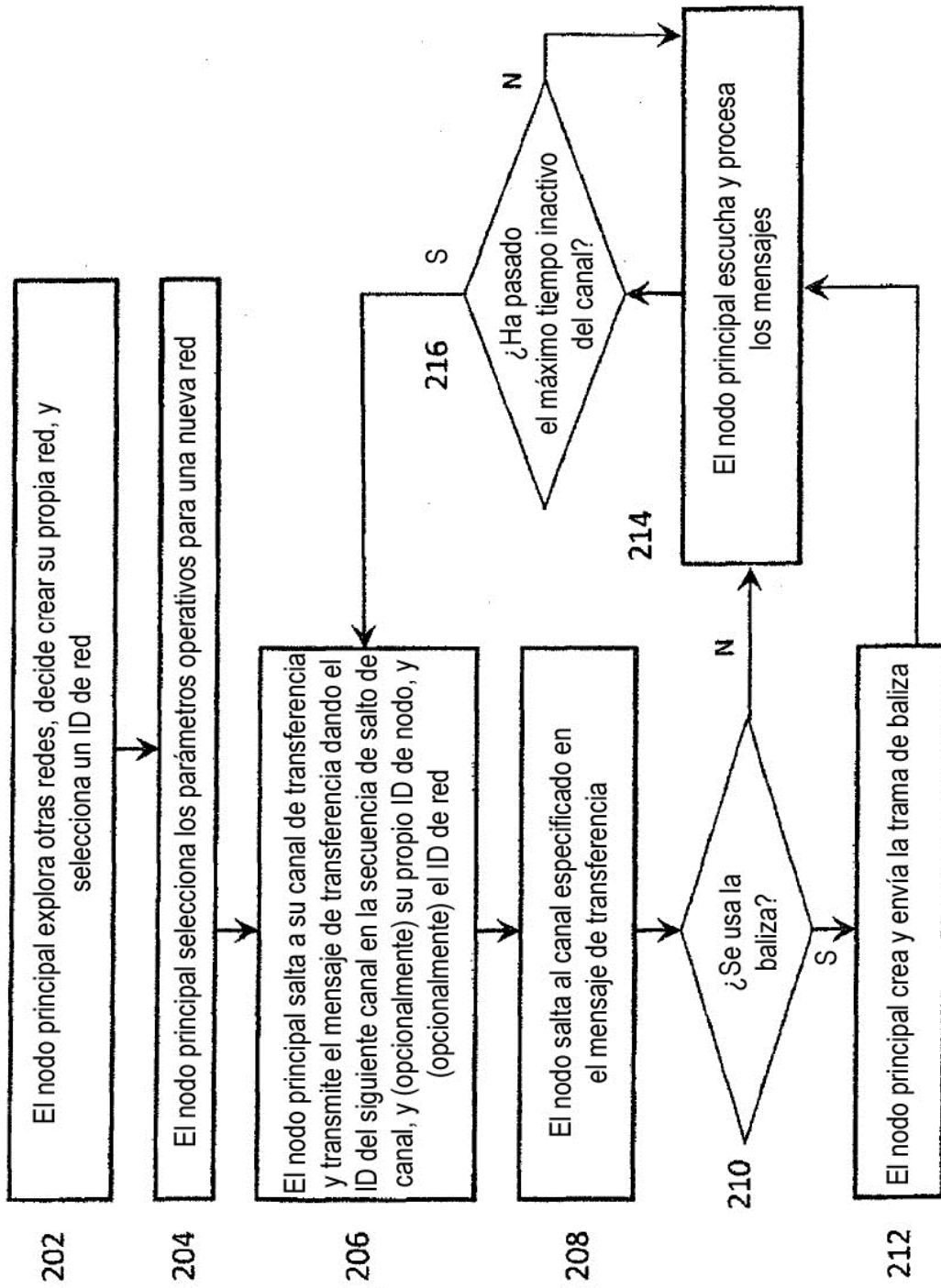


Figura 2

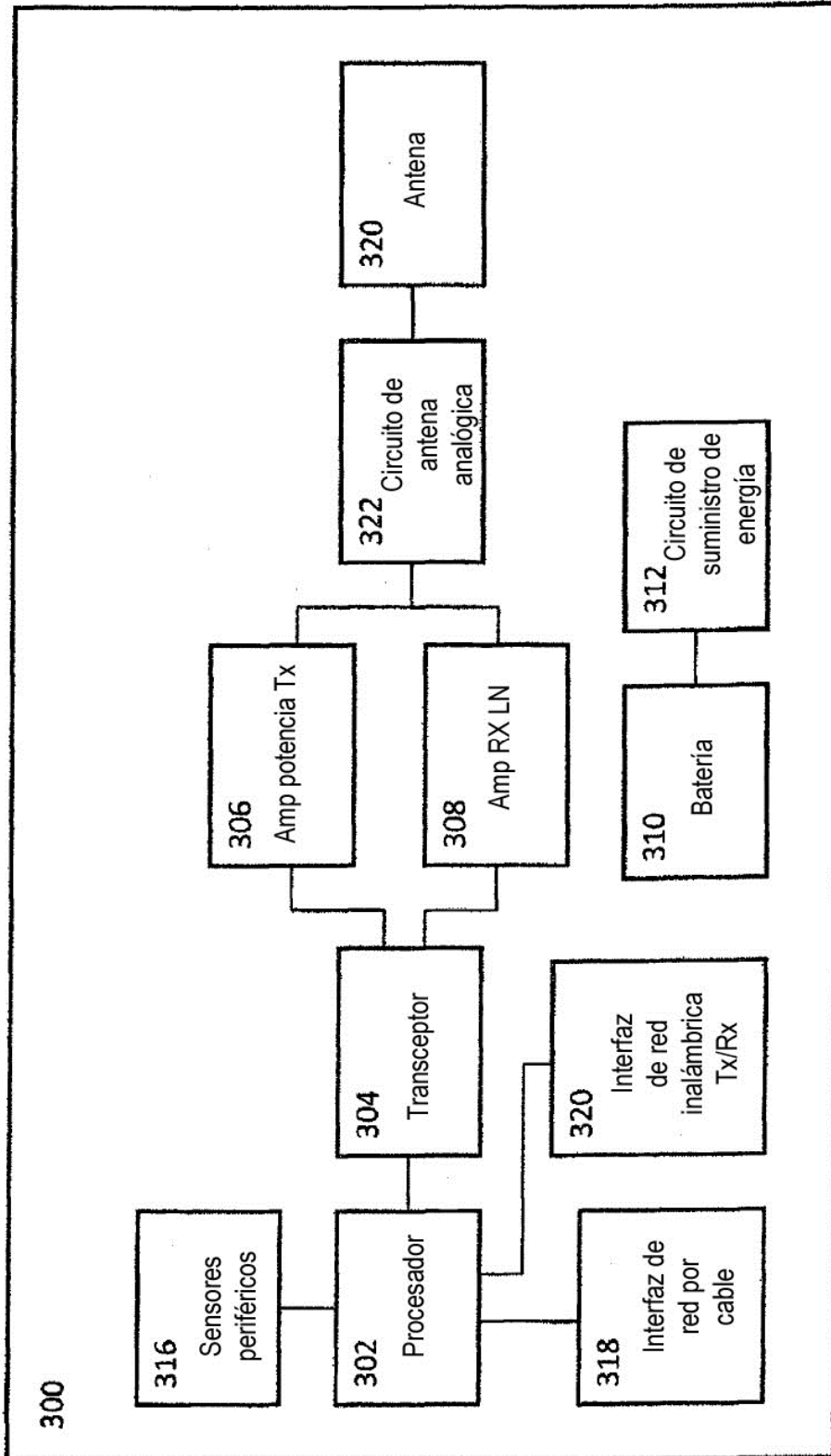


Figura 3

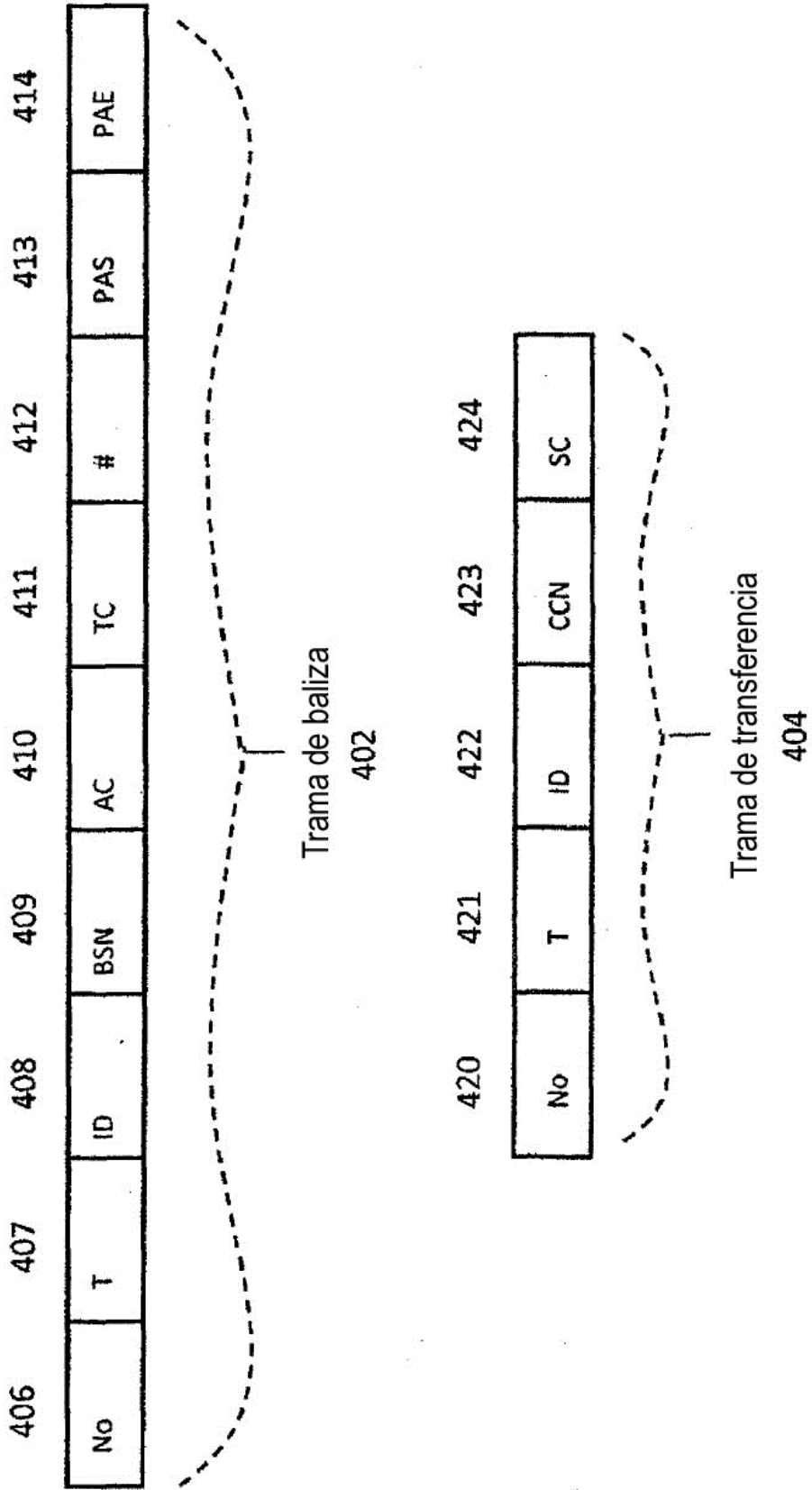


Figura 4

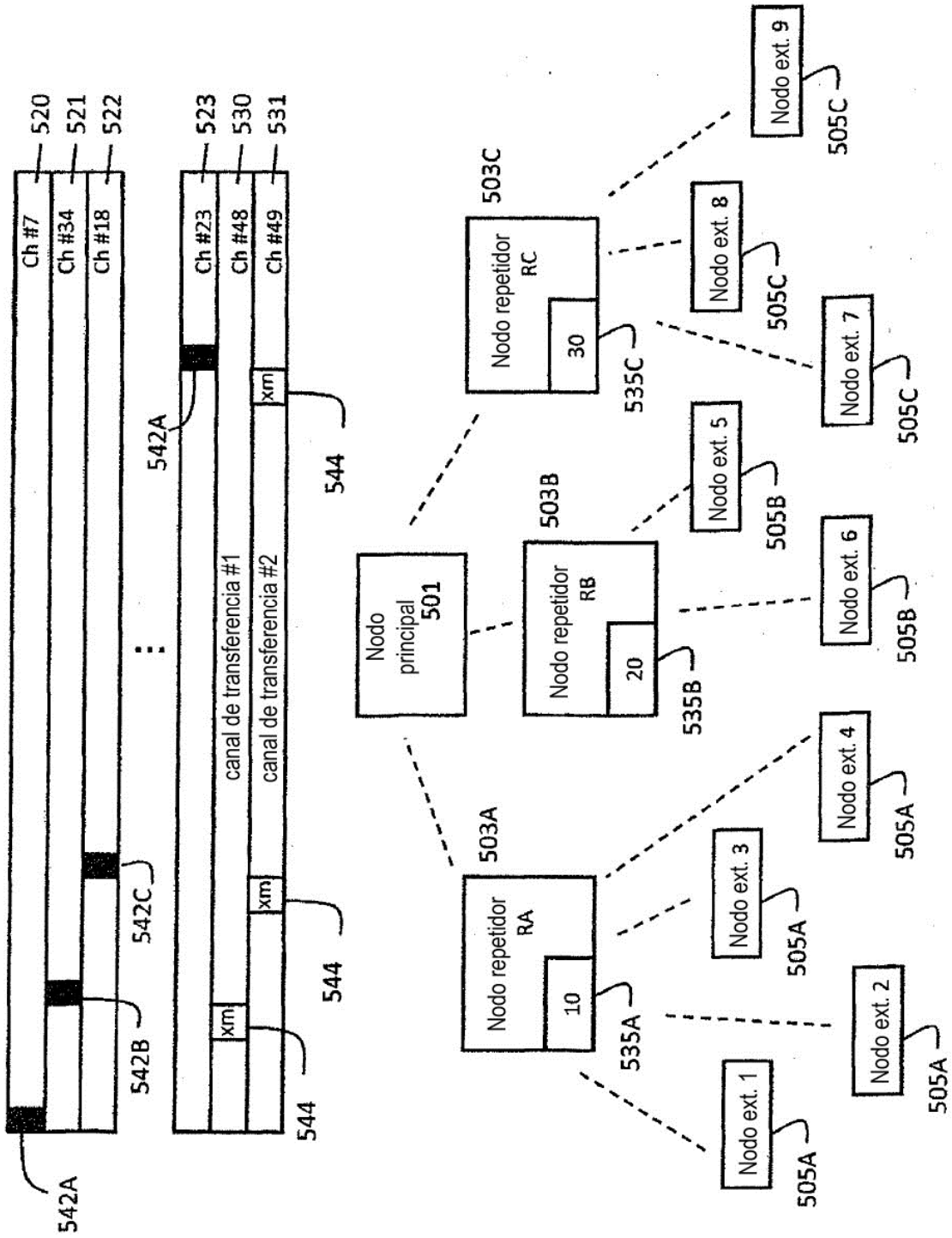


Figura 5

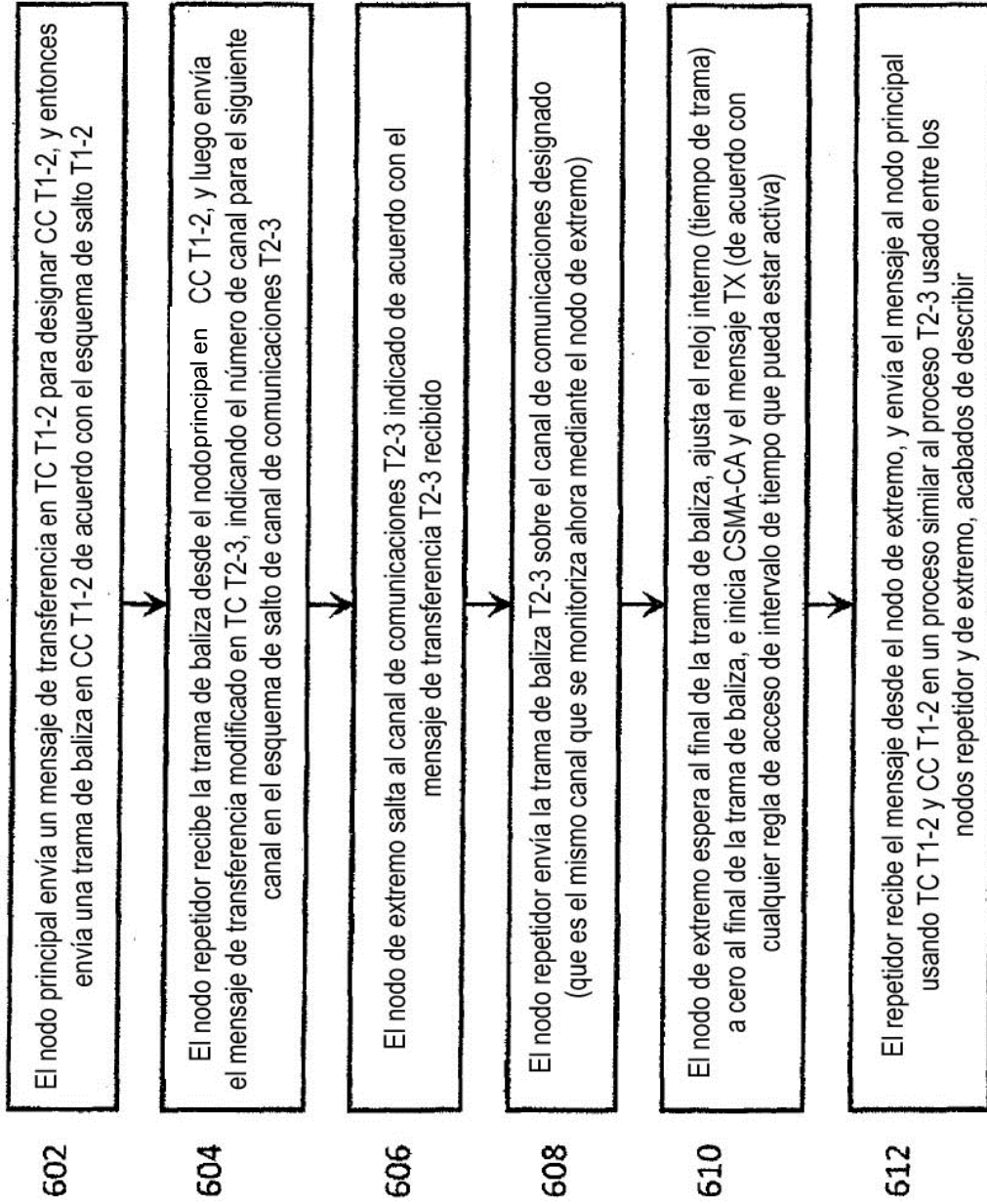


Figura 6

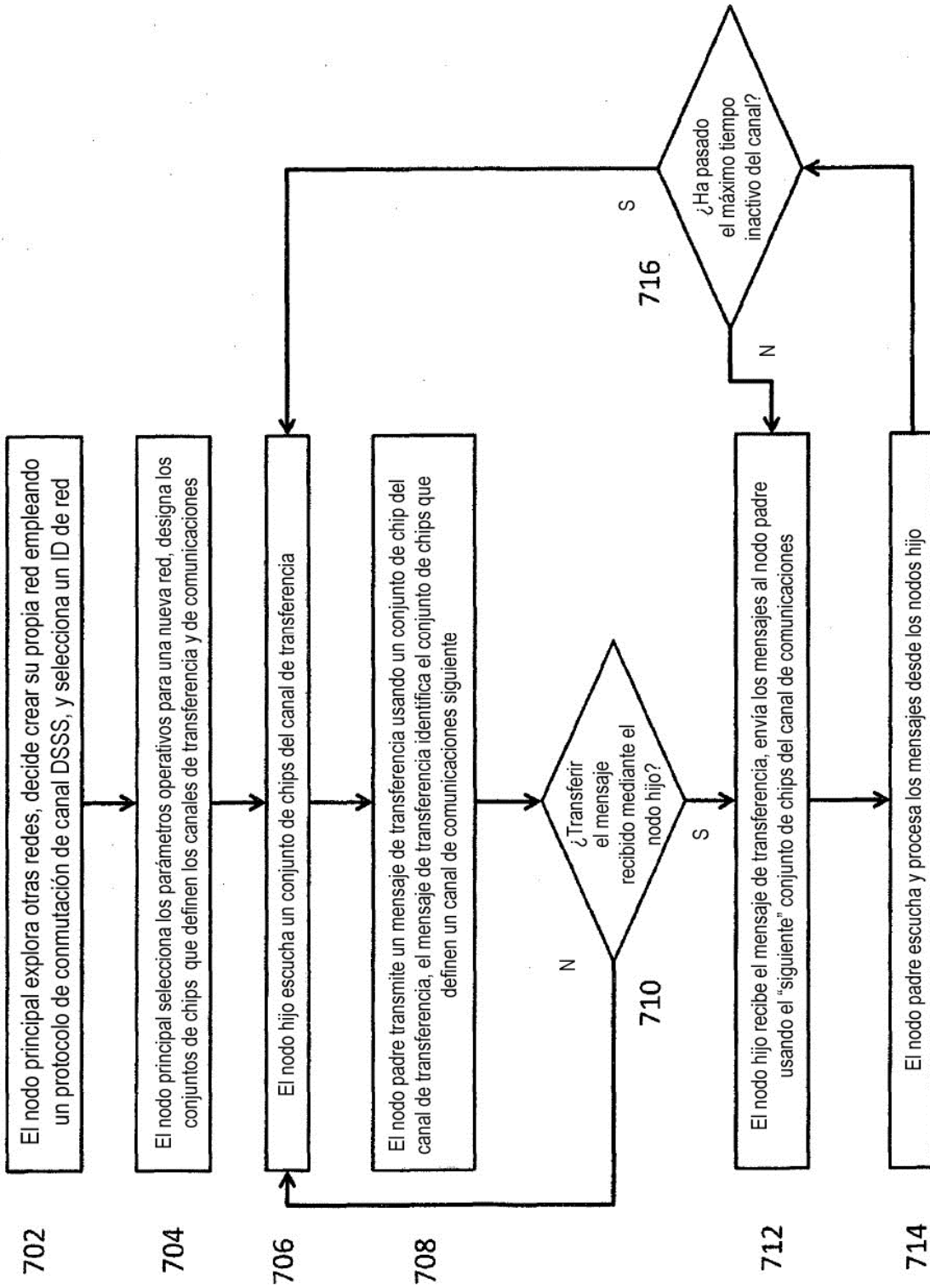


Figura 7