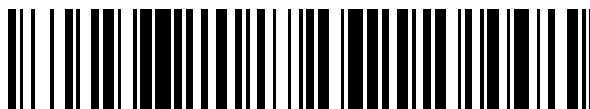


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 426**

51 Int. Cl.:

H04W 16/14 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2006** **E 18174959 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020** **EP 3386229**

54 Título: **Procedimiento de control de acceso a medios (MAC) flexible para redes inalámbricas ad hoc**

30 Prioridad:

26.10.2005 US 730631 P

26.10.2005 US 730727 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
08.03.2021

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

GUPTA, RAJARSHI;

SAMPATH, ASHWIN;

JULIAN, DAVID JONATHAN;

HORN, GAVIN;

STAMOULIS, ANASTASIOS;

JAIN, NIKHIL;

LI, HUSHENG y

PRAKASH, RAJAT

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 810 426 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de control de acceso a medios (MAC) flexible para redes inalámbricas *ad hoc*

5 ANTECEDENTES

I. Campo

10 [0001] La siguiente descripción se refiere, en general, a comunicaciones inalámbricas y, más en particular, a reducir interferencias y mejorar el rendimiento y la calidad de canal en un entorno de comunicación inalámbrica.

II. Antecedentes

15 [0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica se han convertido en un medio predominante por el que se comunica la mayor parte de la gente en todo el mundo. Los dispositivos de comunicación inalámbrica se han ido reduciendo en tamaño y volviéndose más potentes con el fin de satisfacer las necesidades de los consumidores y mejorar la portabilidad y la comodidad. El aumento de la potencia de procesamiento en dispositivos móviles tales como los teléfonos celulares ha dado lugar a una mayor demanda en los sistemas de transmisión de redes inalámbricas. Estos sistemas típicamente no se actualizan tan fácilmente como los dispositivos celulares que se comunican allí. A medida que se expanden las capacidades de los dispositivos móviles, puede ser difícil mantener un sistema de red inalámbrica más antiguo de una manera que facilite el aprovechamiento completo de las nuevas y mejores capacidades de los dispositivos inalámbricos.

25 [0003] Una red de comunicación inalámbrica típica (por ejemplo, que emplea técnicas de división de frecuencia, de tiempo y de código) incluye una o más estaciones base que proporcionan un área de cobertura y uno o más terminales móviles (por ejemplo, inalámbricos) que pueden transmitir y recibir datos dentro del área de cobertura. Una estación base típica puede transmitir simultáneamente múltiples flujos de datos para servicios de radiodifusión, multidifusión y/o unidifusión, en los que un flujo de datos es un flujo de datos que puede tener un interés de recepción independiente para un terminal móvil. Un terminal móvil dentro del área de cobertura de esa estación base puede estar interesado en recibir uno, más de uno o todos los flujos de datos llevados por el flujo compuesto. Asimismo, un terminal móvil puede transmitir datos a la estación base o a otro terminal móvil. Dicha comunicación entre estación base y terminal móvil o entre terminales móviles puede degradarse debido a variaciones de canal y/o variaciones de potencia de interferencia. Por consiguiente, en la técnica existe la necesidad de sistemas y/o metodologías que permitan reducir las interferencias y mejoren el rendimiento en un entorno de comunicaciones inalámbricas.

35 [0004] La publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos n.º US 2004/160916 se refiere a un procedimiento y aparato para transmitir información dentro de un sistema de comunicación. La publicación de solicitud de patente internacional n.º WO 2004/109473 se refiere a un sistema y un procedimiento para proporcionar equidad y diferenciación de servicios en redes *ad-hoc*. La publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos n.º US 2005/227624 se refiere a un procedimiento y aparato para el cambio automático de canal operativo en un sistema de comunicación inalámbrica.

BREVE EXPLICACIÓN

45 [0005] La presente invención se refiere a un aparato, un procedimiento y un medio legible por máquina como se define en las reivindicaciones adjuntas. A continuación se ofrece una breve explicación simplificada de uno o más aspectos para proporcionar un entendimiento básico de dichos aspectos. Esta breve explicación no es una visión general exhaustiva de todos los aspectos contemplados, y no pretende identificar elementos clave o esenciales de todos los aspectos ni delimitar el alcance de algunos o de todos los aspectos. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más aspectos de forma simplificada como preludio de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

55 [0006] De acuerdo con diversos aspectos, la presente innovación se refiere a sistemas y/o procedimientos que proporcionan una tecnología unificada para redes de comunicación inalámbricas extensas y locales con el fin de poder conseguir los beneficios asociados tanto a las tecnologías celulares como Wi-Fi, al tiempo que se mitigan los inconvenientes asociados a las mismas. Por ejemplo, las redes celulares se pueden organizar de acuerdo con una implantación planificada, lo que puede aumentar la eficacia al diseñar o construir una red, mientras que las redes Wi-Fi se implantan típicamente de una manera *ad hoc*, más conveniente. Las redes Wi-Fi también pueden facilitar el suministro de un canal simétrico de control de acceso a medios (MAC) para puntos de acceso y terminales de acceso, así como soporte de enlace de retroceso con capacidad inalámbrica en banda, lo que no es proporcionado por los sistemas celulares.

65 [0007] Las tecnologías unificadas descritas en el presente documento permiten proporcionar un soporte simétrico MAC y de enlace de retroceso con capacidad inalámbrica en banda. Además, la presente innovación facilita la implantación de la red de manera flexible. Los procedimientos descritos en esta invención permiten que el desempeño se adapte de acuerdo con la implantación, proporcionando así una buena eficacia si la implantación está planificada

o semiplanificada, y proporcionando una robustez adecuada si la red no está planificada. Es decir, diversos aspectos descritos en el presente documento permiten la implantación de una red usando una implantación planificada (por ejemplo, como en un escenario de implantación celular), una implantación *ad hoc* (por ejemplo, como la que se puede utilizar para una implantación de red Wi-Fi), o una combinación de ambas. Aún más, otros aspectos se refieren a dar soporte a nodos con niveles de potencia de transmisión variados y a conseguir equidad entre células con respecto a la asignación de recursos, aspectos que no son soportados adecuadamente por sistemas Wi-Fi o celulares.

[0008] Por ejemplo, de acuerdo con algunos aspectos, la compartición equitativa ponderada de un canal inalámbrico puede facilitarse mediante la planificación conjunta de una transmisión por parte de un transmisor y un receptor usando un mensaje de utilización de recursos (RUM), por el cual un transmisor solicita un conjunto de recursos basándose en el conocimiento de disponibilidad en sus proximidades, y un receptor concede un subconjunto de los canales solicitados basándose en el conocimiento de disponibilidad en sus proximidades. El transmisor se entera de la disponibilidad basándose en escuchar a los receptores cercanos y el receptor se entera de posibles interferencias al escuchar los transmisores cercanos. De acuerdo con aspectos relacionados, los RUM pueden ponderarse para indicar no solo que un nodo está en desventaja (como receptor de transmisiones de datos debido a la interferencia que observa durante la recepción) y desea un modo de transmisión de evitación de colisiones, sino también el grado de desventaja del nodo. Un nodo receptor de RUM puede utilizar el hecho de que ha recibido un RUM, así como su peso, para determinar una respuesta apropiada. Como ejemplo, tal difusión de pesos permite evitar colisiones de manera equitativa. La invención describe una metodología de este tipo.

[0009] De acuerdo con otros aspectos, se puede emplear un umbral de rechazo de RUM (RRT) para facilitar la determinación de si responder a un RUM recibido. Por ejemplo, una métrica puede calcularse usando diversos parámetros y/o información comprendida por el RUM recibido, y la métrica puede compararse con la RRT para determinar si el RUM del nodo emisor garantiza una respuesta. De acuerdo con un aspecto relacionado, un nodo emisor de RUM puede indicar su grado de desventaja al indicar un número de canales para los cuales se aplica el RUM, de modo que el número de canales (en general, estos podrían ser recursos, subportadoras de frecuencia y/o intervalos de tiempo) indica el grado de desventaja. Si el grado de desventaja se reduce en respuesta al RUM, entonces el número de canales para los cuales se envía el RUM puede reducirse para una transmisión de RUM posterior. Si el grado de desventaja no se reduce, entonces el número de canales para los cuales se aplica el RUM puede aumentarse para una transmisión de RUM posterior.

[0010] Se puede enviar un RUM a una densidad espectral de potencia (PSD) constante, y un nodo receptor puede emplear la densidad espectral de potencia recibida y/o la potencia recibida del RUM para estimar una ganancia de canal de radiofrecuencia (RF) entre él mismo y nodo emisor de RUM para determinar si causará interferencia en el nodo emisor (por ejemplo, por encima de un nivel umbral aceptable predeterminado) si transmite. Por lo tanto, puede haber situaciones en las que un nodo receptor de RUM puede descodificar el RUM del nodo emisor de RUM, pero determina que no causará interferencia. Cuando un receptor de RUM determina que debe obedecer al RUM, puede hacerlo optando por reducir completamente su potencia en relación con ese recurso u optando por usar una potencia de transmisión suficientemente reducida como para llevar su posible nivel de interferencia estimado por debajo del nivel umbral aceptable predeterminado. Por lo tanto, una evitación de interferencias "drástica" (reducción de potencia completa) y una evitación de interferencias "suave" (control de potencia) son compatibles de manera unificada. De acuerdo con un aspecto relacionado, el nodo receptor puede emplear el RUM para determinar una ganancia de canal entre el nodo receptor y el nodo emisor de RUM para facilitar una determinación de si se debe transmitir o no en base a la interferencia estimada causada en el nodo emisor.

[0011] De acuerdo con un aspecto, un procedimiento de comunicación inalámbrica puede comprender generar un mensaje de utilización de recursos (RUM) en un primer nodo, donde dicho RUM indica que se ha alcanzado o superado un primer umbral predeterminado, ponderar el RUM con un valor que indica el grado con que se ha alcanzado o superado un segundo umbral predeterminado, y transmitir el RUM ponderado a uno o más segundos nodos.

[0012] Otro aspecto se refiere a un aparato que facilita la comunicación inalámbrica, que comprende un módulo de generación que genera un mensaje de utilización de recursos (RUM) en un primer nodo, donde dicho RUM indica que se ha alcanzado o superado un primer umbral predeterminado; un módulo de ponderación que pondera el RUM con un valor que indica el grado con que se ha alcanzado o superado un segundo umbral predeterminado; y un módulo de transmisión que envía el RUM ponderado a uno o más segundos nodos.

[0013] Otro aspecto se refiere a un aparato de comunicación inalámbrica, que comprende: medios para generar un mensaje de utilización de recursos (RUM) en un primer nodo, donde dicho RUM indica que se ha alcanzado o superado un primer umbral predeterminado; medios para ponderar el RUM con un valor que indica el grado con que se ha alcanzado o superado un segundo umbral predeterminado; y medios para transmitir el RUM ponderado a uno o más segundos nodos.

[0014] Otro aspecto más se refiere a un medio legible por máquina que comprende instrucciones para la comunicación inalámbrica, en el que las instrucciones durante su ejecución hacen que la máquina: genere un mensaje de utilización de recursos (RUM) en un primer nodo, donde dicho RUM indica que se ha alcanzado o superado un

primer umbral predeterminado; pondere el RUM con un valor que indica el grado con que se ha alcanzado o superado un segundo umbral predeterminado; y envíe el RUM ponderado a uno o más segundos nodos.

[0015] Un aspecto adicional se refiere a un procesador que facilita la comunicación inalámbrica, donde el procesador está configurado para: generar un mensaje de utilización de recursos (RUM) en un primer nodo, donde dicho RUM indica que se ha alcanzado o superado un primer umbral predeterminado; ponderar el RUM con un valor que indica el grado con que se ha alcanzado o superado un segundo umbral predeterminado; y enviar el RUM ponderado a uno o más segundos nodos.

[0016] Para conseguir los fines anteriores y otros relacionados, los uno o más aspectos comprenden los rasgos característicos descritos en mayor detalle más adelante en el presente documento, y señalados en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinados aspectos ilustrativos del uno o más aspectos. Sin embargo, estos aspectos solo indican algunas de las diversas maneras en que pueden emplearse los principios de diversos aspectos, y los aspectos descritos pretenden incluir todos dichos aspectos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0017]

La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica con múltiples estaciones base y múltiples terminales, que pueden utilizarse junto con uno o más aspectos.

La FIG. 2 es una ilustración de una metodología para realizar una compartición equitativa ponderada de un canal inalámbrico usando máscaras/mensajes de utilización de recursos (RUM), de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 3 ilustra una secuencia de eventos de solicitud-concesión que pueden facilitar la asignación de recursos, de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 4 es una ilustración de varias topologías que facilitan el entendimiento de los esquemas de solicitud-concesión, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 5 ilustra una metodología para gestionar interferencias empleando un mensaje de utilización de recursos (RUM) que se transmite a una densidad espectral de potencia (PSD) constante, de acuerdo con uno o más aspectos presentados en el presente documento.

La FIG. 6 es una ilustración de una metodología para generar TxRUM y solicitudes para facilitar el suministro de un control de acceso a medios (MAC) flexible en una red inalámbrica *ad hoc* implantada, de acuerdo con uno o más aspectos.

La FIG. 7 es una ilustración de una metodología para generar una concesión referente una solicitud de transmisión, de acuerdo con uno o más aspectos.

La FIG. 8 es una ilustración de una metodología para conseguir equidad entre nodos contendientes mediante el ajuste de una pluralidad de subportadoras usadas para transmitir un RUM de acuerdo con un nivel de desventaja asociado a un nodo dado, de acuerdo con uno o más aspectos.

La FIG. 9 es una ilustración de una transmisión de RxRUM entre dos nodos a una densidad espectral de potencia (PSD) constante, de acuerdo con uno o más aspectos.

La FIG. 10 es una ilustración de una metodología para emplear una PSD constante para la transmisión de RUM para facilitar la estimación de una cantidad de interferencia que será causada por un primer nodo en un segundo nodo, de acuerdo con uno o más aspectos.

La FIG. 11 ilustra una metodología para responder a paquetes de control de interferencia en un entorno de comunicación inalámbrica planificado y/o *ad hoc*, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 12 es una ilustración de una metodología para generar un RxRUM, de acuerdo con diversos aspectos descritos anteriormente.

La FIG. 13 es una ilustración de una metodología para responder a uno o más RxRUM recibidos, de acuerdo con uno o más aspectos.

La FIG. 14 es una ilustración de un entorno de red inalámbrica que se puede emplear junto con los diversos sistemas y procedimientos descritos en el presente documento.

La FIG. 15 es una ilustración de un aparato que facilita la comunicación inalámbrica de datos, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 16 es una ilustración de un aparato que facilita la comunicación inalámbrica usando mensajes de utilización de recursos (RUM), de acuerdo con uno o más aspectos.

La FIG. 17 es una ilustración de un aparato que facilita la generación de un mensaje de utilización de recursos (RUM) y la ponderación del RUM para indicar un nivel de desventaja, de acuerdo con diversos aspectos.

La FIG. 18 es una ilustración de un aparato que facilita la comparación de condiciones relativas en nodos en un entorno de comunicación inalámbrica para determinar qué nodos están más desfavorecidos, de acuerdo con uno o más aspectos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0018] A continuación se describirán diversos aspectos con referencia a los dibujos, en los que números de referencia similares se usan para hacer referencia a elementos similares en todos ellos. En la siguiente descripción se exponen, con propósitos explicativos, numerosos detalles específicos para proporcionar un entendimiento completo de uno o más aspectos. Sin embargo, puede resultar evidente que dicho(s) aspecto(s) se puede(n) llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagrama de bloques a fin de facilitar la descripción de uno o más aspectos.

[0019] Tal y como se utiliza en esta solicitud, los términos "componente", "sistema" y similares hacen referencia a una entidad relacionada con la informática, ya sea hardware, software, software en ejecución, firmware, middleware, microcódigo y/o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, un componente puede ser, pero no se limita a ser, un proceso que se ejecuta en un procesador, un procesador, un objeto, un ejecutable, un hilo de ejecución, un programa y/o un ordenador. Uno o más componentes pueden residir en un proceso y/o hilo de ejecución, y un componente puede estar ubicado en un ordenador y/o estar distribuido entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ejecutarse desde diversos medios legibles por ordenador que tengan diversas estructuras de datos almacenadas en los mismos. Los componentes se pueden comunicar por medio de procesos locales y/o remotos, tal como de acuerdo con una señal que tenga uno o más paquetes de datos (por ejemplo, datos de un componente que interactúe con otro componente en un sistema local, sistema distribuido y/o a través de una red, tal como Internet, con otros sistemas por medio de la señal). Además, los componentes de los sistemas descritos en el presente documento pueden reorganizarse y/o complementarse con componentes adicionales para facilitar la consecución de los diversos aspectos, objetivos, ventajas, etc., descritos en relación con los mismos, y no están limitados a las configuraciones precisas expuestas en una figura dada, como apreciarán los expertos en la técnica.

[0020] Además, en el presente documento se describen diversos aspectos en relación con una estación de abonado. Una estación de abonado también puede denominarse sistema, unidad de abonado, estación móvil, móvil, estación remota, terminal remoto, terminal de acceso, terminal de usuario, agente de usuario, dispositivo de usuario o equipo de usuario. Una estación de abonado puede ser un teléfono celular, un teléfono inalámbrico, un teléfono del protocolo de iniciación de sesión (SIP), una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un asistente digital personal (PDA), un dispositivo manual con capacidad de conexión inalámbrica u otro dispositivo de procesamiento conectado a un módem inalámbrico.

[0021] Además, diversos aspectos o rasgos característicos descritos en el presente documento se pueden implementar como un procedimiento, aparato o artículo de fabricación usando técnicas de programación y/o de ingeniería estándar. El término "artículo de fabricación" como se usa en el presente documento pretende englobar un programa informático accesible desde cualquier dispositivo, portadora o medio legible por ordenador. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero sin limitarse a, dispositivos de almacenamiento magnético (por ejemplo, un disco duro, un disco flexible, cintas magnéticas...), discos ópticos (por ejemplo, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD)...), tarjetas inteligentes y dispositivos de memoria flash (por ejemplo, tarjetas, dispositivos de almacenamiento USB...). Adicionalmente, diversos medios de almacenamiento descritos en el presente documento pueden representar uno o más dispositivos y/u otros medios legibles por máquina para almacenar información. El término "medio legible por máquina" puede incluir, sin limitarse a, canales inalámbricos y otros diversos medios que pueden almacenar, contener y/o transportar una o más instrucciones y/o datos. Se apreciará que el término "ejemplar" se usa en el presente documento en el sentido de que sirve como ejemplo, caso o ilustración. No se ha de considerar necesariamente que cualquier aspecto o diseño descrito en el presente documento como "ejemplar" sea preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos o diseños.

[0022] Se apreciará que un "nodo", como se usa en el presente documento, puede ser un terminal de acceso o un punto de acceso, y que cada nodo puede ser un nodo receptor así como un nodo transmisor. Por ejemplo, cada nodo puede comprender al menos una antena de recepción y una cadena de receptores asociada, así como al menos una antena de transmisión y una cadena de transmisores asociada. Además, cada nodo puede comprender uno o más procesadores para ejecutar código de software para realizar cualquiera y todos los procedimientos y/o protocolos

descritos en el presente documento, así como memoria para almacenar datos y/o instrucciones ejecutables por ordenador asociadas a los diversos procedimientos y/o protocolos descritos en el presente documento.

[0023] Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 1**, un sistema de comunicación inalámbrica 100 se ilustra de acuerdo con diversos aspectos presentados en el presente documento. El sistema 100 puede comprender una pluralidad de nodos, tal como una o más estaciones base 102 (por ejemplo, celulares, Wi-Fi o *ad hoc*,...) en uno o más sectores que reciben, transmiten, repiten, etc., señales de comunicación inalámbrica entre sí y/o a otro u otros nodos, tales como terminales de acceso 104. Cada estación base 102 puede comprender una cadena de transmisores y una cadena de receptores, cada uno de los cuales puede comprender a su vez una pluralidad de componentes asociados a la transmisión y la recepción de señales (por ejemplo, procesadores, moduladores, multiplexores, desmoduladores, demultiplexores, antenas,...) como apreciarán los expertos en la técnica. Los terminales de acceso 104 pueden ser, por ejemplo, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, dispositivos de comunicación manuales, dispositivos informáticos manuales, radios por satélite, sistemas de posicionamiento global, PDA y/o cualquier otro dispositivo adecuado para la comunicación a través de una red inalámbrica.

[0024] El siguiente análisis se proporciona para facilitar el entendimiento de los diversos sistemas y/o metodologías descritos en el presente documento. De acuerdo con diversos aspectos, se pueden asignar pesos de nodo (por ejemplo, a nodos de transmisión y/o recepción), donde cada peso de nodo es una función de una pluralidad de flujos admitidos por el nodo. "Flujo", como se usa en el presente documento, representa una transmisión que entra o sale de un nodo. El peso total del nodo se puede determinar sumando los pesos de todos los flujos que pasan por el nodo. Por ejemplo, los flujos de velocidad de bits constante (CBR) pueden tener pesos predeterminados, los flujos de datos pueden tener pesos proporcionales a su tipo (por ejemplo, HTTP, FTP,...), etc. Además, a cada nodo se le puede asignar un peso estático predeterminado que se puede añadir al peso de flujo de cada nodo para proporcionar una prioridad adicional a cada nodo. El peso de nodo también puede ser dinámico y reflejar las condiciones actuales de los flujos que transporta un nodo. Por ejemplo, el peso puede corresponder al peor rendimiento de un flujo que se transporta (recibe) en ese nodo. En esencia, el peso representa el grado de desventaja que el nodo está experimentando y se usa para establecer un acceso equitativo a canal entre un conjunto de nodos interferentes que compiten por un recurso común.

[0025] Los mensajes de solicitud, los mensajes de concesión y las transmisiones de datos pueden ser controlados por potencia: sin embargo, un nodo puede experimentar una interferencia excesiva que hace que sus niveles de relación de señal a interferencia más ruido (SINR) sean inaceptables. Para mitigar una SINR indeseablemente baja, se pueden utilizar mensajes de utilización de recursos (RUM), que pueden ser del lado del receptor (RxRUM) y/o del lado del transmisor (TxRUM). Un receptor puede emitir un RxRUM cuando los niveles de interferencia en los canales deseados del receptor superan un nivel umbral predeterminado. El RxRUM puede contener una lista de canales concedidos en los que el receptor desea una interferencia reducida, así como información de peso de nodo. Además, el RxRUM puede transmitirse a una densidad espectral de potencia (PSD) constante o a una potencia constante. Los nodos que descodifican el RxRUM (por ejemplo, transmisores que compiten con el receptor que emite el RxRUM,...) pueden reaccionar al RxRUM. Por ejemplo, los nodos que escuchan el RxRUM pueden calcular sus ganancias de canal respectivas a partir del receptor (por ejemplo, midiendo la PSD recibida y con conocimiento de la PSD constante a la que se envió el RxRUM) y pueden reducir sus respectivos niveles de potencia de transmisión para mitigar la interferencia. Los destinatarios de RxRUM pueden incluso optar por reducir completamente su potencia con respecto a los canales indicados en el RxRUM. Para garantizar que se evite la interferencia de manera equitativa, es decir, para garantizar que todos los nodos obtengan una cantidad equitativa de oportunidades de transmisión, se pueden incluir pesos en el RxRUM. El peso de un nodo dado se puede utilizar para calcular la cantidad equitativa de recursos para su asignación al nodo. De acuerdo con un ejemplo, los umbrales usados para enviar y/o reaccionar a un RUM pueden determinarse en base al comportamiento de un sistema. Por ejemplo, en un tipo de sistema basado solamente en la evitación de colisiones, se puede enviar un RUM para cada transmisión, y cualquier nodo que escuche el RUM puede reaccionar no transmitiendo en el canal asociado.

[0026] Si la máscara de bits de canal, que indica para qué canales se aplica el RUM, se incluye en el RUM, entonces se puede realizar una dimensión adicional para evitar colisiones, que puede ser útil cuando un receptor necesita planificar una pequeña cantidad de datos en una parte del canal y no quiere que un transmisor reduzca completamente su potencia con respecto a todo el canal. Este aspecto puede proporcionar una granularidad más fina en el mecanismo para evitar colisiones, que puede ser importante para el tráfico de ráfagas.

[0027] Un transmisor puede emitir un TxRUM cuando el transmisor no puede solicitar recursos adecuados (por ejemplo, cuando un transmisor escucha uno o más RxRUM que lo obligan a reducir su potencia en la mayoría de los canales). El TxRUM puede emitirse antes de la transmisión real, para informar a los receptores vecinos acerca de la interferencia inminente. El TxRUM puede informar a todos los receptores dentro del alcance de escucha que el transmisor considera que es el que tiene más derecho a ancho de banda, basándose en los RxRUM que el transmisor ha escuchado. El TxRUM puede transportar información acerca del peso del nodo transmisor, que puede ser utilizado por los nodos vecinos para calcular sus respectivas cantidades de recursos. Además, el TxRUM puede enviarse a una PSD o transmitir potencia que sea proporcional al nivel de potencia al que se transmiten los datos. Se apreciará que el TxRUM no necesita transmitirse a una PSD constante (por ejemplo, ata) ya que solo los nodos potencialmente afectados deben percatarse del estado del transmisor.

[0028] El RxRUM transporta información de peso que está destinada a transmitir a todos los transmisores dentro del alcance de "escucha" (por ejemplo, si envían datos al receptor o no) el grado con que el receptor ha perdido el ancho de banda debido a la interferencia de otras transmisiones. El peso puede representar el grado de desventaja y puede ser mayor cuando el receptor ha estado más en desventaja y más pequeño cuando está en menos desventaja. Como ejemplo, si el rendimiento se usa para medir el grado de desventaja, entonces una posible relación puede representarse como:

$$\text{Peso de RxRUM} = Q \left(\frac{R_{\text{objetivo}}}{R_{\text{real}}} \right)$$

donde R_{objetivo} representa el rendimiento deseado, R_{real} es el rendimiento real que se está logrando y $Q(x)$ representa el valor cuantificado de x . Cuando hay un solo flujo en el receptor, entonces R_{objetivo} puede representar el rendimiento mínimo deseado para ese flujo, y R_{real} puede representar el rendimiento promedio que se ha logrado para ese flujo. Cabe señalar que los pesos de mayor valor que representan un mayor grado de desventaja es una cuestión de convención. De forma similar, se puede utilizar una convención en la que los pesos de mayor valor representen un menor grado de desventaja siempre que la lógica de resolución de pesos se modifique adecuadamente. Por ejemplo, se podría usar la relación entre el rendimiento real y el rendimiento objetivo (lo inverso del ejemplo antes mostrado) para calcular los pesos.

[0029] Cuando hay múltiples flujos en el receptor, con valores R_{objetivo} potencialmente diferentes, entonces el receptor puede optar por establecer el peso basándose en el flujo más desfavorecido. Por ejemplo:

$$\text{Peso de RxRUM} = Q \left(\max_j \left(\frac{R_{\text{objetivo}}^j}{R_{\text{real}}^j} \right) \right)$$

donde j es el índice de flujo en el receptor. También se pueden llevar a cabo otras opciones, tal como basar el peso en la suma del rendimiento de flujo. Cabe señalar que las formas funcionales utilizadas para los pesos en la descripción anterior son meramente ilustrativas. El peso puede calcularse de diferentes maneras y usando métricas diferentes a los rendimientos. De acuerdo con un aspecto relacionado, el receptor puede determinar si tiene datos pendientes de un emisor (por ejemplo, un transmisor). Esto es cierto si ha recibido una solicitud o si ha recibido una solicitud previa que no ha concedido. En este caso, el receptor puede enviar un RxRUM cuando R_{real} es inferior a R_{objetivo} .

[0030] Un TxRUM puede transportar un solo bit de información que indica si está presente o no. Un transmisor puede establecer el bit TxRUM realizando una serie predefinida de acciones. Por ejemplo, el transmisor puede recopilar RxRUM que ha escuchado recientemente, incluido un RxRUM de su propio receptor si el receptor ha enviado uno. Si el transmisor no ha recibido ningún RxRUM, puede enviar una solicitud a su receptor sin enviar un TxRUM. Si el único RxRUM es de su propio receptor, entonces el transmisor puede enviar una solicitud y un TxRUM.

[0031] De forma alternativa, si el transmisor ha recibido RxRUM, incluido uno de su propio receptor, el transmisor puede clasificar los RxRUM en función de los pesos de RxRUM. Si el propio receptor del transmisor tiene el mayor peso, entonces el transmisor puede enviar un TxRUM y una solicitud. Sin embargo, si el propio receptor del transmisor no tiene el mayor peso, entonces el transmisor no tiene que enviar una solicitud o un TxRUM. En caso de que el propio receptor del transmisor sea uno de varios RxRUM, todos con el mayor peso, entonces el transmisor envía un TxRUM y solicita con una probabilidad definida por: $1/(\text{todos los RxRUM con el mayor peso})$. De acuerdo con otro aspecto, si el receptor ha recibido RxRUM que no incluyen uno de su propio receptor, entonces el transmisor puede no enviar una solicitud. Cabe señalar que toda la secuencia de procesamiento de RxRUM descrita anteriormente se puede aplicar incluso en casos sin TxRUM. En tal caso, la lógica es aplicada por un nodo transmisor para determinar si se debe enviar una solicitud a su receptor o no y, en caso afirmativo, para qué canales.

[0032] Según las solicitudes y/o los TxRUM que escucha un receptor, el receptor puede decidir conceder una solicitud dada. Cuando un transmisor no ha realizado una solicitud, el receptor no tiene que enviar una concesión. Si el receptor ha escuchado TxRUM, pero ninguno de un transmisor al que da servicio, entonces el receptor no envía una concesión. Si el receptor escucha un TxRUM solo de los transmisores a los que da servicio, entonces puede decidir otorgar una concesión. Si el receptor ha escuchado TxRUM de su propio transmisor así como de un transmisor que no está dando servicio, entonces son posibles dos resultados. Por ejemplo, si un promedio en ejecución de la velocidad de transmisión es al menos R_{objetivo} , entonces el receptor no otorga concesiones (por ejemplo, obliga a su transmisor a estar en silencio). De lo contrario, el receptor otorga concesiones con una probabilidad definida como $1,0/(\text{suma de TxRUM escuchados})$. Si al transmisor le han otorgado una concesión, el transmisor transmite una trama de datos que puede ser recibida por el receptor. Tras una transmisión con éxito, tanto el transmisor como el receptor actualizan la velocidad promedio para la conexión.

[0033] De acuerdo con otros aspectos, las acciones de planificación se pueden programar para implementar un grado de servicio idéntico (EGOS) u otros esquemas para gestionar la equidad y la calidad del servicio entre múltiples transmisores y/o flujos hacia un receptor. Un planificador usa su conocimiento de las velocidades recibidas por sus nodos asociados para decidir qué nodos planificar. Sin embargo, el planificador puede acatar las reglas de interferencia impuestas por el canal de acceso a medios a través del cual funciona. Específicamente, el planificador puede acatar los RUM que escucha de sus vecinos. Por ejemplo, en un enlace directo, un planificador en un punto de acceso (AP) puede enviar solicitudes a todos los terminales de acceso (AT) para los que tiene tráfico, a menos que esté bloqueado por RxRUM. El AP puede recibir concesiones desde uno o más de estos AT. Un AT puede no enviar una concesión si es reemplazado por un TxRUM competidor. El AP puede entonces planificar el AT que tiene la mayor prioridad, de acuerdo con el algoritmo de planificación, y puede transmitir.

[0034] En un enlace inverso, cada AT que tiene tráfico que enviar puede solicitar el AP. Un AT no enviará una solicitud si está bloqueado por un RxRUM. El AP planifica el AT que tiene la máxima prioridad, de acuerdo con el algoritmo de planificación, mientras acata cualquier TxRUM que haya escuchado en una ranura anterior. A continuación, el AP envía una concesión al AT. Al recibir una concesión, el AT transmite.

[0035] La **FIG. 2** es una ilustración de una metodología 200 para realizar una compartición equitativa ponderada de un canal inalámbrico usando máscaras/mensajes de utilización de recursos (RUM), de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento. En 202 se puede hacer una determinación con respecto al número de canales a través de los cuales un nodo (por ejemplo, un punto de acceso, un terminal de acceso, etc.) preferiría transmitir. Dicha determinación puede basarse, por ejemplo, en la necesidad asociada con una cantidad dada de datos a transmitir, la interferencia experimentada en el nodo o cualquier otro parámetro adecuado (por ejemplo, latencia, velocidad de datos, eficacia espectral, etc.). En 204 se pueden seleccionar uno o más canales para lograr el número deseado de canales. La selección de canales se puede realizar con preferencia por los canales disponibles. Por ejemplo, los canales que se sabe que han estado disponibles en un período de transmisión anterior pueden seleccionarse antes que los canales que estuvieron ocupados en el período de transmisión anterior. En 206 se puede transmitir una solicitud para el/los canal(es) seleccionado(s). La solicitud puede comprender una máscara de bits de canales preferentes sobre los cuales un transmisor (por ejemplo, un nodo de transmisión,...) tiene la intención de transmitir datos, y puede enviarse desde el transmisor a un receptor (por ejemplo, un nodo receptor, un teléfono celular, un teléfono inteligente, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un punto de acceso,...). La solicitud puede ser una solicitud referente a una primera pluralidad de canales que no han estado bloqueados en un intervalo de tiempo más reciente, una solicitud referente a una segunda pluralidad de canales si la primera pluralidad de canales es insuficiente para la transmisión de datos, etc. Además, el mensaje de solicitud enviado en 206 puede controlarse por potencia para garantizar un nivel deseado de fiabilidad en el receptor.

[0036] De acuerdo con otros aspectos, la determinación del número de canales deseados para una transmisión dada puede ser una función de un peso asociado con el nodo, una función de pesos asociados con otros nodos que solicitan canales, una función de un número de canales disponibles para la transmisión, o cualquier combinación de los factores anteriores. Por ejemplo, un peso puede ser una función de una pluralidad de flujos a través del nodo, un nivel de interferencia experimentado en el nodo, etc. De acuerdo con otras características, la selección de canales puede comprender la división de canales en uno o más conjuntos, y puede basarse, en parte, en un mensaje de utilización de recursos (RUM) recibido que indica que uno o más canales en un conjunto de canales no están disponibles. El RUM puede evaluarse para determinar si un canal dado está disponible (por ejemplo, no está identificado por el RUM). Por ejemplo, se puede determinar que un canal determinado está disponible si no está incluido en el RUM. Otro ejemplo es que un canal se considera disponible incluso si se recibió un RUM para ese canal, pero el peso difundido para ese canal era más bajo que el peso difundido en el RUM enviado por el receptor del nodo.

[0037] La **FIG. 3** ilustra una secuencia de eventos de solicitud-concesión que pueden facilitar la asignación de recursos, de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento. Se representa una primera serie de eventos 302, que comprende una solicitud que se envía desde un transmisor a un receptor. Al recibir la solicitud, el receptor puede enviar un mensaje de concesión al transmisor, que concede todos o un subconjunto de canales solicitados por el transmisor. A continuación, el transmisor puede transmitir datos a través de algunos o todos los canales concedidos.

[0038] De acuerdo con un aspecto relacionado, una secuencia de eventos 304 puede comprender una solicitud que se envía desde un transmisor a un receptor. La solicitud puede incluir una lista de canales a través de los cuales el transmisor desea transmitir datos al receptor. A continuación, el receptor puede enviar un mensaje de concesión al transmisor, que indica que se han concedido todos o un subconjunto de los canales deseados. A continuación, el transmisor puede transmitir un mensaje piloto al receptor, tras cuya recepción el receptor puede transmitir información de velocidad al transmisor para facilitar la mitigación de una SINR indeseablemente baja. Al recibir la información de velocidad, el transmisor puede proceder con la transmisión de datos a través de los canales concedidos y a la velocidad de transmisión indicada.

[0039] De acuerdo con un aspecto relacionado, un transmisor puede difundir un TxRUM cuando el transmisor no puede solicitar recursos adecuados (por ejemplo, cuando un transmisor escucha uno o más RxRUM que ocupan la

mayoría de los canales disponibles del transmisor). Tal TxRUM puede transportar información acerca del peso del nodo transmisor, que puede ser utilizado por los nodos vecinos para calcular sus respectivas cantidades de recursos. Además, el TxRUM puede enviarse a una PSD proporcional al nivel de potencia al que se transmiten los datos. Se apreciará que el TxRUM no necesita transmitirse a una PSD constante (por ejemplo, ata) ya que solo los nodos potencialmente afectados deben percatarse del estado del transmisor.

[0040] La secuencia de eventos 302 y 304 se puede realizar en vista de una pluralidad de restricciones que se pueden aplicar durante un evento de comunicación. Por ejemplo, el transmisor puede solicitar cualquier canal que no haya sido bloqueado por un RxRUM en un intervalo de tiempo anterior. Los canales solicitados pueden priorizarse con preferencia por un canal satisfactorio en un ciclo de transmisión más reciente. En caso de que no haya suficientes canales, el transmisor puede solicitar canales adicionales para obtener una cantidad equitativa de los mismos enviando TxRUM para anunciar una contienda por los canales adicionales. La cantidad equitativa de canales se puede determinar entonces de acuerdo con el número y los pesos de los vecinos contendientes (por ejemplo, nodos), en vista de los RxRUM que se han escuchado.

[0041] La concesión del receptor puede ser un subconjunto de los canales enumerados en la solicitud. El receptor puede tener autoridad para evitar canales que presenten altos niveles de interferencia durante una transmisión más reciente. En caso de que los canales concedidos sean insuficientes, el receptor puede añadir canales (por ejemplo, hasta la cantidad equitativa del transmisor) enviando uno o más RxRUM. La cantidad equitativa de canales del transmisor se puede determinar, por ejemplo, evaluando el número y los pesos de los nodos vecinos, en vista de los TxRUM que se han escuchado (por ejemplo, recibido).

[0042] Durante la transmisión, el transmisor puede enviar datos a través de todos o un subconjunto de canales concedidos en el mensaje de concesión. El transmisor puede reducir la potencia de transmisión en algunos o todos los canales tras escuchar un RxRUM. En caso de que el transmisor escuche una concesión y múltiples RxRUM en un mismo canal, el transmisor puede transmitir con probabilidad recíproca. Por ejemplo, si se escucha una concesión y tres RxRUM para un solo canal, entonces el transmisor puede transmitir con una probabilidad de 1/3, etc. (por ejemplo, la probabilidad de que el transmisor emplee el canal es de 1/3).

[0043] De acuerdo con otros aspectos, el exceso de ancho de banda puede asignarse de acuerdo con un esquema de compartición que esté libre de las restricciones anteriores. Por ejemplo, la planificación basada en peso, como se describe anteriormente, puede facilitar la compartición equitativa ponderada de recursos. Sin embargo, en caso de que haya un exceso de ancho de banda, no es necesario limitar la asignación de recursos (por ejemplo, por encima de la cantidad equitativa mínima). Por ejemplo, se puede considerar un escenario en el que dos nodos con memorias intermedias completas tienen cada uno pesos de 100 (por ejemplo, correspondientes a velocidades de flujo de 100 kbps) y comparten un canal. En esta situación, los nodos pueden compartir el canal por igual. Si experimentan diferentes calidades de canal, a cada uno de los dos nodos se le puede conceder, por ejemplo, 300 kbps. Sin embargo, puede ser deseable dar solo 200 kbps al nodo 1, para aumentar la cantidad del nodo 2 a 500 kbps. Es decir, en tales situaciones, puede ser conveniente compartir cualquier exceso de ancho de banda de manera poco equitativa para lograr un mayor rendimiento de sector. El mecanismo de ponderación puede ampliarse de manera simple para facilitar una compartición no equitativa. Por ejemplo, además del peso, cada nodo también puede tener una noción de su velocidad asignada, cuya información puede asociarse a un servicio adquirido por un AT. Un nodo puede actualizar continuamente su velocidad promedio (durante un intervalo adecuado) y puede enviar RUM cuando su rendimiento promedio está por debajo de la velocidad asignada para garantizar que los nodos no compitan por los excesos de recursos más allá de su velocidad asignada, que posteriormente puede repartirse en otros esquemas de compartición.

[0044] La FIG. 4 es una ilustración de varias topologías que facilitan el entendimiento de los esquemas de solicitud-concesión, de acuerdo con diversos aspectos. La primera topología 402 tiene tres enlaces (A-B, C-D, E-F) muy cerca, donde cada nodo A-F puede escuchar el RUM de cualquier otro nodo. La segunda topología 404 tiene tres enlaces en una cadena, y el enlace central (C-D) interfiere con ambos enlaces externos (A-B y E-F), mientras que los enlaces externos no interfieren entre sí. Los RUM pueden simularse, de acuerdo con este ejemplo, de modo que el alcance de un RUM sea de dos nodos. La tercera topología 406 comprende tres enlaces en el lado derecho (C-D, E-F y G-H) que interfieren entre sí y pueden escuchar los RUM de cada uno. El único enlace (A-B) en el lado izquierdo solo interfiere con el enlace (C-D).

[0045] De acuerdo con diversos ejemplos, para las topologías descritas anteriormente, el desempeño de tres sistemas se describe en la siguiente Tabla 1. En un escenario de "información completa", se supone la disponibilidad de un RxRUM con máscara de bits y pesos, así como un TxRUM con máscara de bits y pesos. En el escenario de "información parcial", se supone un RxRUM con máscara de bits y pesos, y un TxRUM con pesos pero sin máscaras de bits. Finalmente, en el escenario "solo RxRUM" no se envía ningún TxRUM.

Tabla 1.

	Información completa (máscara de bits de RxRUM + TxRUM)	Información parcial (peso de RxRUM + TxRUM)	Solo RxRUM
Topología 1	Conv: 4,6 ciclos	Conv: 9,1 ciclos	Conv: 10,3 ciclos
	AB = 0,33 CD = 0,33 EF = 0,33	AB = 0,328 CD = 0,329 EF = 0,325	AB = 0,33 CD = 0,33 EF = 0,33
Topología 2	Conv: 3,8 ciclos AB = 0,5 CD = 0,5 EF = 0,5	Conv: 5,4 ciclos AB = 0,5 CD = 0,5 EF = 0,5	Conv: nunca AB = 0,62 CD = 0,36 EF = 0,51
Topología 3	Conv: 5,5 ciclos AB = 0,67 CD = 0,33 EF = 0,33 GH = 0,33	Conv: 9,3 ciclos AB = 0,665 CD = 0,33 EF = 0,33 GH = 0,33	Conv: nunca AB = 0,77 CD = 0,21 EF = 0,31 GH = 0,31

[0046] Como se observa en la Tabla 1, la propuesta de información parcial es capaz de lograr una cantidad equitativa de los pesos con un pequeño retardo en la convergencia. Los números de convergencia muestran el número de ciclos necesarios para que los esquemas converjan a un reparto estable de los canales disponibles. Posteriormente, los nodos pueden proceder a utilizar los mismos canales.

[0047] La FIG. 5 es una ilustración de una metodología 500 para gestionar interferencias empleando un mensaje de utilización de recursos (RUM) que se transmite a una densidad espectral de potencia (PSD) constante, de acuerdo con uno o más aspectos presentados en el presente documento. Los mensajes de solicitud, los mensajes de concesión y las transmisiones pueden ser controlados por potencia: sin embargo, un nodo puede experimentar una interferencia excesiva que hace que sus niveles de relación de señal a interferencia más ruido (SINR) sean inaceptables. Para mitigar un SINR indeseablemente bajo, se pueden utilizar RUM, que pueden ser del lado del receptor (RxRUM) y/o del lado del transmisor (TxRUM). Un receptor puede emitir un RxRUM cuando los niveles de interferencia en los canales deseados del receptor superan un nivel umbral predeterminado. El RxRUM puede contener una lista de canales en los que el receptor desea una interferencia reducida, así como información de peso de nodo. Además, el RxRUM puede transmitirse a una densidad espectral de potencia (PSD) constante. Los nodos que "escuchan" el RxRUM (por ejemplo, transmisores que compiten con el receptor que emite el RxRUM) pueden reaccionar al RxRUM, deteniendo su transmisión o reduciendo la potencia transmitida.

[0048] Por ejemplo, en una implantación *ad hoc* de nodos inalámbricos, una relación portadora a interferencia (C/I) puede ser indeseablemente baja en algunos nodos, lo que puede dificultar transmisiones satisfactorias. Se apreciará que los niveles de interferencia empleados para calcular la C/I pueden comprender ruido, de modo que la C/I puede expresarse de forma similar como $C/(I+N)$, donde N es ruido. En tales casos, un receptor puede gestionar la interferencia solicitando que otros nodos cercanos reduzcan sus respectivas potencias de transmisión o reduzcan su potencia completamente con respecto a los canales indicados. En 502 se puede generar una indicación de canales (por ejemplo, en un sistema multicanal) que presentan una C/I que está por debajo de un primer umbral predeterminado. En 504 se puede transmitir un mensaje, donde el mensaje comprende información que indica qué canales presentan C/I inadecuadas. Por ejemplo, un primer nodo (por ejemplo, un receptor) puede transmitir un RUM, junto con una máscara de bits que comprende información que indica canales que tienen C/I que son indeseablemente bajas. El RUM también puede enviarse a una PSD constante conocida por todos los nodos de la red. De esta manera, los nodos con niveles de potencia variables pueden transmitir con la misma PSD.

[0049] El mensaje (por ejemplo, RUM) puede ser recibido por otros nodos, en 506. Al recibir el RUM, un segundo nodo (por ejemplo, un transmisor) puede utilizar la PSD asociada al RUM para calcular la distancia de radiofrecuencia (RF) (por ejemplo, ganancia de canal) entre sí mismo y el primer nodo, en 508. La reacción de un nodo dado al RUM puede variar de acuerdo con la distancia de RF. Por ejemplo, una comparación de la distancia de RF a un segundo umbral predeterminado se puede realizar en 510. Si la distancia de RF está por debajo del segundo umbral predeterminado (por ejemplo, el primer nodo y el segundo nodo están cerca el uno del otro), entonces el segundo nodo puede cesar cualquier transmisión adicional a través de los canales indicados en el RUM para mitigar la interferencia, en 512. De forma alternativa, si el segundo nodo y el primer nodo están suficientemente separados entre sí (por ejemplo, la distancia de RF entre ellos es igual a o mayor que el segundo umbral predeterminado en comparación con 510), entonces el segundo nodo puede utilizar la información de distancia de RF para predecir una magnitud de interferencia que será causada en el primer nodo y que es atribuible al segundo nodo si el segundo nodo continuara transmitiendo a través de los canales indicados en el RUM, en 514. En 516, el nivel de interferencia predicho puede compararse con un tercer nivel de umbral predeterminado.

[0050] Por ejemplo, el tercer umbral predeterminado puede ser una porción fija de un nivel objetivo de interferencia sobre ruido térmico (IOT), que es la relación entre el ruido de interferencia y la potencia de ruido térmico medida en un ancho de banda común (por ejemplo, aproximadamente el 25% de un IOT objetivo de 6 dB, o algún otro nivel de umbral). Si la interferencia predicha está por debajo del nivel umbral, entonces el segundo nodo puede seguir transmitiendo a través de los canales indicados en el RUM, a 520. Sin embargo, si se determina que la interferencia predicha es igual a o mayor que el tercer nivel de umbral predeterminado, entonces, en 518, el segundo nodo puede reducir su nivel de potencia de transmisión hasta que la interferencia predicha esté por debajo del tercer nivel umbral. De esta manera, se puede emplear un solo mensaje, o RUM, para indicar interferencia en múltiples canales. Al hacer que los nodos de interferencia reduzcan la potencia, los nodos afectados (por ejemplo, receptores, terminales de acceso, puntos de acceso,...) pueden recibir bits con éxito en un subconjunto de los múltiples canales, y a los nodos que reducen sus niveles de potencia de transmisión también se les puede permitir que continúen sus respectivas transmisiones.

[0051] Con respecto a las Figs. 6 y 7, el control de acceso a medios flexible puede facilitarse permitiendo que un receptor comunique a uno o más transmisores no solo que prefiere un modo de transmisión de evitación de colisiones, sino también su grado de desventaja en relación con otros receptores. En los MAC celulares de tercera generación, se puede mitigar la necesidad de evitar interferencias entre células empleando un esquema de implantación planificada. Los MAC celulares generalmente alcanzan una alta eficacia espacial (bits/área unitaria), pero la implantación planificada es costosa, requiere mucho tiempo y puede no ser adecuada para implantaciones de puntos de acceso. Por el contrario, los sistemas WLAN, tales como los basados en la familia de normas 802.11, imponen muy pocas restricciones en su implantación, pero el ahorro de costes y tiempo asociado a la implantación de sistemas WLAN en relación con los sistemas celulares se produce a expensas de la mayor robustez frente a interferencias con la que cuenta el MAC. Por ejemplo, la familia 802.11 usa un MAC que se basa en el acceso múltiple por detección de portadora (CSMA). CSMA es, fundamentalmente, un enfoque de "escuchar antes de transmitir", en el que un nodo que intenta transmitir tiene que "escuchar" primero al medio, determinar que está inactivo y, a continuación, seguir un protocolo de reducción de potencia antes de la transmisión. Un MAC de detección de portadora puede dar lugar a una utilización deficiente, un control de equidad limitado y una susceptibilidad a nodos ocultos y expuestos. Con el fin de superar las deficiencias asociadas a los sistemas celulares de implantación planificada y a los sistemas Wi-Fi/WLAN, se describen diversos aspectos con respecto a las Figs. 6 y 7, que emplean una transmisión de canal de control síncrono (por ejemplo, para enviar solicitudes, concesiones, señales piloto, etc.), un uso eficiente de RUM (por ejemplo, un RxRUM puede ser enviado por un receptor cuando desea que los transmisores interferentes reduzcan su potencia, un TxRUM puede ser enviado por un transmisor para permitir que su receptor previsto y los receptores con los que interfiere se percaten de su intención de transmitir, etc.), así como una mayor fiabilidad de canal de control mediante reutilización (por ejemplo, de modo que se puedan descodificar múltiples RUM simultáneamente en el receptor), etc.

[0052] De acuerdo con algunas características, los RxRUM se pueden ponderar con un coeficiente que sea indicativo del grado de desventaja del receptor a la hora de dar servicio a sus transmisores. Un transmisor interferente puede usar tanto el hecho de que escuchó un RxRUM como el valor del peso asociado al RxRUM para determinar una próxima acción. De acuerdo con un ejemplo, cuando un receptor recibe un único flujo, el receptor puede enviar un RxRUM cuando

$$\frac{RST}{R_{real}} < T,$$

donde RST (umbral de envío de RUM) es el rendimiento objetivo para el flujo, R_{real} es el rendimiento real conseguido calculado como un promedio móvil a corto plazo (por ejemplo, a través de un filtro IIR de un polo,...), y T es un umbral con el cual se compara la relación. Si el receptor no puede planificar su transmisor durante una ranura en particular, se puede suponer que la velocidad de esa ranura es 0. De lo contrario, la velocidad conseguida en esa ranura es una muestra que se puede alimentar al filtro de cálculo de promedio. El umbral, T, se puede establecer en la unidad para que siempre que el rendimiento real caiga por debajo del rendimiento objetivo, el peso se genere y se transmita.

[0053] Un transmisor puede "escuchar" un RxRUM si puede descodificar el mensaje RxRUM. Un transmisor puede ignorar opcionalmente el mensaje RxRUM si estima que la interferencia que causará en el emisor RxRUM está por debajo de un umbral de rechazo de RUM (RRT). En el diseño de MAC instantáneo, los RxRUM/TxRUM, las solicitudes y las concesiones pueden enviarse en un canal de control que tiene un factor de reutilización muy bajo (por ejemplo, 1/4 o menor) para garantizar que el impacto de la interferencia en la información de control sea bajo. Un transmisor puede analizar el conjunto de RxRUM que ha escuchado y, si un RxRUM escuchado desde su receptor previsto es el RxRUM de mayor peso, el transmisor puede enviar una solicitud con un TxRUM que indica a todos los receptores que pueden escuchar al transmisor, (por ejemplo, incluido su propio receptor), que ha ganado la "contienda" y tiene derecho a usar el canal. Otras condiciones para enviar un TxRUM, gestionar múltiples RxRUM de igual peso, gestionar múltiples TxRUM, solicitudes, etc., se describen a continuación con más detalle con respecto a las Figs. 6 y 7. Establecer el peso de RxRUM y las acciones correspondientes en el transmisor permite una resolución de contiendas determinista y, por lo tanto, mejora la utilización del medio compartido y la compartición equitativa ponderada a través del establecimiento del RST. Además de establecer el RST, que controla la probabilidad de envío de los RxRUM, el

establecimiento del RRT puede facilitar el control del grado con que el sistema funciona en un modo de evitación de colisiones.

[0054] Con respecto al RST, desde la perspectiva de la eficacia del sistema, el RST puede emplearse de modo que se pueda invocar un protocolo de evitación de colisiones o un protocolo de transmisión simultánea en base al análisis de qué protocolo logra un mayor rendimiento de sistema para una configuración de usuario específica. Desde una perspectiva de velocidad pico o a partir de un servicio que no tolera retardos, se puede permitir a los usuarios que emitan ráfagas de datos a una velocidad superior a la que se puede lograr usando transmisiones simultáneas a expensas de la eficacia del sistema. Además, determinados tipos de canales de tráfico de velocidad fija (por ejemplo, canales de control) pueden requerir que se consiga un rendimiento específico, y el RST puede establecerse en consecuencia. Además, determinados nodos pueden tener un mayor requisito de tráfico debido a la agregación de un gran volumen de tráfico. Esto es particularmente cierto si se usa un enlace de retroceso inalámbrico en una arquitectura similar a un árbol y un receptor está planificando un nodo que está cerca de la raíz del árbol.

[0055] Una metodología para determinar un RST fijo es establecer el RST en base a la eficacia espectral de borde de enlace directo lograda en los sistemas celulares planificados. La eficacia espectral de borde de célula indica el rendimiento que un usuario en un borde puede lograr en un sistema celular cuando la BTS transmite a un usuario dado, donde los nodos vecinos están activos en todo momento. Esto es así para garantizar que el rendimiento con transmisiones simultáneas no sea peor que el rendimiento de borde de célula en un sistema celular planificado, que se puede utilizar para desencadenar una transición al modo de evitación de colisiones para mejorar el rendimiento (por ejemplo, sobre lo que se puede lograr usando un modo de transmisión simultánea). De acuerdo con otras características, los RST pueden ser diferentes para diferentes usuarios (por ejemplo, los usuarios pueden suscribirse a diferentes niveles de servicio asociados a diferentes RST,...).

[0056] La **FIG. 6** es una ilustración de una metodología 600 para generar TxRUM y solicitudes para facilitar el suministro de un control de acceso a medios (MAC) flexible en una red inalámbrica *ad hoc* implantada, de acuerdo con uno o más aspectos. El TxRUM puede informar a todos los receptores dentro del alcance de escucha que el transmisor considera que es el que tiene más derecho a ancho de banda, basándose en los RxRUM que el transmisor ha escuchado. Un TxRUM transporta un solo bit de información que indica su presencia, y un transmisor puede establecer el bit TxRUM de la siguiente manera.

[0057] En 602, el transmisor puede determinar si acaba de escuchar (por ejemplo, dentro de un período de supervisión predeterminado,...) uno o más RxRUM, incluido un RxRUM de su propio receptor (por ejemplo, supóngase que A se está comunicando con B e interfiere con C y D; entonces, A puede escuchar los RxRUM de B, C y D, siendo B su receptor), si ha enviado uno (es decir, si B ha enviado uno en el ejemplo en ejecución). Como se describe en el presente documento, un "nodo" puede ser un terminal de acceso o un punto de acceso, y puede comprender tanto un receptor como un transmisor. Por lo tanto, el uso de terminología, tal como "transmisor" y "receptor", en esta descripción debe interpretarse como "cuando un nodo desempeña el papel de un transmisor" y "cuando un nodo desempeña el papel de un receptor", respectivamente. Si el transmisor no ha recibido ningún RxRUM, entonces, en 604, envía una solicitud a su receptor sin enviar un TxRUM. Si el transmisor ha recibido al menos un RxRUM, entonces, en 606, se puede determinar si se ha recibido un RxRUM desde el propio receptor del transmisor (por ejemplo, un receptor en el nodo del transmisor,...). De lo contrario, en 608, se puede tomar la decisión de abstenerse de transmitir un TxRUM y una solicitud asociada.

[0058] Si la determinación en 606 es positiva, entonces, en 610, se puede tomar una determinación adicional con respecto a si el RxRUM recibido desde el propio receptor del transmisor es el único RxRUM que se ha escuchado. Si es así, entonces, en 612, el transmisor puede enviar un TxRUM y una solicitud de transmisión. Si el transmisor ha recibido múltiples RxRUM, incluido el RxRUM de su propio receptor, entonces, en 614, el transmisor puede proceder a ordenar los RxRUM basándose en los pesos asociados a los mismos. En 616 se puede determinar si el RxRUM recibido desde el propio receptor del transmisor tiene el mayor peso (por ejemplo, el mayor nivel de desventaja) de todos los RxRUM recibidos. Si es así, entonces, en 618, el transmisor puede enviar tanto un TxRUM como una solicitud de transmisión. Si la determinación en 616 es negativa, entonces, en 620, el transmisor puede abstenerse de transmitir el TxRUM y la solicitud. En un escenario en el que el transmisor recibe un RxRUM desde su propio receptor, así como otro u otros RxRUM y todos tienen el mismo peso, el transmisor puede enviar un TxRUM y una solicitud con probabilidad $1/N$, donde N es el número de RxRUM que tienen el mayor peso. En un aspecto, la lógica de la Fig. 6 puede aplicarse sin ningún TxRUM, sino solo con solicitudes. Es decir, los RxRUM controlan si un nodo puede enviar o no una solicitud referente a un recurso en particular.

[0059] El término "desventaja", como se usa en el presente documento, puede determinarse en función de, por ejemplo, una relación de un valor objetivo con respecto a un valor real para un nodo dado. Por ejemplo, cuando la desventaja se mide en función del rendimiento, la eficacia espectral, la velocidad de transferencia de datos o algún otro parámetro en el que se desean valores más altos, entonces, cuando el nodo está en desventaja, el valor real será relativamente más bajo que el valor objetivo. En tales casos, un valor ponderado indicativo del nivel de desventaja del nodo puede ser una función de la relación entre el valor objetivo con respecto al valor real. En casos en los que se desea que el parámetro sobre el cual se basa la desventaja sea bajo (por ejemplo, latencia), se puede utilizar un valor recíproco de la relación del valor objetivo con respecto al valor real para generar el peso. Como se usa en el presente

documento, puede entenderse que un nodo que se describe como que tiene un "mejor" estado en relación con otro nodo tiene un menor nivel de desventaja (por ejemplo, el nodo con el mejor estado tiene menos interferencia, menos latencia, una mayor velocidad de transferencia de datos, un mayor rendimiento, una mayor eficacia espectral, etc., que otro nodo con el que se compara).

[0060] De acuerdo con un ejemplo, un transmisor A y un transmisor C pueden transmitir simultáneamente (por ejemplo, de acuerdo con un esquema de control de acceso a medios sincrónico en el que los transmisores transmiten en tiempos específicos y los receptores transmiten en otros tiempos específicos), a un receptor B y un receptor D, respectivamente. El receptor B puede determinar y/o haber predeterminado una cantidad de interferencia que está experimentando, y puede enviar un RxRUM a transmisores, tal como al transmisor A y al transmisor C. El receptor D no necesita escuchar el RxRUM, ya que el receptor D transmite al mismo tiempo como receptor B. Para avanzar en el ejemplo, al escuchar el RxRUM del receptor B, el transmisor C puede evaluar el estado del receptor B como se indica en el RxRUM, y puede comparar su propio estado (que puede ser conocido por C o difundido por el RxRUM enviado por D) con el del receptor B. Tras la comparación, el transmisor C puede realizar varias acciones.

[0061] Por ejemplo, al determinar que el transmisor C está experimentando un menor grado de interferencia que el receptor B, el transmisor C puede reducir su potencia absteniéndose de transmitir una solicitud de transmisión. De forma adicional o alternativa, el transmisor C puede evaluar o determinar cuánta interferencia está causando en el receptor B (por ejemplo, en un caso en el que los RxRUM de los receptores se envían a una densidad espectral de potencia idéntica o constante. Dicha determinación puede comprender estimar una ganancia de canal para el receptor B, seleccionar un nivel de potencia de transmisión y determinar si un nivel de interferencia que se generaría en el receptor B por una transmisión desde el transmisor C al nivel de potencia de transmisión seleccionado supera un nivel de interferencia umbral aceptable predeterminado. Según la determinación, el transmisor C puede optar por transmitir a un nivel de potencia que sea igual a un nivel de potencia de transmisión previo o inferior.

[0062] En caso de que el estado del transmisor C (por ejemplo, un nivel de desventaja con respecto a la escasez de recursos, interferencia,...) sea sustancialmente igual al del receptor B, el transmisor C puede evaluar y/o abordar los pesos asociados a los RxRUM que ha escuchado. Por ejemplo, si el transmisor C ha escuchado cuatro RUM con pesos de 3, 5, 5 y 5, y el RxRUM escuchado por el receptor B tiene uno de los pesos de 5 (por ejemplo, tiene un peso igual al mayor peso de todos los RxRUM escuchados por el transmisor C), entonces C enviará una solicitud con probabilidad 1/3.

[0063] La **FIG. 7** ilustra una metodología 700 para generar una concesión referente una solicitud de transmisión, de acuerdo con uno o más aspectos. En 702, un receptor puede evaluar solicitudes y TxRUM que ha escuchado o recibido recientemente (por ejemplo, durante un período de supervisión predefinido,...). Si no se han recibido solicitudes, entonces, en 704, el receptor puede abstenerse de enviar un mensaje de concesión. Si se ha recibido al menos una solicitud y un TxRUM, entonces, en 706, se puede determinar si el o los TxRUM recibido(s) proviene(n) de un transmisor al que el receptor da servicio. En caso negativo, entonces, en 708, el receptor puede abstenerse de enviar una concesión. En caso positivo, entonces, en 710, el receptor puede determinar si todos los TxRUM recibidos provienen de transmisores a los que el receptor da servicio.

[0064] Si la determinación en 710 es positiva, entonces se puede generar una concesión y enviarla a uno o más transmisores solicitantes, en 712. Si la determinación en 710 es negativa y el receptor ha recibido un TxRUM desde su propio transmisor además de un TxRUM de un transmisor al que el receptor no da servicio, entonces, en 714, se puede determinar si un promedio en ejecución de la velocidad de transmisión es mayor que o igual a R_{objetivo} . Si el promedio en ejecución de la velocidad de transmisión es mayor que o igual a R_{objetivo} , entonces, en 716, el receptor puede abstenerse de conceder los recursos solicitados. Si no es el caso, entonces, en 718, el receptor puede enviar una concesión con una probabilidad de $1/N$, donde N es el número de TxRUM recibidos. En otro aspecto, los TxRUM pueden incluir pesos al igual que los RxRUM, y cuando se escuchan múltiples TxRUM, al menos uno de uno de sus transmisores y uno de otro transmisor, entonces se otorgan concesiones en base a si el TxRUM con el mayor peso fue enviado por uno de sus transmisores o no. En caso de un empate con múltiples TxRUM con el mayor peso, incluido uno que proviene de uno de sus transmisores, se envía una concesión con probabilidad m/N , donde N es el número de TxRUM escuchados con el mayor peso, de los cuales m provienen de los transmisores del receptor.

[0065] De acuerdo con aspectos relacionados, el receptor puede evaluar periódicamente y/o continuamente si tiene datos pendientes de un emisor. Esto es cierto si el receptor ha recibido una solicitud actual o si ha recibido una solicitud previa que no ha concedido. En cualquier caso, el receptor puede enviar un RxRUM siempre que la velocidad de transmisión promedio esté por debajo de R_{objetivo} . Además, con la concesión de una solicitud del transmisor, el transmisor puede transmitir una trama de datos, que puede ser recibida por el receptor. Si hay datos pendientes para el par transmisor-receptor, entonces tanto el transmisor como el receptor pueden actualizar la información de velocidad promedio para la conexión.

[0066] La **FIG. 8** es una ilustración de una metodología 800 para conseguir equidad entre nodos contendientes mediante el ajuste de una pluralidad de canales para los que transmitir un RUM de acuerdo con un nivel de desventaja asociado a un nodo dado, de acuerdo con uno o más aspectos. Como se describió anteriormente con respecto a las figuras anteriores, se envía un RxRUM para indicar que un receptor está experimentando malas condiciones de

comunicación desea una reducción en la interferencia que está sufriendo. El RxRUM incluye un peso, que cuantifica el grado de desventaja que el nodo está experimentado. De acuerdo con un aspecto, el peso puede establecerse igual a RST/rendimiento promedio. Aquí, RST es el rendimiento promedio que el nodo desea. Cuando un nodo de transmisión escucha múltiples RxRUM, puede utilizar pesos respectivos para resolver la contienda entre los mismos.

5 Si el RxRUM con el mayor peso se originó en el propio receptor del transmisor, entonces puede decidir que realizará transmisiones. En caso contrario, el transmisor puede abstenerse de transmitir.

[0067] El transmisor envía un TxRUM para anunciar una transmisión inminente, y tiene dos propósitos. En primer lugar, el TxRUM deja que un receptor sepa que su RxRUM ganó la contienda local, por lo que puede planificar una transmisión. En segundo lugar, el TxRUM informa a otros receptores vecinos acerca de la interferencia inminente. Cuando un sistema admite múltiples canales, los RUM pueden llevar una máscara de bits además del peso. La máscara de bits indica los canales en los que puede aplicarse este RUM.

10

[0068] El RxRUM permite que un nodo elimine la interferencia en sus inmediaciones, ya que los nodos que reciben el RxRUM pueden ser instados a abstenerse de transmitir. Si bien los pesos permiten una contienda justa (por ejemplo, gana un nodo con la mayor desventaja), tener un MAC multicanal puede proporcionar otro grado de libertad. El número de canales para los que un nodo puede enviar RxRUM puede basarse en su grado de desventaja para que los nodos con un historial muy pobre puedan ganar terreno más rápidamente. Cuando los RxRUM son exitosos y la velocidad de transmisión recibida por el nodo en respuesta al mismo mejora su condición, el nodo puede reducir el número de canales por los cuales envía RxRUM. Si, debido a una gran congestión, los RUM no tienen éxito inicialmente y el rendimiento no mejora, el nodo puede aumentar el número de canales para los cuales envía los RUM. En una situación muy congestionada, un nodo puede quedar altamente desfavorecido y puede enviar RxRUM para todos los canales, degenerando así en el caso de única portadora.

15

20

[0069] De acuerdo con el procedimiento, en 802, se puede determinar un nivel de desventaja para un nodo y se puede generar un RUM para indicar el nivel de desventaja para otros nodos dentro del alcance de escucha. Por ejemplo, el nivel de desventaja puede determinarse en función de un nivel de servicio recibido en el nodo, que puede verse afectado por varios parámetros, tales como latencia, IOT, C/I, rendimiento, velocidad de transferencia de datos, eficacia espectral, etc. En 804 puede seleccionarse el número de canales para los que enviar el RUM, que puede ser acorde con el nivel de desventaja (por ejemplo, cuanto mayor sea la desventaja, mayor será el número de canales). En 806 puede transmitirse el RUM para los canales. En 808 se puede medir una calidad de servicio (QoS) para el nodo y se puede reevaluar la desventaja para determinar si el estado del nodo ha mejorado. En 810, en base a la QoS medida, puede ajustarse el número de canales para los que se transmite un RUM posterior. Por ejemplo, si la QoS del nodo no mejoró o empeoró, entonces el número de canales para los cuales se transmite un RUM posterior puede aumentarse en 810 para mejorar el nivel de servicio recibido en el nodo. Si la QoS del nodo ha mejorado, entonces, en 810, el número de canales para los cuales se transmite un RUM posterior puede reducirse para conservar recursos. El procedimiento puede volver a 806 para iteraciones adicionales de transmisión de RUM, evaluación de servicio y ajuste del número de canales. La decisión de si aumentar o disminuir el número de canales para los cuales se envía el RUM también puede ser una función de la métrica de QoS utilizada por el nodo. Por ejemplo, aumentar el número de canales para los que se envían RUM (en base a un nivel de desventaja continuo o que empeora) puede tener sentido para métricas de tipo rendimiento/velocidad de datos, pero puede no ser así para las métricas de latencia.

25

30

35

40

[0070] De acuerdo con aspectos relacionados, la prioridad basada en nodos y/o basada en tráfico puede incorporarse permitiendo que los nodos con mayor prioridad comanden un mayor número de canales que los nodos de menor prioridad. Por ejemplo, un dispositivo llamador de vídeo en desventaja puede recibir ocho canales a la vez, mientras que un dispositivo llamador de voz en desventaja similar solo recibe dos portadoras. El número máximo de canales que un nodo puede obtener también puede ser limitado. El límite superior puede estar determinado por el tipo de tráfico que se transporta (por ejemplo, pequeños paquetes de voz normalmente no necesitan más que unos pocos canales), la clase de potencia del nodo (por ejemplo, un transmisor débil puede no ampliar su potencia en un valor demasiado grande de ancho de banda), la distancia al receptor y la PSD de recepción resultante, etc. De esta manera, el procedimiento 800 puede reducir aún más la interferencia y mejorar el ahorro de recursos. Aún otros aspectos permiten el empleo de una máscara de bits para indicar una pluralidad de canales asignados al nodo. Por ejemplo, se puede utilizar una máscara de 6 bits para indicar que se pueden enviar RUM para hasta seis canales. El nodo puede solicitar adicionalmente que un nodo interferente se abstenga de transmitir a través de todas o un subconjunto de las subportadoras asignadas.

45

50

55

[0071] La **FIG. 9** es una ilustración de una transmisión de RxRUM entre dos nodos a una densidad espectral de potencia (PSD) constante, de acuerdo con uno o más aspectos. Cuando un nodo experimenta una fuerte interferencia, puede beneficiarse al limitar la interferencia causada por otros nodos, lo que a su vez permite una mejor reutilización espacial y una mayor equidad. En la familia de protocolos 802.11, los paquetes de "solicitud de envío" (RTS) y de "listo para enviar" (CTS) se emplean para conseguir equidad. Los nodos que escuchan el RTS detienen la transmisión y permiten que el nodo solicitante transmita con éxito el paquete. Sin embargo, a menudo este mecanismo da como resultado una gran cantidad de nodos que se desactivan innecesariamente. Además, los nodos pueden enviar RTS y CTS a plena potencia en todo el ancho de banda. Si algunos nodos tienen mayor potencia que otros, entonces el alcance de RTS y CTS para diferentes nodos podría ser diferente. Por lo tanto, un nodo de baja potencia que puede recibir fuertes interferencias de un nodo de alta potencia puede no ser capaz de desactivar el nodo de alta potencia a

60

65

través de RTS/CTS, porque el nodo de alta potencia estaría fuera del alcance del nodo de baja potencia. En tal caso, el nodo de alta potencia es un nodo "oculto" permanente para el nodo de baja potencia. Incluso si el nodo de baja potencia envía un RTS o un CTS a uno de sus transmisores o receptores, no podrá desactivar el nodo de alta potencia. Por lo tanto, MAC 802.11 requiere que todos los nodos tengan la misma potencia. Esto introduce limitaciones en el desempeño, en particular en lo que respecta a la cobertura.

[0072] El mecanismo de la Fig. 9 facilita la difusión de un RUM desde un receptor en un nodo que está experimentando una SINR indeseablemente baja para uno o más canales. El RUM puede transmitirse a una PSD constante conocida, independientemente de la capacidad de potencia de transmisión del nodo, y un nodo receptor puede observar la PSD recibida y calcular una ganancia de canal entre sí mismo y el nodo transmisor de RUM. Una vez que se conoce la ganancia de canal, el nodo receptor puede determinar una cantidad de interferencia que es probable que cause (por ejemplo, en base a, en parte, su propia potencia de transmisión) en el nodo transmisor de RUM, y puede decidir si se abstiene temporalmente, o no, de transmitir.

[0073] En casos en los que los nodos de una red tienen diferentes potencias de transmisión, los nodos que escuchan el RUM pueden decidir si se desactivan basándose de sus respectivas potencias de transmisión conocidas y ganancias de canal calculadas. Por lo tanto, un transmisor de baja potencia no necesita desactivarse innecesariamente ya que no causará interferencias significativas. De esta manera, solo los nodos que causan interferencia pueden desactivarse, mitigando así las deficiencias mencionadas anteriormente de los mecanismos RTS-CTS convencionales.

[0074] Por ejemplo, un primer nodo (nodo A) puede recibir un RxRUM desde un segundo nodo (nodo B) a través de un canal, h . El RxRUM puede transmitirse a un nivel de potencia, p_{RxRUM} , y un valor de señal recibido, X , puede evaluarse de modo que X sea igual a la suma del canal, h , multiplicada por la potencia de transmisión, p_{RxRUM} , más ruido. El nodo A puede entonces realizar un protocolo de estimación de canal para estimar h dividiendo el valor de señal recibido, X , por p_{RxRUM} . Si el peso del nodo B es mayor que el peso del nodo A, entonces el nodo A puede estimar además la interferencia que una transmisión del nodo A puede causar en el nodo B, multiplicando la estimación de canal por una potencia de transmisión deseada (p_A), de modo que:

$$I_A = h_{est} * p_A$$

donde I_A es la interferencia causada por el nodo A en el nodo B.

[0075] De acuerdo con un ejemplo, considérese un sistema en el que se determina que la potencia de transmisión máxima, M , es de 2 vatios, y que el ancho de banda de transmisión mínimo es de 5 MHz; entonces, la PSD máxima es de 2 vatios/5 MHz, o 0,4 W/MHz. Supóngase que la potencia de transmisión mínima en el sistema es de 200 mW. Entonces, el RUM está diseñado para tener un alcance tal que sea igual al alcance de la PSD máxima permitida en el sistema. Esta densidad espectral de potencia para el transmisor de 200 mW y la velocidad de transferencia de datos para el RUM se eligen para igualar esos alcances. Se entenderá que el ejemplo anterior se presenta con propósitos ilustrativos y que los sistemas y/o procedimientos descritos en el presente documento no están limitados a los valores específicos presentados anteriormente, sino que pueden utilizar cualquier valor adecuado.

[0076] La FIG. 10 es una ilustración de una metodología 1000 para emplear una PSD constante para la transmisión de RUM para facilitar la estimación de una cantidad de interferencia que será causada por un primer nodo en un segundo nodo, de acuerdo con uno o más aspectos. En 1002, un primer nodo puede recibir un RxRUM, a una PSD conocida, desde un segundo nodo. En 1004, el primer nodo puede calcular la ganancia del canal entre sí mismo y el segundo nodo basándose en la PSD conocida. En 1006, el primer nodo puede emplear una PSD de transmisión asociada a sus propias transmisiones para estimar una cantidad de interferencia que el primer nodo puede causar en el segundo nodo, basándose, al menos en parte, en la ganancia de canal calculada en 1004. La estimación de interferencia puede compararse con un valor umbral predeterminado, en 1008, para determinar si el primer nodo debe transmitir o abstenerse de transmitir. Si la estimación es mayor que el umbral predeterminado, entonces el primer nodo puede abstenerse de transmitir (esto podría incluir la transmisión de datos o la transmisión de una solicitud), en 1012. Si la estimación es menor que el umbral predeterminado, entonces el primer nodo puede transmitir, en 1010, ya que no interfiere sustancialmente con el segundo nodo. Se apreciará que el RxRUM transmitido por el segundo nodo puede ser escuchado por múltiples nodos receptores dentro de una proximidad dada al segundo nodo, cada uno de los cuales puede realizar el procedimiento 1000 para evaluar si no debe transmitir.

[0077] De acuerdo con otro ejemplo, un segundo nodo puede transmitir a, por ejemplo, 200 milivatios, y un primer nodo puede transmitir a 2 vatios. En tal caso, el segundo nodo puede tener un radio de transmisión de r , y el primer nodo puede tener un radio de transmisión de $10 r$. Por lo tanto, el primer nodo puede colocarse hasta 10 veces más lejos del segundo nodo de lo que el segundo nodo típicamente transmite o recibe, y aun así seguir interfiriendo con el segundo nodo debido a su mayor potencia de transmisión. En tal caso, el segundo nodo puede aumentar su PSD de transmisión durante la transmisión de RxRUM para garantizar que el primer nodo reciba el RxRUM. Por ejemplo, el segundo nodo puede transmitir el RxRUM a una PSD máxima permitida, que puede estar predefinida para una red dada. El primer nodo puede realizar entonces el procedimiento 1000 y determinar si transmite o no, como se describió anteriormente.

[0078] La **FIG. 11** ilustra una metodología 1100 para responder a paquetes de control de interferencia en un entorno de comunicación inalámbrica planificado y/o *ad hoc*, de acuerdo con diversos aspectos. En 1102 se puede recibir un RxRUM desde un primer nodo en un segundo nodo. En 1104 se puede generar un valor métrico en base a, al menos en parte, valores predeterminados asociados al RUM. Por ejemplo, cuando se recibe un RUM en 1102, el nodo receptor (por ejemplo, el segundo nodo) conoce o puede determinar la PSD_Rx_RUM estimando la potencia recibida del RUM, la PSD_Tx_RUM (una constante conocida del sistema) y la PSD_Tx_Datos (la PSD a la que el nodo receptor de RUM desea transmitir sus datos). La PSD_Tx_RUM y la PSD_Rx_RUM también se cuantifican en dBm/Hz, donde la primera es una constante para todos los nodos y la segunda depende de la ganancia de canal. De forma similar, PSD_Tx_Datos se mide en dBm/Hz y puede depender de la clase de potencia asociada al nodo. La métrica generada en 1104 puede expresarse como:

$$\text{métrica} = \text{PSD_Tx_Datos} + (\text{PSD_Rx_RUM} - \text{PSD_Tx_RUM})$$

que representa una estimación de la posible interferencia que el nodo transmisor de RUM (por ejemplo, para un TxRUM) o el nodo receptor de RUM (por ejemplo, para un RxRUM) puede causar en el otro nodo.

[0079] En 1106, el valor métrico puede compararse con un umbral de rechazo de RUM (RRT) predeterminado, que se define en dBm/Hz. Si la métrica es mayor que o igual a RRT, entonces el segundo nodo puede responder al RUM en 1108. Si la métrica es menor que RRT, entonces el segundo nodo puede abstenerse de responder al nodo (por ejemplo, porque no interferirá sustancialmente con el primer nodo), en 1110. La respuesta al RUM en 1108 puede eliminar la interferencia referente a una relación de interferencia sobre ruido térmico (IOT) que es mayor que un valor predefinido, Ω , que se mide en decibelios, sobre ruido térmico N_0 , que se mide en dBm/Hz (por ejemplo, de modo que la métrica $\geq \Omega + N_0$). Para garantizar que todas las posibles fuentes interferentes sustanciales estén en silencio, el RRT puede establecerse de manera que $\text{RRT} = \Omega + N_0$. Cabe señalar que la tarea de determinar si se alcanzaría o no el umbral de RRT se lleva a cabo por el nodo receptor de RxRUM solo cuando el peso difundido en el RUM indica que el emisor de RUM tiene un mayor grado de desventaja que el receptor de RUM.

[0080] La **FIG. 12** es una ilustración de una metodología 1200 para generar un RxRUM, de acuerdo con diversos aspectos descritos anteriormente. En 1202 se puede generar un RUM en un primer nodo, donde el RUM comprende información que indica que se ha alcanzado o superado un primer umbral predeterminado. El primer umbral predeterminado puede representar, por ejemplo, un nivel de interferencia sobre el ruido térmico (IOT), una velocidad de transferencia de datos, una relación de portadora a interferencia (C/I), un nivel de rendimiento, un nivel de eficacia espectral, un nivel de latencia o cualquier otra medida adecuada mediante la cual se pueda medir un servicio en el primer nodo. En 1204 se puede ponderar el RUM para indicar el grado en el que se ha superado un segundo umbral predeterminado. De acuerdo con algunos aspectos, el valor de peso puede ser un valor cuantificado.

[0081] El segundo umbral predeterminado puede representar, por ejemplo, un nivel de interferencia sobre el ruido térmico (IOT), una velocidad de transferencia de datos, una relación de portadora a interferencia (C/I), un nivel de rendimiento, un nivel de eficacia espectral, un nivel de latencia o cualquier otra medida adecuada mediante la cual se pueda medir un nivel de servicio en el primer nodo. Aunque el primer y segundo umbrales predeterminados pueden ser sustancialmente iguales, no tienen que serlo. Además, el primer y segundo umbrales predeterminados pueden estar asociados a diferentes parámetros (por ejemplo: IOT y C/I, respectivamente; latencia y velocidad de transferencia de datos, respectivamente; o cualquier otra permutación de los parámetros descritos). En 1206, el RUM ponderado puede transmitirse a otro u otros nodos.

[0082] La **FIG. 13** es una ilustración de una metodología 1300 para responder a uno o más RxRUM recibidos, de acuerdo con uno o más aspectos. En 1302 se puede recibir un RxRUM en un primer nodo desde un segundo (o más) nodo(s). El RxRUM puede comprender información relacionada con el estado del segundo nodo (por ejemplo, un nivel de desventaja, como se describe anteriormente), que puede ser utilizada por el primer nodo en 1304 para determinar el estado del segundo nodo. En 1306, el estado del segundo nodo puede compararse con el estado del primer nodo. En 1308, la comparación puede permitir determinar si se transmiten datos.

[0083] Por ejemplo, si la comparación indica que el estado del primer nodo es mejor que el del segundo nodo, entonces el primer nodo puede abstenerse de enviar datos (por ejemplo, reducir la potencia y permitir que el segundo nodo más en desventaja se comunique de forma más eficaz). De forma adicional o alternativa, si el estado del primer nodo es mejor que el del segundo nodo, el primer nodo puede proceder a determinar un nivel de interferencia que el primer nodo puede causar en el segundo nodo, como se describió anteriormente con respecto a la Fig. 10. Dicha determinación puede comprender, por ejemplo, utilizar una potencia constante conocida o una densidad espectral de potencia constante conocida a la que el segundo nodo transmitió el RxRUM, estimar una ganancia de canal entre el primer y el segundo nodo, seleccionar un nivel de potencia de transmisión para la transmisión desde el primer nodo al segundo nodo, estimar un nivel de interferencia que una transmisión en el nivel de potencia seleccionado causaría en el segundo nodo, y determinar si el nivel de interferencia estimado supera un nivel umbral de interferencia aceptable predeterminado.

[0084] En caso de que la comparación indique que el estado del primer nodo es peor que el estado del segundo nodo, el primer nodo puede seleccionar ignorar el RUM. De acuerdo con otro aspecto, en caso de que el primer nodo y el segundo nodo tengan estados sustancialmente iguales, se puede emplear un mecanismo de gestión de pesos, como se describió anteriormente con respecto a la Fig. 6. De acuerdo con aún otros aspectos, la información contenida en el RUM se puede utilizar para generar un valor métrico que se puede comparar con un umbral de rechazo de RUM (RRT) para determinar si responder o no al RUM, como se describió con respecto a la Fig. 11. De acuerdo con aún otros aspectos, tras la determinación de transmitir datos en 1308, dicha transmisión puede comprender enviar datos de comunicación a través de un primer canal, transmitir un mensaje de solicitud de envío a través del primer canal y/o enviar un mensaje de solicitud de envío a través de un segundo canal, que solicita enviar datos a través del primer canal.

[0085] En otro aspecto, se puede incluir información adicional junto con una solicitud para ayudar a un planificador a conocer el resultado del procesamiento de RxRUM en el nodo. Por ejemplo, supóngase que A transmite datos a B y C a D. Supóngase que B y D envían RxRUM, pero el peso usado por B es mayor (más desventajoso) que D. A continuación, A envía una solicitud a B (ya que procesó los RxRUM recibidos y llegó a la conclusión de que su receptor, a saber, B, es el más desfavorecido) e incluye un bit "el mejor", que indica que ganó la contienda y debe planificarse sin demora ya que es posible que no siga ganando en el futuro. Por el contrario, C procesaría los RUM y concluiría que no puede realizar solicitudes. Sin embargo, puede hacerle saber a D que, aunque no se puede planificar actualmente, tiene datos que enviar y D debe persistir en el envío de RxRUM. Por ejemplo, si D no escucha ninguna solicitud, puede concluir erróneamente que ninguno de sus transmisores tiene datos que enviar y puede dejar de enviar RxRUM. Para evitar esto, C envía una "solicitud" con una indicación de que está "bloqueado" por los RxRUM de otros. Esto servirá como una indicación para que D no planifique C actualmente, pero siga enviando RxRUM con la esperanza de que C gane la contienda en algún momento.

[0086] La **FIG. 14** muestra un sistema de comunicación inalámbrica 1400 ejemplar. El sistema de comunicación inalámbrica 1400 representa una estación base y un terminal en aras de la brevedad. Sin embargo, debe apreciarse que el sistema puede incluir más de una estación base y/o más de un terminal, donde estaciones base y/o terminales adicionales pueden ser sustancialmente similares o diferentes de la estación base y del terminal ejemplares descritos a continuación. Además, debe apreciarse que la estación base y/o el terminal pueden emplear los procedimientos (**Figs. 2, 5-8 y 10-13**) y/o los sistemas (**Figs. 1, 3, 4, 9 y 15-18**) descritos en el presente documento para facilitar la comunicación inalámbrica entre los mismos. Por ejemplo, los nodos del sistema 1400 (por ejemplo, la estación base y/o el terminal) pueden almacenar y ejecutar instrucciones para realizar cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente (por ejemplo, generar RUM, responder a RUM, determinar la desventaja de un nodo, seleccionar una pluralidad de subportadoras para transmisión de RUM,...) así como datos asociados a la realización de dichas acciones y cualquier otra acción adecuada para realizar los diversos protocolos descritos en el presente documento.

[0087] Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 14**, en un enlace descendente, en el punto de acceso 1405, un procesador de datos de transmisión (TX) 1410 recibe, formatea, codifica, intercala y modula (o correlaciona con símbolos) datos de tráfico y proporciona símbolos de modulación ("símbolos de datos"). Un modulador de símbolos 1415 recibe y procesa los símbolos de datos y los símbolos piloto y proporciona un flujo de símbolos. Un modulador de símbolos 1420 multiplexa símbolos piloto y de datos y los proporciona a una unidad transmisora (TMTR) 1420. Cada símbolo de transmisión puede ser un símbolo de datos, un símbolo piloto o un valor de señal cero. Los símbolos piloto pueden enviarse de manera continua en cada período de símbolo. Los símbolos piloto pueden multiplexarse por división de frecuencia (FDM), multiplexarse por división ortogonal de frecuencia (OFDM), multiplexarse por división de tiempo (TDM), multiplexarse por división de frecuencia (FDM) o multiplexarse por división de código (CDM).

[0088] La TMTR 1420 recibe y convierte el flujo de símbolos en una o más señales analógicas y acondiciona adicionalmente (por ejemplo, amplifica, filtra y aumenta en frecuencia) las señales analógicas para generar una señal de enlace descendente adecuada para su transmisión a través del canal inalámbrico. A continuación, la señal de enlace descendente se transmite a través de una antena 1425 a los terminales. En el terminal 1430, una antena 1435 recibe la señal de enlace descendente y proporciona una señal recibida a una unidad receptora (RCVR) 1440. La unidad receptora 1440 acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y disminuye en frecuencia) la señal recibida y digitaliza la señal acondicionada para obtener muestras. Un desmodulador de símbolos 1445 desmodula y proporciona símbolos piloto recibidos a un procesador 1450 para la estimación de canal. El desmodulador de símbolos 1445 recibe además una estimación de respuesta de frecuencia para el enlace descendente desde el procesador 1450, lleva a cabo una desmodulación de datos en los símbolos de datos recibidos para obtener estimaciones de símbolos de datos (que son estimaciones de los símbolos de datos transmitidos), y proporciona las estimaciones de símbolos de datos a un procesador de datos de RX 1455, que desmodula (es decir, descorrelaciona los símbolos), desintercala y descodifica las estimaciones de símbolos de datos para recuperar los datos de tráfico transmitidos. El procesamiento realizado por el desmodulador de símbolos 1445 y el procesador de datos de RX 1455 es complementario al procesamiento realizado por el modulador de símbolos 1415 y el procesador de datos de TX 1410, respectivamente, en el punto de acceso 1405.

[0089] En el enlace ascendente, un procesador de datos de TX 1460 procesa datos de tráfico y proporciona símbolos de datos. Un modulador de símbolos 1465 recibe y multiplexa los símbolos de datos con símbolos piloto, lleva a cabo una modulación y proporciona un flujo de símbolos. A continuación, una unidad transmisora 1470 recibe y procesa el

flujo de símbolos para generar una señal de enlace ascendente, que se transmite mediante la antena 1435 al punto de acceso 1405.

[0090] En el punto de acceso 1405, la señal de enlace ascendente del terminal 1430 se recibe mediante la antena 1425 y se procesa mediante una unidad receptora 1475 para obtener muestras. A continuación, un desmodulador de símbolos 1480 procesa las muestras y proporciona símbolos piloto recibidos y estimaciones de símbolos de datos para el enlace ascendente. Un procesador de datos de RX 1485 procesa las estimaciones de símbolos de datos para recuperar los datos de tráfico transmitidos por el terminal 1430. Un procesador 1490 lleva a cabo una estimación de canal para cada terminal activo que transmite en el enlace ascendente. Múltiples terminales pueden transmitir señales piloto de manera concurrente en el enlace ascendente en sus respectivos conjuntos asignados de subbandas piloto, donde los conjuntos de subbandas piloto pueden estar entrelazados.

[0091] Los procesadores 1490 y 1450 dirigen (por ejemplo, controlan, coordinan, gestionan, etc.) el funcionamiento en el punto de acceso 1405 y el terminal 1430, respectivamente. Los procesadores 1490 y 1450 respectivos pueden estar asociados a unidades de memoria (no mostradas) que almacenan códigos y datos de programa. Los procesadores 1490 y 1450 también pueden realizar cálculos para obtener las estimaciones de respuesta de frecuencia y de impulso para el enlace ascendente y el enlace descendente, respectivamente.

[0092] En un sistema de acceso múltiple (por ejemplo, FDMA, OFDMA, CDMA, TDMA, etc.), múltiples terminales pueden transmitir de manera concurrente en el enlace ascendente. En un sistema de este tipo, las subbandas piloto pueden compartirse entre diferentes terminales. Las técnicas de estimación de canal pueden usarse en casos en los que las subbandas piloto para cada terminal abarcan toda la banda de funcionamiento (excepto posiblemente los límites de la banda). Una estructura de subbandas piloto de este tipo sería deseable para obtener diversidad de frecuencia para cada terminal. Las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse mediante diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas se pueden implementar en hardware, en software o en una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento usadas para la estimación de canal pueden implementarse en uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables *in situ* (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos. Con software, la implementación puede realizarse a través de medios (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en unidades de memoria y ejecutarse mediante los procesadores 1490 y 1450.

[0093] En una implementación en software, las técnicas descritas en el presente documento se pueden implementar con módulos/medios (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que realizan las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software se pueden almacenar en unidades de memoria y ejecutar por procesadores. La unidad de memoria se puede implementar en el procesador o ser externa al procesador, pudiéndose acoplar en este caso de forma comunicativa al procesador a través de diversos medios, como se conoce en la técnica.

[0094] Volviendo a continuación a las Figs. 15-18 y a los diversos módulos descritos con respecto a los mismos, se apreciará que un módulo de transmisión puede comprender, por ejemplo, un transmisor y/o puede implementarse en un procesador, etc. De forma similar, un módulo de recepción puede comprender un receptor y/o puede implementarse en un procesador, etc. Además, un módulo de comparación, determinación, cálculo y/o de realización de otras acciones analíticas puede comprender un procesador que ejecuta instrucciones para llevar a cabo las diversas y respectivas acciones.

[0095] La **FIG. 15** es una ilustración de un aparato 1500 que facilita la comunicación inalámbrica de datos, de acuerdo con diversos aspectos. El aparato 1500 está representado como una serie de bloques funcionales interrelacionados que pueden representar funciones implementadas por un procesador, software o una combinación de los mismos (por ejemplo, firmware). Por ejemplo, el aparato 1500 puede proporcionar módulos para llevar a cabo diversas tareas, tales como las descritas anteriormente con respecto a diversas figuras. El aparato 1500 comprende un módulo para determinar 1502 una pluralidad de canales deseados para la transmisión. La determinación puede realizarse en función de un peso asociado a un nodo en el que se emplea el aparato, un peso asociado a otro u otros nodos, una pluralidad de canales disponibles para la transmisión, etc. Además, cada peso puede ser una función de una pluralidad de flujos admitidos por el nodo asociado al peso. De forma adicional o alternativa, un peso dado puede ser una función de interferencia experimentada por el nodo.

[0096] El aparato 1500 comprende adicionalmente un módulo de selección 1504 que selecciona canales para los cuales el nodo puede transmitir una solicitud. Adicionalmente, el módulo de selección 1504 puede evaluar un mensaje de utilización de recursos (RUM) recibido para determinar qué canales están disponibles y cuáles no. Por ejemplo, cada RUM puede comprender información asociada a canales no disponibles, y el módulo de selección 1054 puede determinar que un canal dado que no está indicado por el RUM está disponible. Un módulo de envío 1506 puede transmitir una solicitud para al menos un canal seleccionado por el módulo de selección 1504. Se apreciará que el

aparato 1500 puede emplearse en un punto de acceso, un terminal de acceso, etc., y puede comprender cualquier funcionalidad adecuada para llevar a cabo los diversos procedimientos descritos en el presente documento.

[0097] La FIG. 16 es una ilustración de un aparato 1600 que facilita la comunicación inalámbrica usando mensajes de utilización de recursos (RUM), de acuerdo con uno o más aspectos. El aparato 1600 está representado como una serie de bloques funcionales interrelacionados que pueden representar funciones implementadas por un procesador, software o una combinación de los mismos (por ejemplo, firmware). Por ejemplo, el aparato 1600 puede proporcionar módulos para llevar a cabo diversas tareas, tales como las descritas anteriormente con respecto a figuras anteriores. El aparato 1600 comprende un módulo de determinación 1602 que determina un nivel de desventaja para un nodo, y un módulo de generación de RUM 1604 que genera un RUM si el módulo de determinación 1602 determina que un nivel o servicio recibido en el nodo está en o por debajo de un nivel umbral predeterminado. Un módulo de selección 1606 puede seleccionar uno o más recursos para los cuales enviar el RUM, y el módulo de generación de RUM 1604 puede indicar dichos canales en el RUM. Un módulo de transmisión 1608 puede transmitir el RUM.

[0098] El módulo de selección de recursos 1606 puede ajustar una pluralidad de recursos seleccionados para los cuales se transmite un RUM posterior en base a una determinación tomada por el módulo de determinación 1602 de que el nivel de servicio recibido ha mejorado en respuesta a un RUM previo. Por ejemplo, en tal escenario, el módulo de selección 1606 puede reducir una cantidad de recursos indicada en un RUM posterior en respuesta a un nivel mejorado de servicio recibido en el nodo, y puede aumentar una cantidad de recursos seleccionados en respuesta a una nivel estático o reducido de servicio recibido. De acuerdo con otros aspectos, el módulo de determinación 1602 puede determinar el nivel de servicio recibido en el nodo en función de uno o más de interferencia sobre ruido térmico, latencia, velocidad de transferencia de datos alcanzada en el nodo, eficacia espectral, rendimiento, relación de portadora a interferencia, o cualquier otro parámetro de servicio adecuado recibido en el nodo. Se apreciará que el aparato 1600 puede emplearse en un punto de acceso, un terminal de acceso, etc., y puede comprender cualquier funcionalidad adecuada para llevar a cabo los diversos procedimientos descritos en el presente documento.

[0099] La FIG. 17 es una ilustración de un aparato 1700 que facilita la generación de un mensaje de utilización de recursos (RUM) y la ponderación del RUM para indicar un nivel de desventaja, de acuerdo con diversos aspectos. El aparato 1700 está representado como una serie de bloques funcionales interrelacionados que pueden representar funciones implementadas por un procesador, software o una combinación de los mismos (por ejemplo, firmware). Por ejemplo, el aparato 1700 puede proporcionar módulos para llevar a cabo diversas tareas, tales como las descritas anteriormente con respecto a diversas figuras descritas anteriormente. El aparato 1700 comprende un módulo de generación de RUM 1702, que puede generar un RUM que indica que se ha superado un primer umbral predeterminado. El primer umbral predeterminado puede estar asociado a y/o representar un nivel umbral de interferencia sobre ruido térmico (IOT), una velocidad de transferencia de datos, una relación de portadora a interferencia (C/I), un nivel de rendimiento, un nivel de eficacia espectral, un nivel de latencia, etc.

[0100] El aparato 1700 puede comprender además un módulo para ponderar el RUM 1704, que puede ponderar el RUM con un valor indicativo del grado con que se ha superado un segundo umbral predeterminado, que puede comprender determinar una proporción de un valor concreto de un parámetro (por ejemplo, interferencia sobre ruido térmico (IOT), una velocidad de transferencia de datos, una relación de portadora a interferencia (C/I), un nivel de rendimiento, un nivel de eficacia espectral, un nivel de latencia, etc.) obtenido en el nodo con respecto a un valor objetivo o deseado. Además, el valor ponderado puede ser un valor cuantificado. Se apreciará que el aparato 1700 puede emplearse en un punto de acceso, un terminal de acceso, etc., y puede comprender cualquier funcionalidad adecuada para llevar a cabo los diversos procedimientos descritos en el presente documento.

[0101] La FIG. 18 es una ilustración de un aparato 1800 que facilita la comparación de condiciones relativas en nodos en un entorno de comunicación inalámbrica para determinar qué nodos están más desfavorecidos, de acuerdo con uno o más aspectos. El aparato 1800 está representado como una serie de bloques funcionales interrelacionados que pueden representar funciones implementadas por un procesador, software o una combinación de los mismos (por ejemplo, firmware). Por ejemplo, el aparato 1800 puede proporcionar módulos para llevar a cabo diversas tareas, tales como las descritas anteriormente con respecto a diversas figuras. El aparato 1800 puede emplearse en un primer nodo y comprende un módulo de recepción de RUM 1802 que recibe RUM desde al menos un segundo nodo. El aparato 1800 puede comprender además un módulo de determinación 1804 que determina el estado del segundo nodo basándose en información asociada a un RUM recibido desde el segundo nodo, y un módulo de comparación 1806 que compara el estado del primer nodo con el estado determinado del segundo nodo. El módulo de determinación 1804 puede determinar además si se transmiten datos a través de un primer canal basándose en la comparación.

[0102] De acuerdo con otros diversos aspectos, la determinación de si se debe transmitir puede basarse en si el estado del primer nodo es mejor, sustancialmente igual a o peor que el estado del segundo nodo. Además, el módulo de determinación 1804 puede transmitir una señal de datos a través del primer canal, un mensaje de solicitud de envío a través del primer canal o un mensaje de solicitud de envío a través de un segundo canal. En el último caso, el mensaje de solicitud de envío enviado a través del segundo canal puede comprender una solicitud para transmitir datos a través del primer canal. Se apreciará que el aparato 1800 puede emplearse en un punto de acceso, un terminal de acceso, etc., y puede comprender cualquier funcionalidad adecuada para llevar a cabo los diversos procedimientos descritos en el presente documento.

[0103] Lo que se ha descrito anteriormente incluye ejemplos de uno o más aspectos. Por supuesto, no es posible describir cada combinación concebible de componentes o metodologías con el propósito de describir los aspectos mencionados anteriormente, pero un experto en la materia puede reconocer que son posibles otras muchas combinaciones y permutaciones de diversos aspectos. En consecuencia, los aspectos descritos pretenden abarcar todas dichas alteraciones, modificaciones y variantes que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, en la medida en que el término "incluye" se usa en la descripción detallada o bien en las reivindicaciones, dicho término pretende ser inclusivo de manera similar al término "comprende", del modo que se interpreta "comprende" cuando se emplea como una palabra de transición en una reivindicación.

5

10

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1700), que comprende:

5 un procesador (1702) configurado para generar un mensaje de utilización de recursos, donde el mensaje de utilización de recursos especifica uno o más recursos para los cuales el aparato solicita una reducción de la interferencia de al menos un nodo y especifica un peso del aparato que indica el grado de desventaja del aparato, donde el grado de desventaja es una función de un nivel de servicio recibido en el nodo; y

10 un transmisor (1706) configurado para transmitir el mensaje de utilización de recursos al, al menos, un nodo.

2. El aparato de la reivindicación 1, en el que los uno o más recursos comprenden al menos un canal.

3. El aparato de la reivindicación 1, en el que los uno o más recursos comprenden una o más subportadoras.

15 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que los uno o más recursos comprenden una o más intervalos de tiempo.

5. El aparato de la reivindicación 1, en el que el grado de desventaja es una función de al menos uno de un grupo que consiste en: rendimiento del aparato, latencia experimentada por el aparato, velocidad de transferencia de datos del aparato, interferencia sobre ruido térmico, IOT, experimentada por el aparato y eficacia espectral del aparato.

20 6. El aparato de la reivindicación 1, en el que el nodo es un terminal de acceso.

25 7. El aparato de la reivindicación 1, en el que el nodo es un punto de acceso.

8. El aparato de la reivindicación 1, en el que el peso está basado en un nivel real de desempeño alcanzado en el primer nodo y un nivel objetivo de desempeño para el primer nodo.

30 9. El aparato de la reivindicación 1, en el que el peso está basado en un rendimiento real alcanzado en el primer nodo y un rendimiento objetivo para el primer nodo.

10. El aparato de la reivindicación 1, en el que el peso está basado en una relación de un nivel objetivo de desempeño para el primer nodo y un nivel real de desempeño alcanzado en el primer nodo.

35 11. El aparato de la reivindicación 1, en el que el peso está basado en una relación de un rendimiento objetivo para el primer nodo y un rendimiento real alcanzado en el primer nodo.

12. Un procedimiento (1200), que comprende:

40 generar (1202) un mensaje de utilización de recursos, donde el mensaje de utilización de recursos especifica uno o más recursos para los cuales el aparato solicita una reducción de la interferencia de al menos un nodo y especifica un peso del aparato que indica el grado de desventaja del aparato, donde el grado de desventaja es una función de un nivel de servicio recibido en el nodo; y

45 transmitir (1206) el mensaje de utilización de recursos al, al menos, un nodo.

13. Un medio legible por máquina que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, hacen que el procesador realice las etapas de:

50 generar un mensaje de utilización de recursos, donde el mensaje de utilización de recursos especifica uno o más recursos para los cuales el aparato solicita una reducción de la interferencia de al menos un nodo y especifica un peso del aparato que indica el grado de desventaja del aparato, donde el grado de desventaja es una función de un nivel de servicio recibido en el nodo; y

55 transmitir el mensaje de utilización de recursos al, al menos, un nodo.

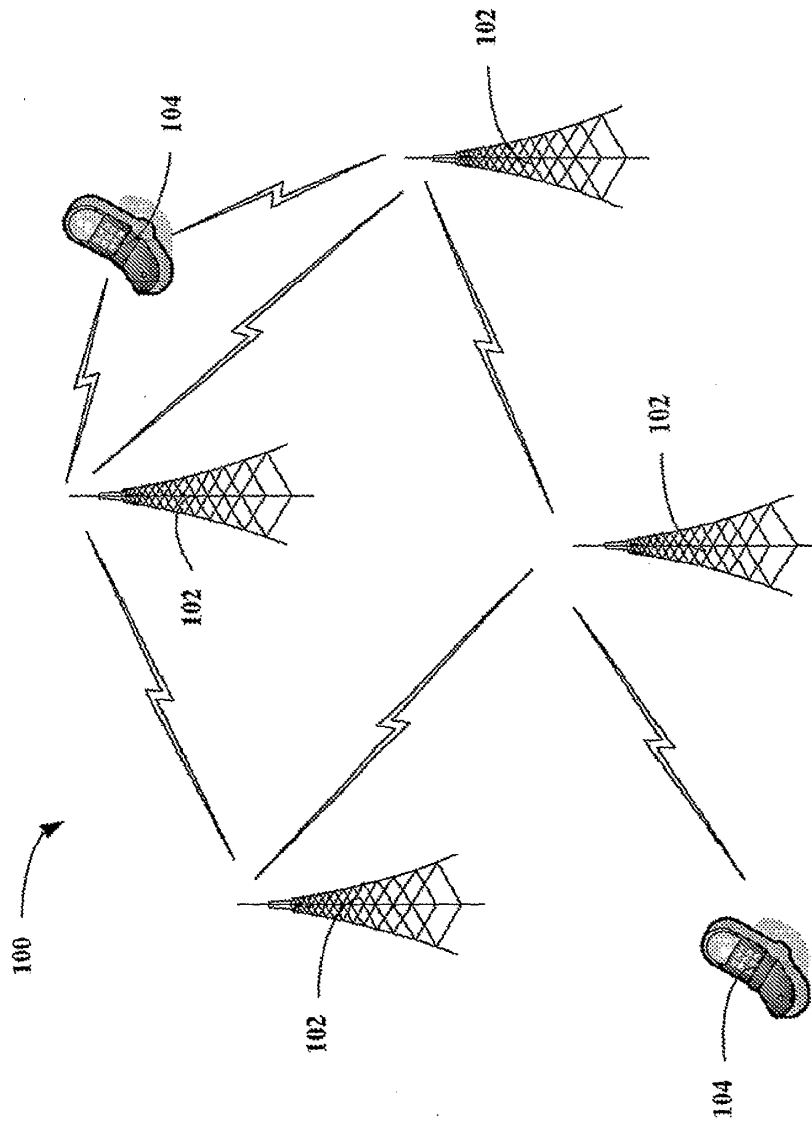


FIG. 1

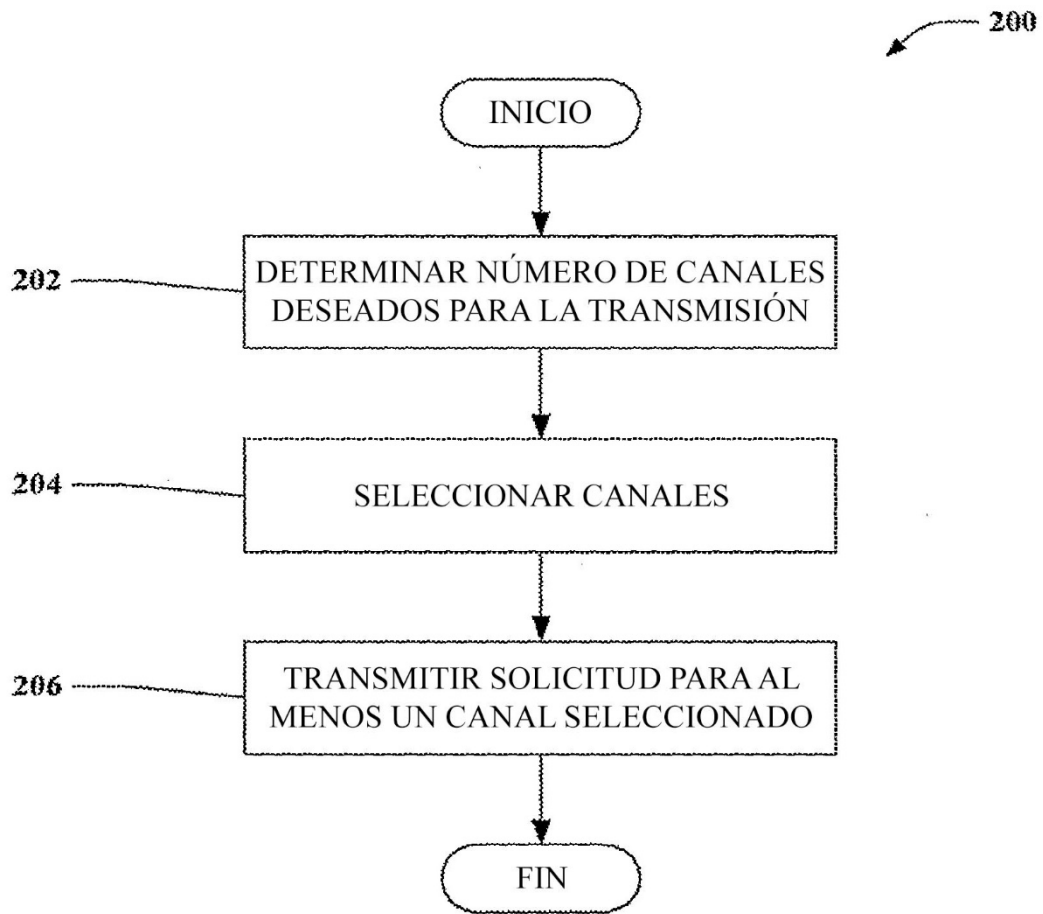


FIG. 2

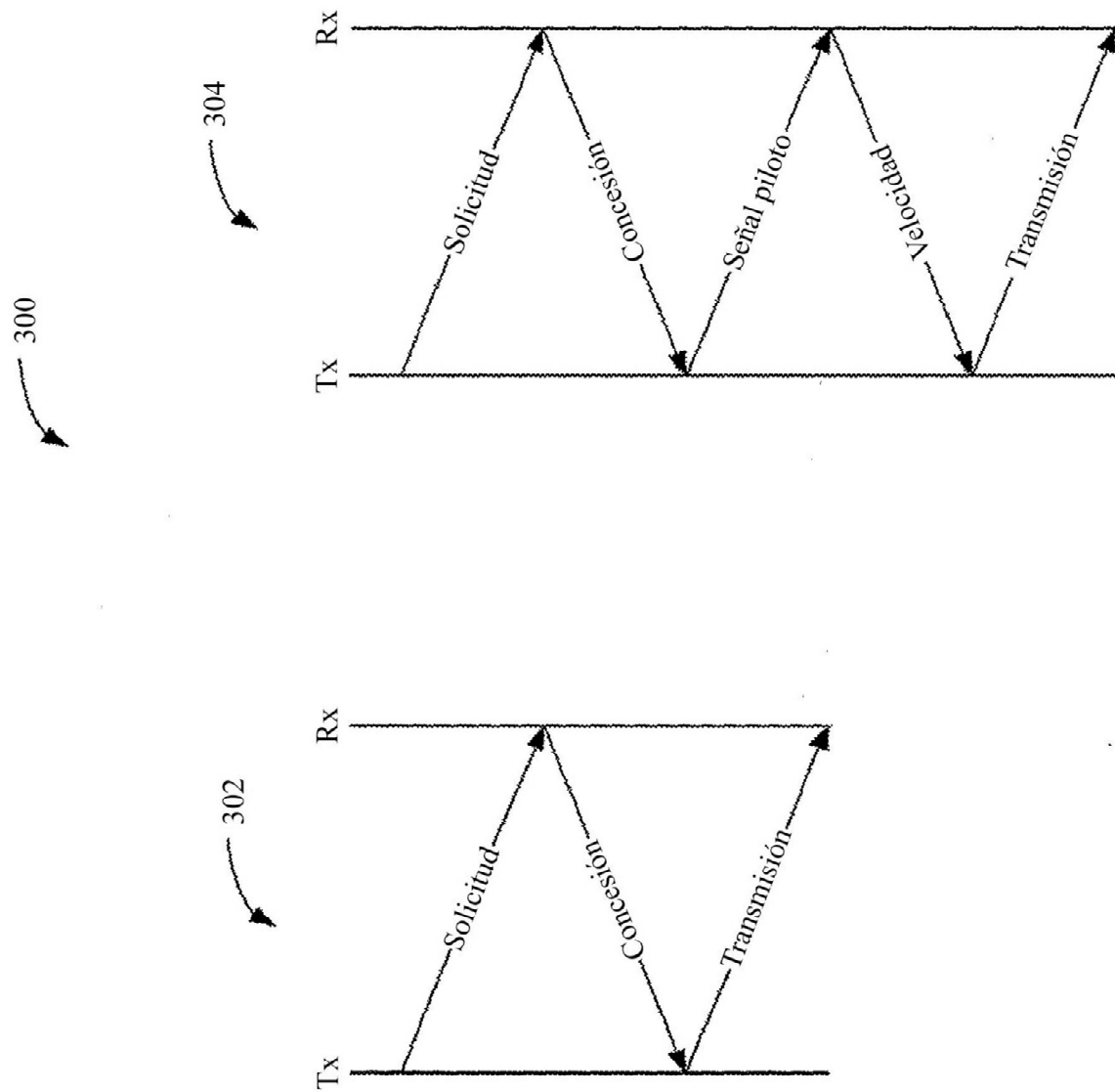


FIG. 3

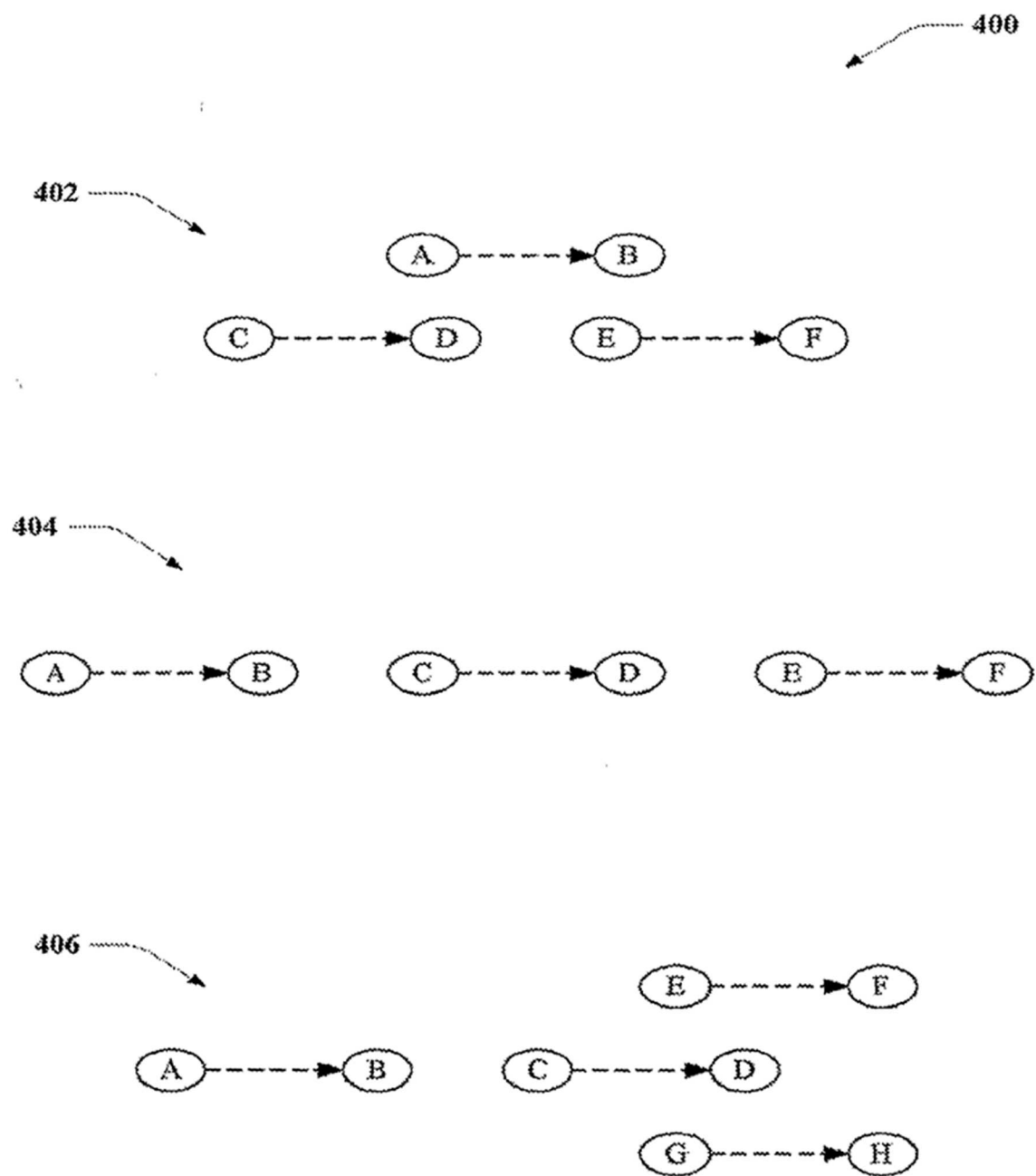


FIG. 4

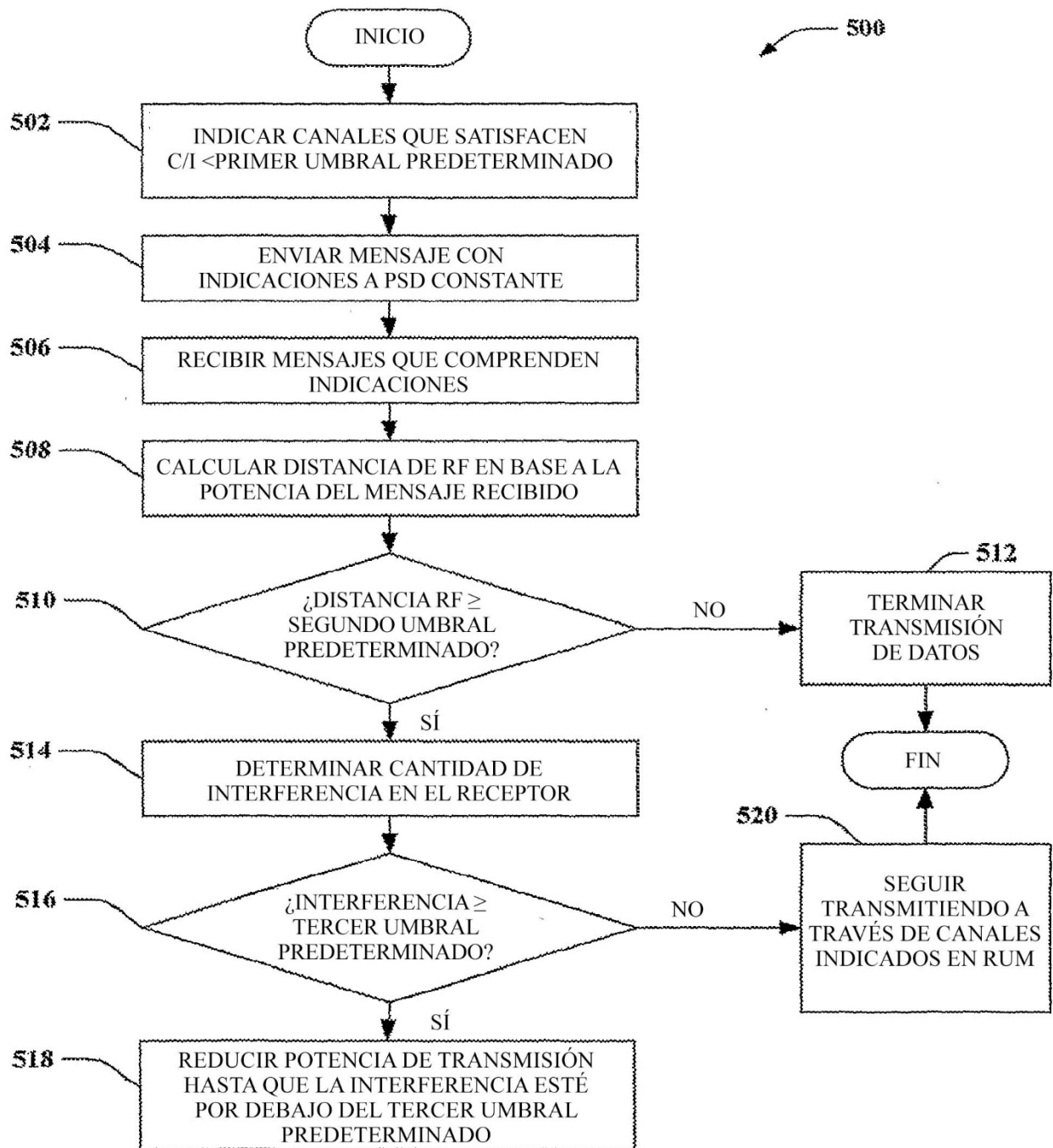
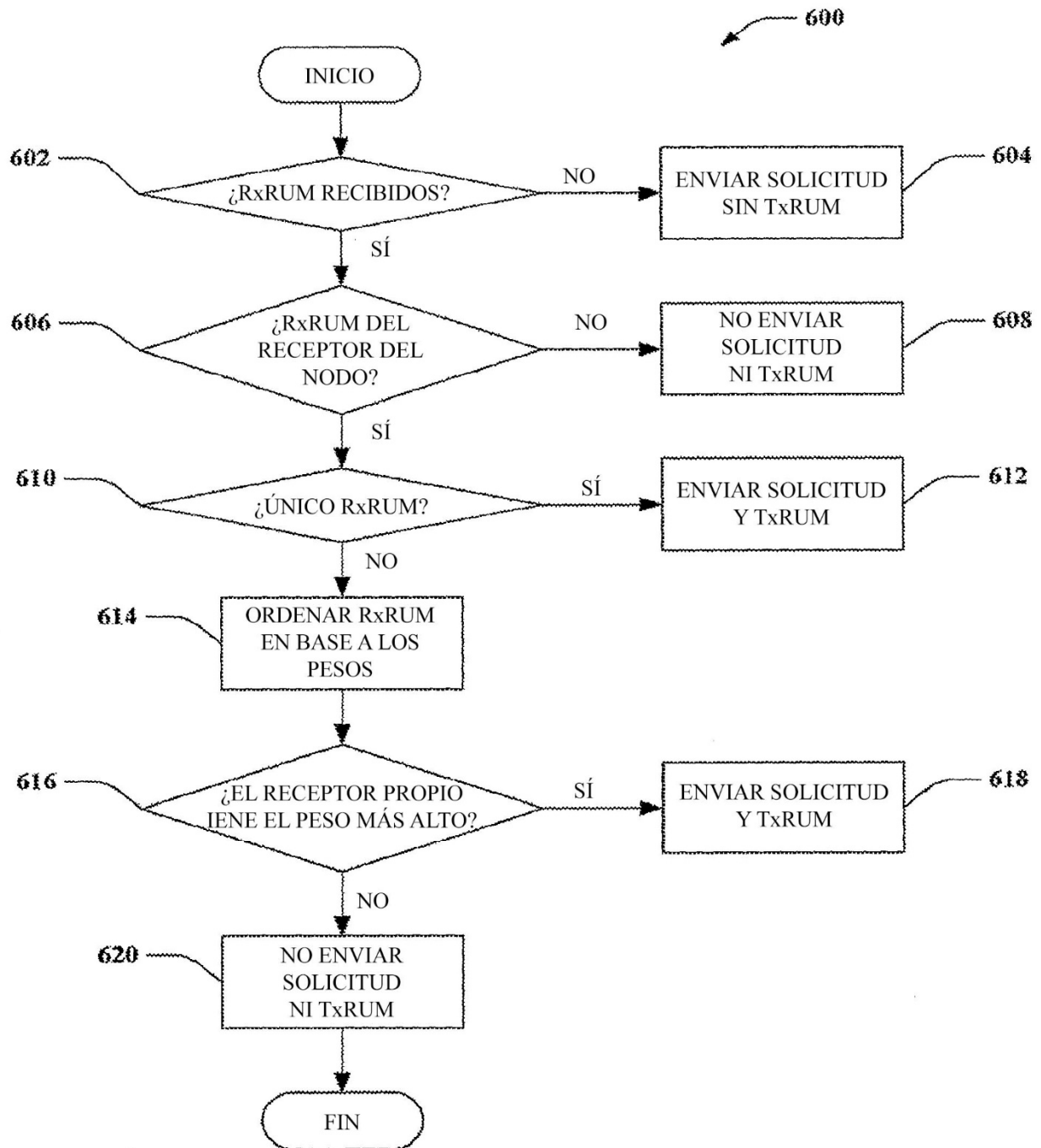


FIG. 5

**FIG. 6**

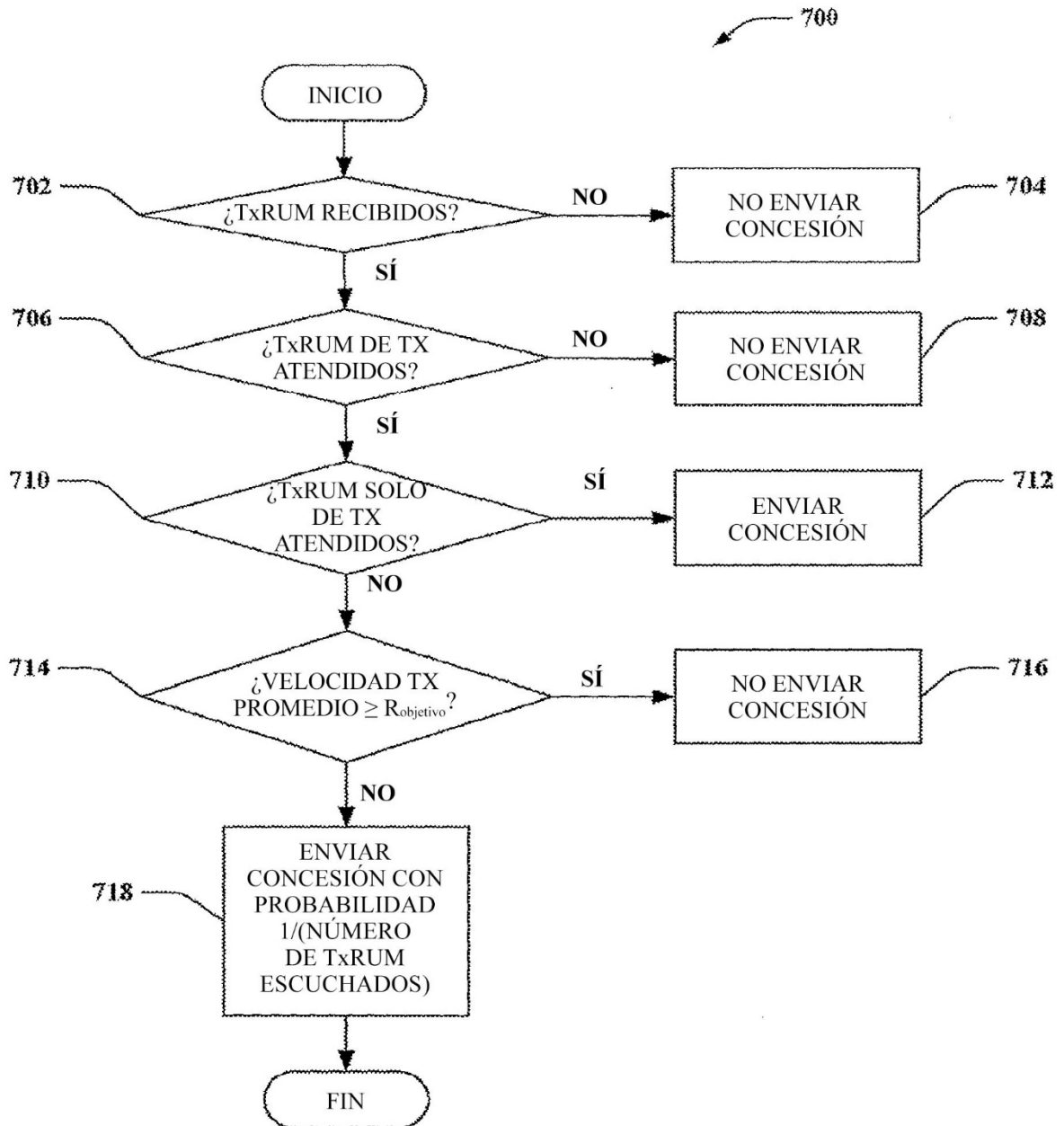
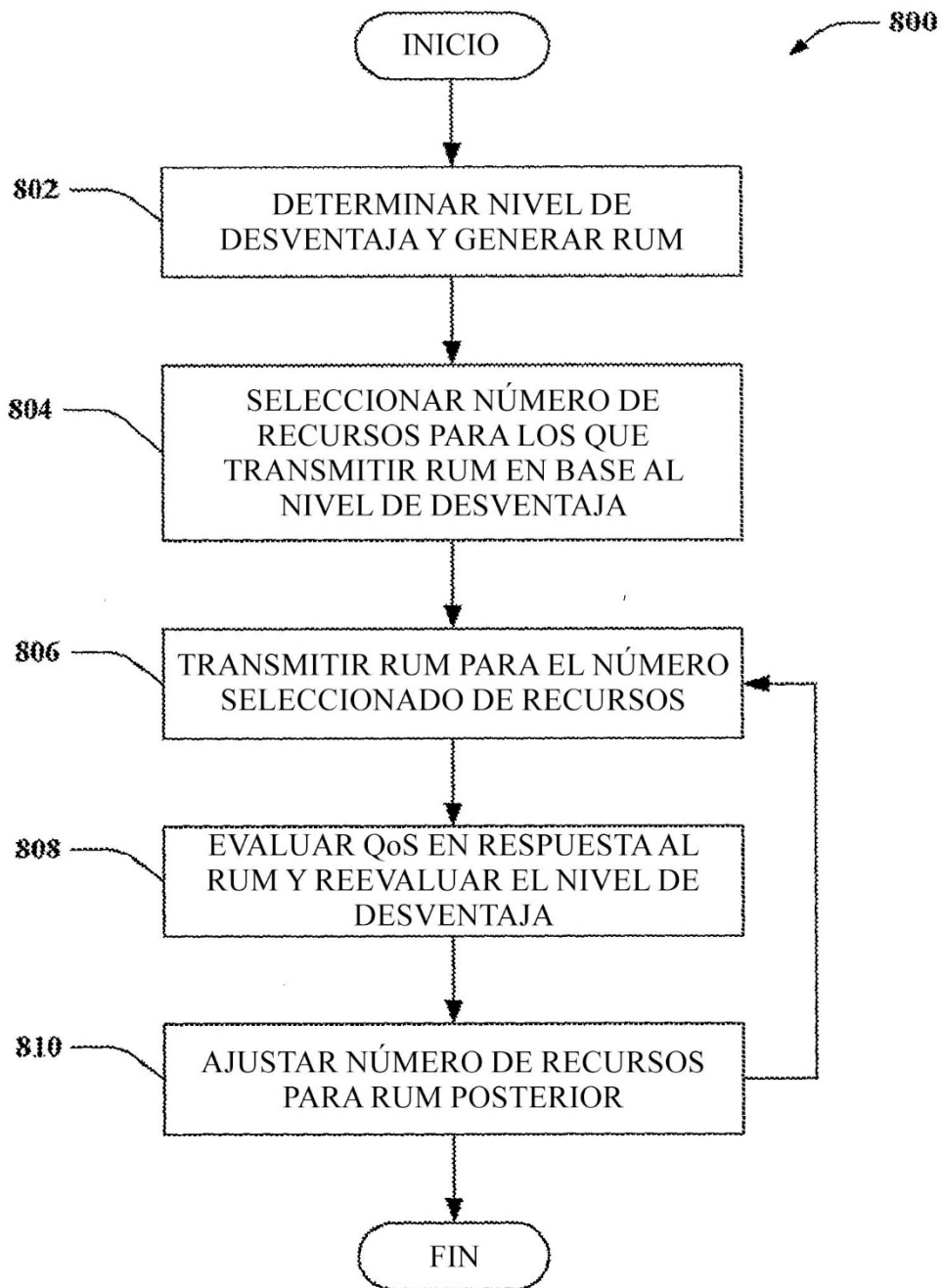


FIG. 7

**FIG. 8**

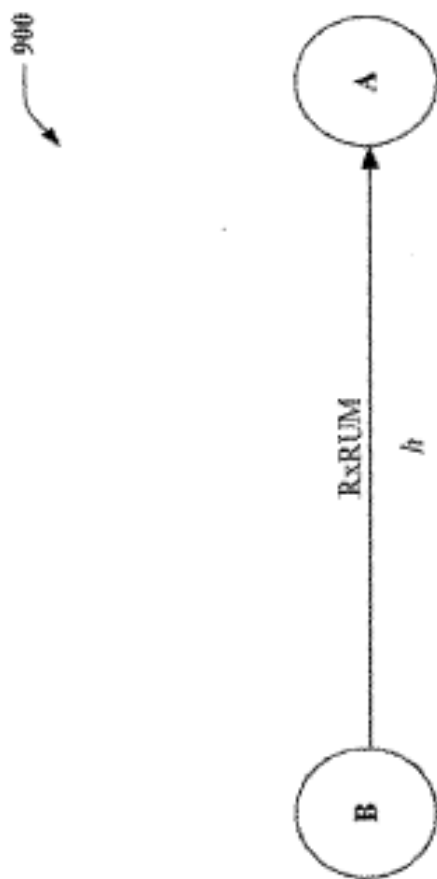


FIG. 9

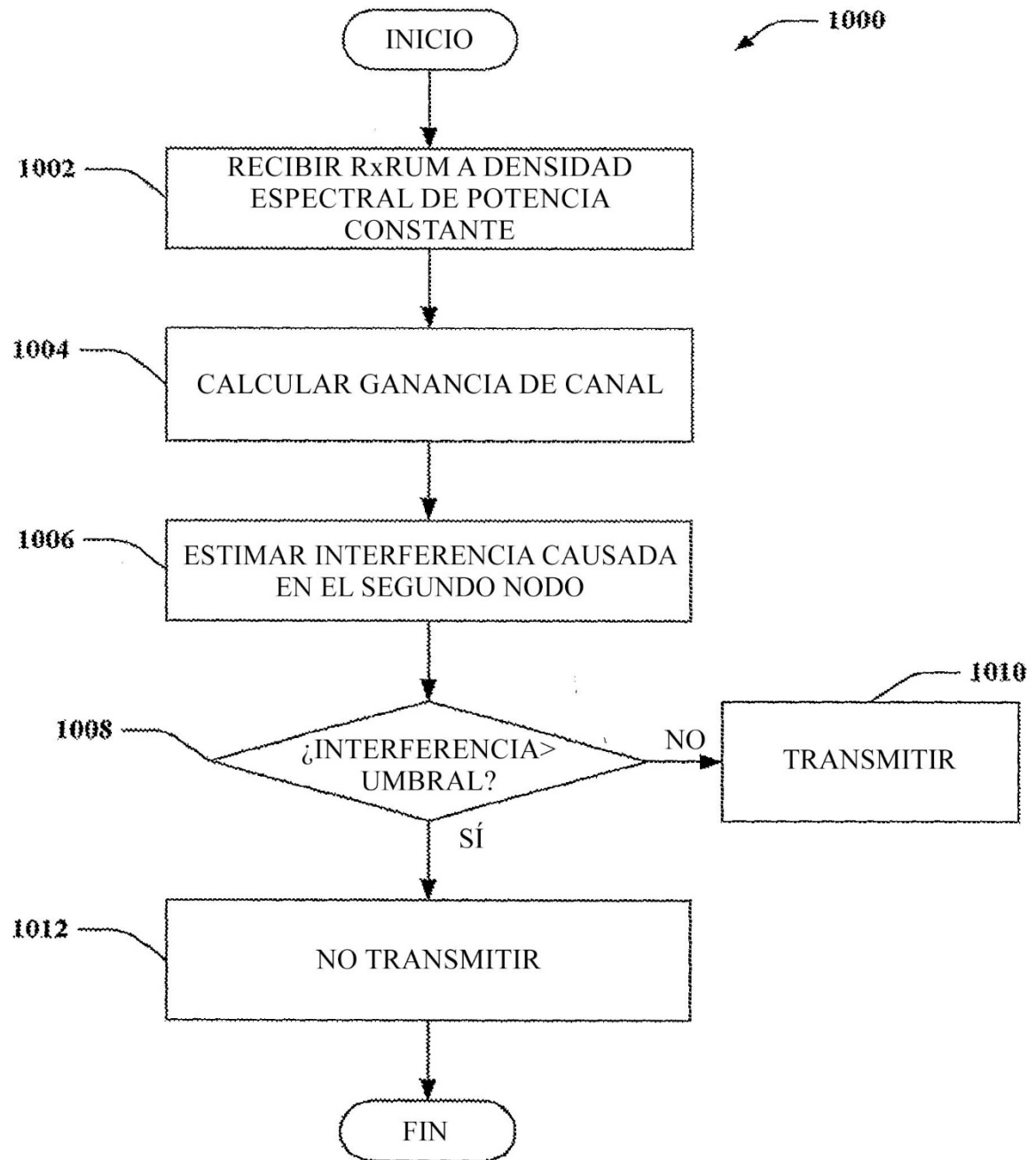


FIG. 10

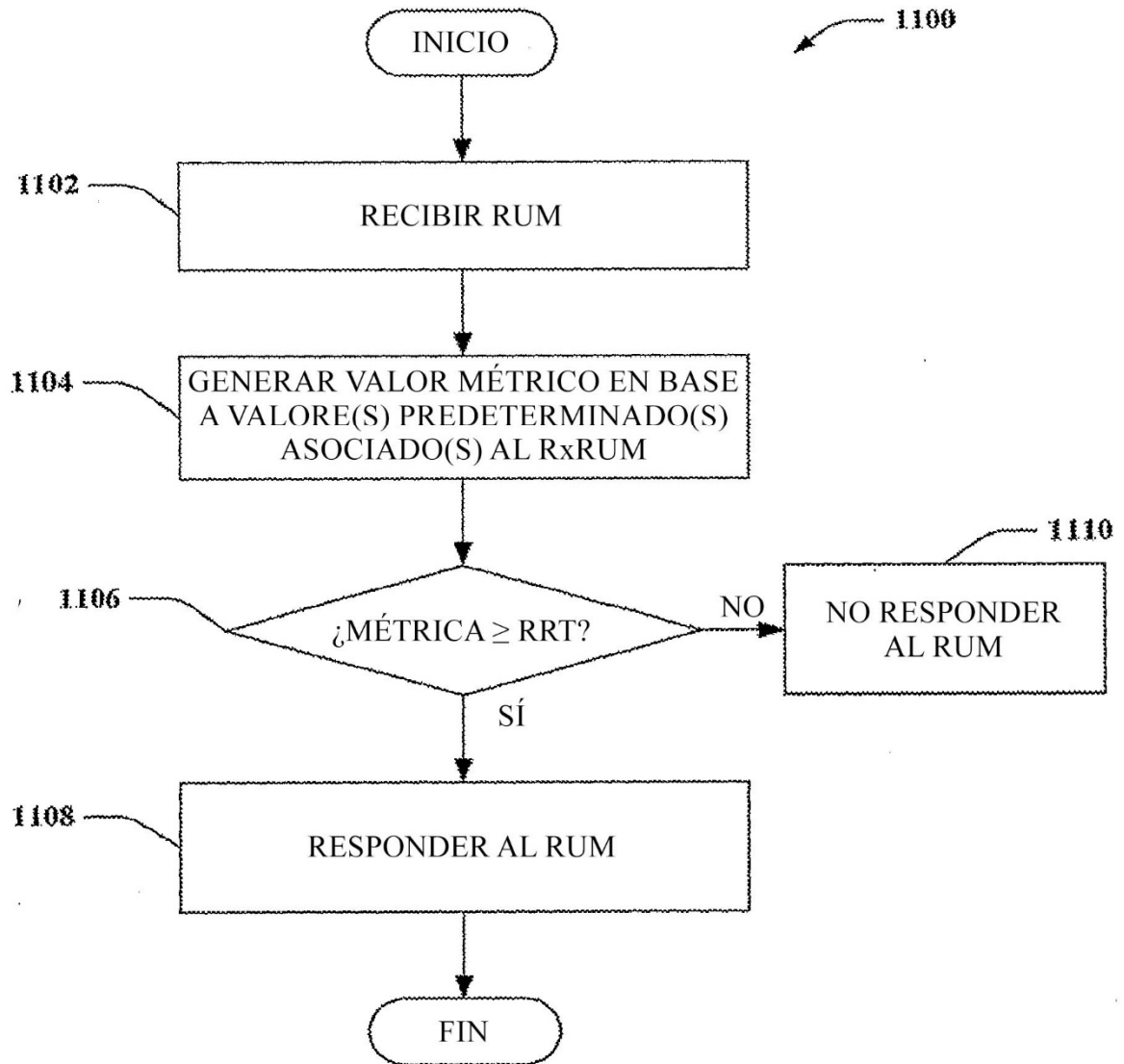


FIG. 11

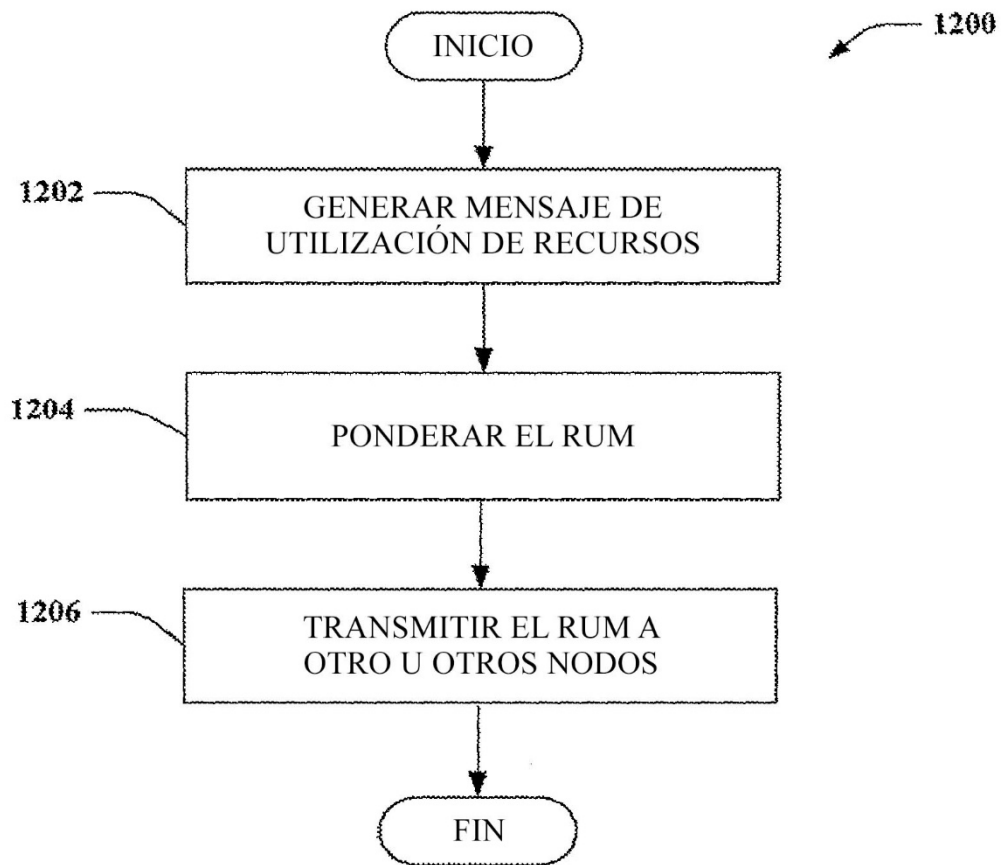


FIG. 12

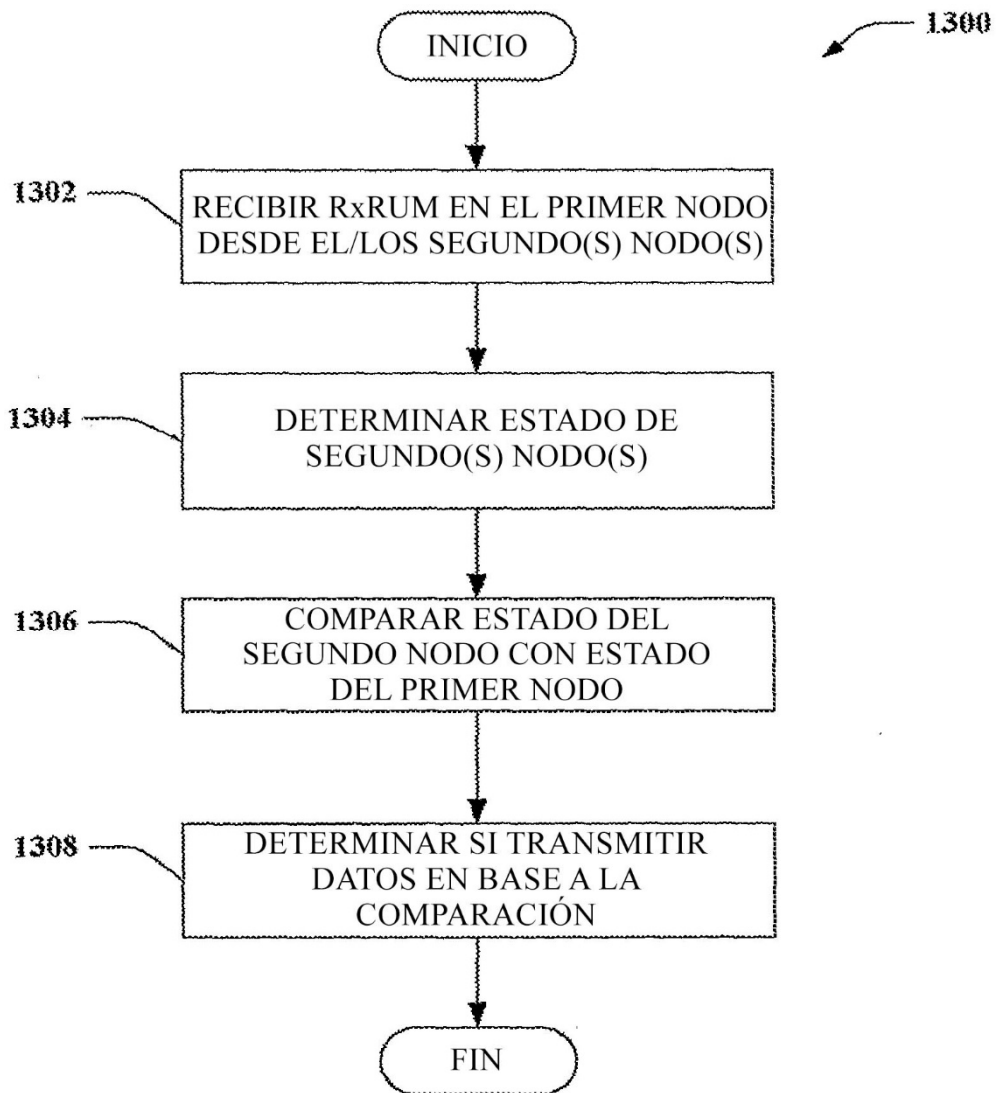


FIG. 13

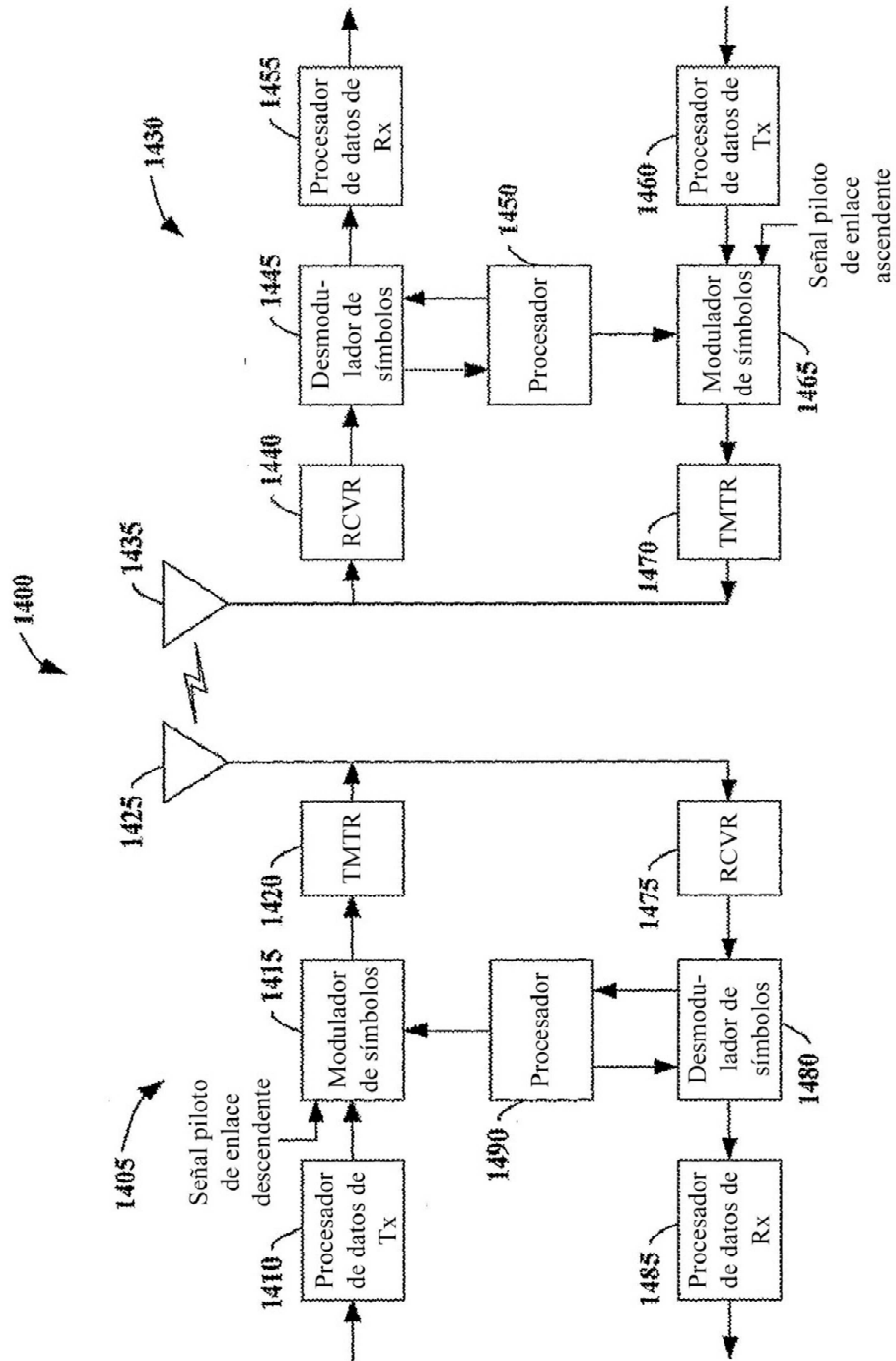


FIG. 14

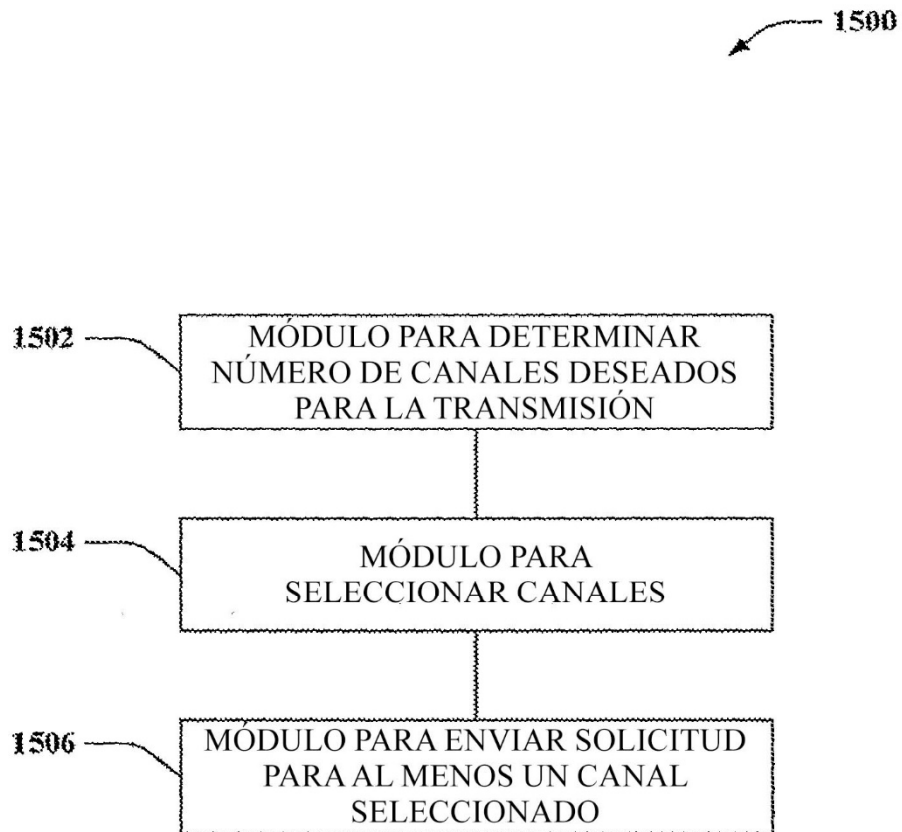


FIG. 15

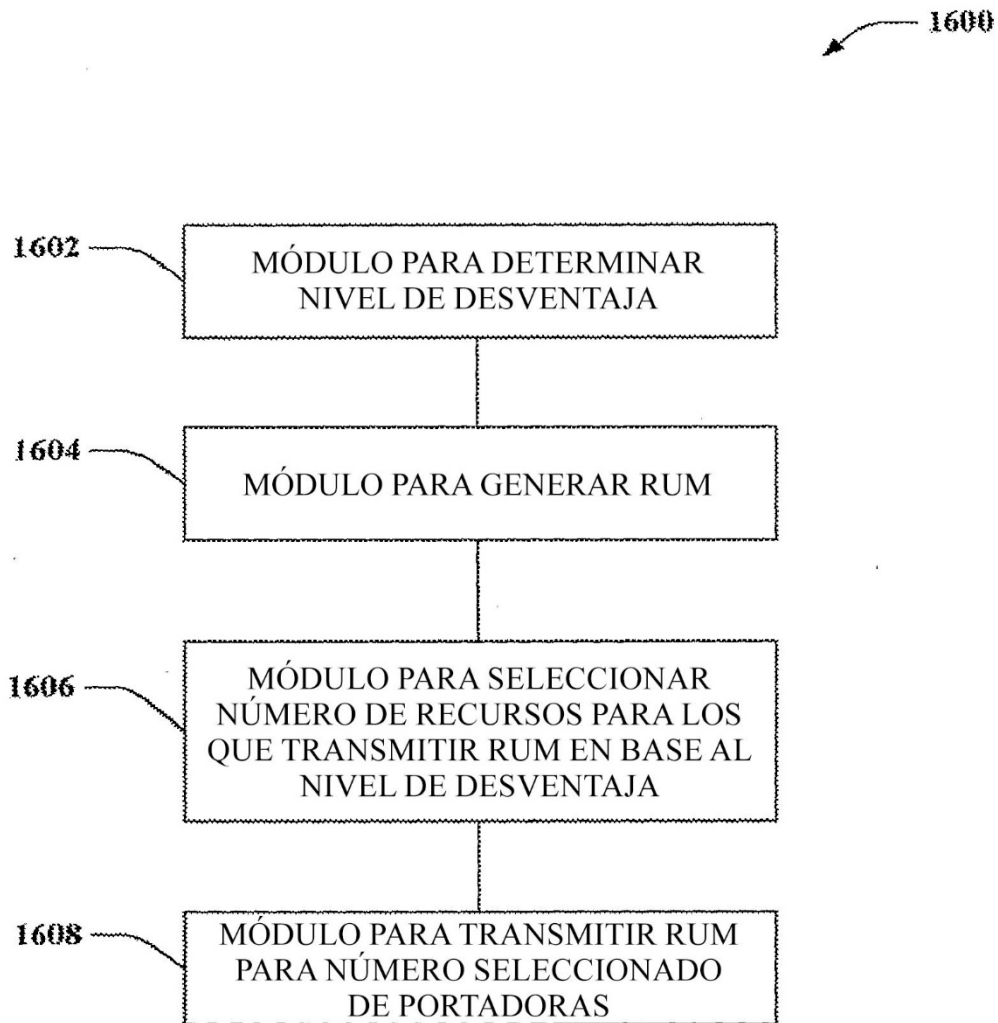


FIG. 16

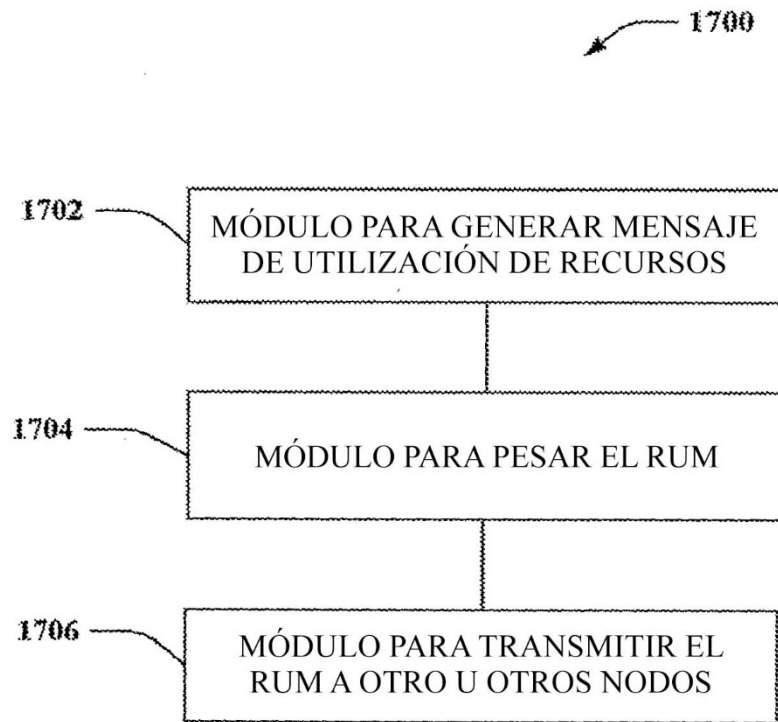


FIG. 17

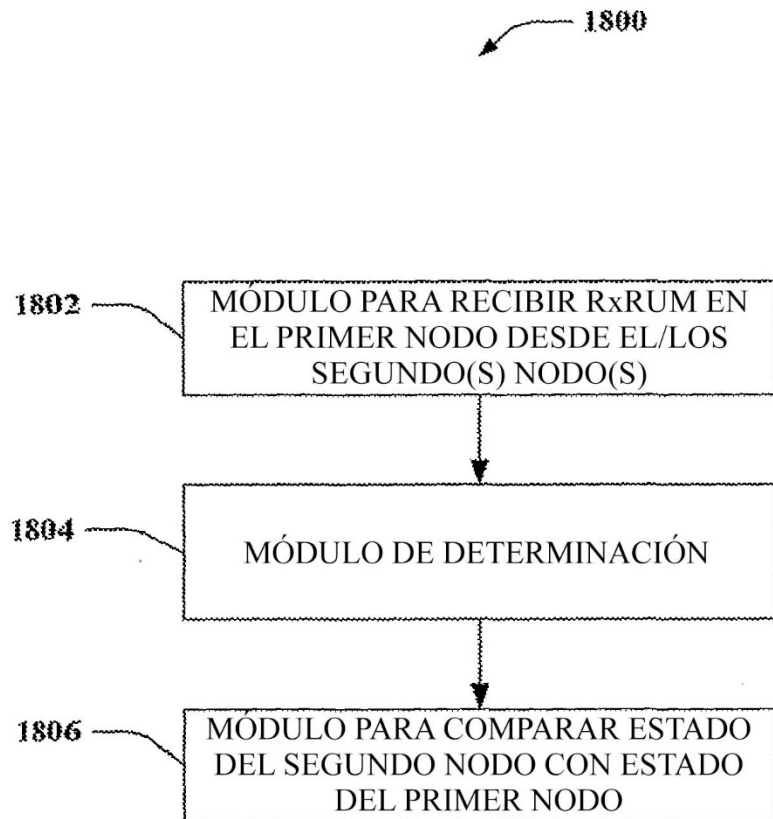


FIG. 18