

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 018**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04W 72/02** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2016** **E 16203397 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019** **EP 3334079**

54 Título: **Procedimiento versátil de selección de canal para red inalámbrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.02.2020**

73 Titular/es:

**KYYNEL OY (100.0%)**  
**Elektroniikkatie 10**  
**90590 Oulu, FI**

72 Inventor/es:

**VANNINEN, TEEMU y**  
**RAUSTIA, MATTI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 745 018 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 versátil de selección de canal para red inalámbrica

**Campo**

5 La invención se refiere al campo de radiocomunicaciones de largo alcance y, en particular, a llevar a cabo un procedimiento de selección de canal de frecuencia en un aparato de radiocomunicaciones.

**Antecedentes**

10 Los sistemas de radiocomunicaciones modernos permiten el funcionamiento en un canal de frecuencia seleccionado a partir de una pluralidad de canales de frecuencia según un criterio determinado. Algunos sistemas se basan en la planificación de frecuencias en donde se asigna al sistema una banda de frecuencia determinada, y el sistema se configura para funcionar exclusivamente en dicha banda de frecuencia. Normalmente tales sistemas se basan en el uso de bandas de frecuencia con licencia. Otros sistemas están configurados para escoger una frecuencia que se ha de utilizar de forma más adaptable, p. ej., según un barrido de las frecuencias disponibles (no ocupadas) y, posteriormente, transfiriendo mensajes de control relacionados con la negociación de la banda de frecuencia que se ha de utilizar. Tales procedimientos aumentan la tara de señalización, en particular en redes que comprenden varios nodos de red.

15 En algunos sistemas, se selecciona un canal para comunicación después de llevar a cabo mediciones de canal. Normalmente, las mediciones se basan en un primer nodo que transmite una señal piloto a un segundo nodo en un canal y el segundo nodo mide la señal piloto. Tales mediciones se pueden llevar a cabo para múltiples canales de frecuencia y, después de las mediciones, los nodos pueden seleccionar un canal para comunicación bidireccional. Tal procedimiento es aplicable a sistemas en donde los nodos experimentan un entorno radioeléctrico sustancialmente similar. En sistemas de comunicación de largo alcance, dos nodos geográficamente distantes pueden experimentar entornos radioeléctricos completamente diferentes, y no se pueden aplicar muchos principios de selección de canal convencionales. Es posible experimentar fenómenos similares incluso en radiocomunicaciones de corto y medio alcance.

20 comunicaciones - Véase también la patente europea EP 2 721 760 A1 (KYYNEL OY [FI]) del 23 de abril de 2014.

**Descripción breve**

La invención está definida por el tema de las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

**Listado de dibujos**

30 Las realizaciones de la presente invención se describen a continuación, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos que la acompañan, en los cuales:

la figura 1 ilustra una red inalámbrica en la cual se pueden aplicar realizaciones de la invención;

la figura 2 ilustra un esquema de mensajería en el cual se pueden aplicar algunas realizaciones de la invención;

35 la figura 3 ilustra una estructura de canales de frecuencia en la cual se pueden aplicar algunas realizaciones de la invención;

la figura 4 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para seleccionar un bloque de frecuencias y una subbanda para transmitir un mensaje según una realización de la invención;

la figura 5 ilustra un ejemplo de niveles de ruido en un bloque de frecuencias;

40 la figura 6 ilustra una realización para calcular, mediante un aparato, relaciones señal a ruido potenciales para bloques de frecuencias y seleccionar un bloque de frecuencias para que se reciba un mensaje en el aparato según una realización de la invención;

45 la figura 7 ilustra una realización para calcular, mediante un aparato, relaciones señal a ruido potenciales para bloques de frecuencias y seleccionar un bloque de frecuencias para que se transmita un mensaje desde el aparato según una realización de la invención;

la figura 8 ilustra una realización que combina las realizaciones de las figuras 6 y 7;

las figuras 9A a 9C ilustran realizaciones de mensajes intercambiados en las realizaciones de las figuras 4 y 6 a 8;

la figura 10 ilustra una realización para calcular de manera versátil las relaciones señal a ruido potenciales para múltiples bloques de frecuencias; y

la figura 11 ilustra un diagrama de bloque de una estructura de un aparato según una realización de la invención.

5 **Descripción de las realizaciones**

Las siguientes realizaciones son a modo de ejemplo. Si bien la memoria descriptiva puede hacer referencia a «una», o «algunas» de las realizaciones en varias ubicaciones, esto no significa necesariamente que cada una de tales referencias es a la misma realización o realizaciones, o que el rasgo aplica únicamente a una única realización. También se pueden combinar rasgos individuales de diferentes realizaciones para proporcionar otras realizaciones.

10 Asimismo, se ha de entender que las expresiones «que comprende» y «que incluye» no limitan las realizaciones descritas como si estuvieran compuestas por únicamente dichos rasgos mencionados y tales realizaciones pueden contener también rasgos/estructuras que no se han mencionado de manera específica.

15 La figura 1 ilustra un sistema de telecomunicaciones inalámbricas ejemplar en el cual se pueden aplicar realizaciones de la invención. Las realizaciones de la invención se pueden llevar a la práctica en una red especial que comprende una pluralidad de nodos de red 10, 11, 12 que se pueden llevar a la práctica mediante aparatos de radiocomunicaciones. La red especial se puede referir a una red que se establece entre los nodos de red 10 a 12 sin ninguna planificación de red respecto de la utilización de la infraestructura y/o frecuencia. Los nodos de red pueden ser equivalentes de forma operativa entre sí si bien en algunas realizaciones algunos de los nodos de red del sistema pueden funcionar como nodos de acceso a otros nodos de red. El término nodo de acceso se puede referir a un servicio de acceso a la red proporcionado por un nodo de acceso, en donde el nodo de acceso proporciona otro nodo de red con acceso radioeléctrico a al menos una red, p. ej., una red de área local, una red de zona amplia y/o Internet. Al menos algunos de los nodos de red 10 a 12 se pueden mover libremente, y también se pueden configurar para enviar paquetes de datos que no están relacionados con su propio uso, p. ej., paquetes de datos de otros nodos de red. Sin embargo, se ha de entender que los principios de la invención se pueden aplicar a otros tipos de sistemas de comunicación, p. ej., redes inalámbricas malladas, sistemas de comunicación que tienen una infraestructura fija tales como sistemas de comunicación celular, y otros tipos de sistemas. Los principios de la invención también se pueden aplicar a conexiones punto a punto, en donde dos nodos de red se comunican directamente entre sí sin utilizar ningún otro nodo de red para enviar los paquetes de datos.

20 En la realización de la figura 1, los nodos de red 10 a 12 tienen un alcance de comunicación muy amplio (incluso miles de kilómetros), y se pueden comunicar directamente con nodos de red al otro lado de la Tierra. Sus potencias de transmisión pueden variar de unos pocos vatios (p. ej., 20 a 50 W) a incluso kilovatios según sea el nodo de red móvil o fijo y según el tipo de fuente de alimentación. Por ejemplo, un nodo de red instalado en un edificio, un camión o un barco puede utilizar potencias de transmisión elevadas, mientras que un dispositivo de mano puede estar limitado a unos pocos vatios. La banda de frecuencia utilizada por los nodos de red 10 a 12 puede comprender una banda frecuencia elevada (HF, por su sigla en inglés) (3 a 30 MHz o 1,5 a 30 MHz), pero se ha de entender que otras realizaciones utilizan otras bandas de frecuencia que admiten tales enlaces radioeléctricos de largo alcance, p. ej., frecuencias muy elevadas (VHF, por su sigla en inglés) o frecuencias ultra-elevadas (UHF, por su sigla en inglés). Una ventaja de las frecuencias HF es su amplio alcance de propagación, y el hecho de que se pueden propagar a través de distintos tipos de rutas de comunicación. La figura 1 ilustra un escenario en donde un primer nodo de red 10 se comunica con un segundo nodo de red 11 por ondas radioeléctricas superficiales que se propagan cerca de la superficie terrestre. Sin embargo, un tercer nodo de red 12 al otro lado de la Tierra puede ser alcanzado por el primer nodo de red 10 a través de ondas radioeléctricas que se propagan utilizando reflexiones ionosféricas. Algunos nodos de red pueden ser alcanzados utilizando tanto ondas superficiales como reflexiones ionosféricas.

25 Los nodos de red 10 a 12 se configuran para permitir la comunicación en una banda de frecuencia elevada a partir de la cual se pueden seleccionar frecuencias de transmisión reales según realizaciones descritas en la presente memoria. La banda de frecuencia admitida puede ser continua o estar dividida en una pluralidad de bandas de frecuencia separadas entre sí. La división se puede basar en el hecho de que hay otros sistemas que ocupan algunas frecuencias que pueden tener prioridad para ocupar las frecuencias, mientras que el presente sistema se tiene que adaptar a la ocupación de frecuencias de tal sistema principal. En algunas realizaciones, los sistemas que ocupan la misma banda de frecuencia tienen la misma prioridad de ocupación de frecuencias, y al menos el presente sistema puede utilizar procedimientos de selección de canal cognitivos descritos en la presente memoria para evitar colisiones entre los sistemas.

30 La figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para un procedimiento en el cual se pueden aplicar algunas realizaciones de la invención. La figura 2 ilustra un procedimiento de toma de contacto en el cual dos nodos de red 10 y 12 inician transmisión de datos. El procedimiento de toma de datos de esta realización conlleva el intercambio de mensajes de solicitar envío (RTS, por su sigla en inglés) y de borrar para enviar (CTS, por su sigla en inglés).

35 Con referencia a la figura 2, los nodos de red se pueden configurar para intercambiar mensajes de control de banda estrecha entre sí en E10. Cada mensaje de control comprende una secuencia piloto y un identificador que identifica un transmisor del mensaje de control. En algunas realizaciones, el mensaje de control consiste en la secuencia piloto

y el identificador. El intercambio de los mensajes de control se puede llevar a cabo repetidamente según reglas preconfiguradas que pueden ser en función de tiempo y/o necesidad. Los mensajes de control se pueden considerar mensajes de anunciación o descubrimiento con los cuales los nodos de red indican su presencia en la red y, de manera adicional, indican frecuencias preferidas para comunicación, como se describe más adelante.

5 Con respecto a la recepción de un único mensaje de control de banda estrecha en un nodo de red 10 a 12, el nodo de red puede recibir una señal de banda ancha a través de un receptor radioeléctrico de banda ancha. El receptor radioeléctrico de banda ancha se puede configurar para llevar a cabo la recepción en una banda de frecuencia que sea significativamente más ancha que un ancho de banda del mensaje de control de banda estrecha. En algunas realizaciones, el ancho de banda del receptor puede ser más de diez veces el ancho de banda del mensaje de control de banda estrecha, y en otras realizaciones incluso cientos o miles de veces el ancho de banda del mensaje de control de banda estrecha. A continuación, el nodo de red puede llevar a cabo un procedimiento de detección de señal en la señal de banda ancha recibida para detectar un mensaje de control de banda estrecha dentro de la señal de banda ancha recibida. La detección de señal se puede llevar a cabo para una pluralidad de subbandas de la señal de banda ancha recibida. Por ejemplo, la señal de banda ancha recibida se puede dividir en una pluralidad de subbandas que tienen el ancho de banda correspondiente al ancho de banda conocido del mensaje de control de banda estrecha, y el procedimiento de detección de señal se puede llevar a cabo para cada subbanda por separado. En la práctica, la señal recibida de una subbanda determinada puede estar correlacionada con una secuencia piloto almacenada en una memoria del aparato. La secuencia piloto puede ser la misma que la secuencia piloto añadida al mensaje de control de banda estrecha en su transmisor.

20 Tras la detección del mensaje de control de banda estrecha en una subbanda de la señal de banda ancha recibida, se puede determinar un transmisor del mensaje de control de banda estrecha a partir del identificador comprendido en el mensaje de control de banda estrecha detectado. Los nodos de red 10 a 12 se pueden configurar para utilizar los mensajes de control de banda estrecha para indicar subbandas preferidas, p. ej., las subbandas que proporcionan una calidad de comunicación lo suficientemente elevada desde la perspectiva del transmisor del mensaje de control de banda estrecha. En una realización, el transmisor puede indicar la subbanda preferida transmitiendo el mensaje de control de banda estrecha en la subbanda preferida. En otra realización, el mensaje de control de banda estrecha comprende un elemento de información que tiene un valor de bit que indica la una o más subbandas preferidas, p. ej., un mapa de bits descrito más adelante. Por lo tanto, un receptor del mensaje de control puede determinar a partir del uno o más mensajes de control recibidos la una o más subbandas preferidas por el transmisor del mensaje de control de banda estrecha.

35 El término «banda estrecha» se puede definir con respecto a la «banda ancha» de modo que el ancho de banda del mensaje de control de banda estrecha sea menor que el ancho de banda de un receptor radioeléctrico de banda ancha. Según otro punto de vista, la banda estrecha se puede definir con respecto a su frecuencia de transmisión, p. ej., el ancho de banda del mensaje de control de banda estrecha es 10 % inferior o menos que la frecuencia central que lleva el mensaje de control. Por otra parte, el ancho de banda del receptor radioeléctrico de banda ancha es superior a 10 % de la frecuencia central del mensaje de control.

40 La selección de canal es realizada en E11 por parte del nodo de red 10 que tiene datos para transmitir al nodo de red 12. A continuación, el nodo de red 10 puede iniciar una transmisión de datos. Los parámetros de la transmisión de datos se pueden negociar en una fase de negociación en la cual el nodo de red 10 transmite un mensaje RTS al nodo de red 12, y el receptor responde con un mensaje CTS. En E12, el transmisor transmite el mensaje RTS al receptor. El mensaje RTS puede especificar una cantidad de recursos requeridos para la transmisión de los datos, una clasificación de calidad de servicio para los datos, y/u otra información que permita que el nodo de red 12 asigne suficientes recursos para la transmisión de datos. El mensaje RTS además puede contener información que permita que el nodo de red 12 seleccione un bloque de frecuencias para el mensaje CTS. Las realizaciones con este rasgo se describen más adelante. Tras la recepción del mensaje RTS en E12, el receptor detecta el mensaje RTS en E13, determina un ancho de banda necesario para la transmisión de datos, y lleva a cabo la selección de uno o más bloques de frecuencias para la transmisión de datos.

50 En E14, el receptor prepara el mensaje CTS para la transmisión al transmisor. El nodo de red 12 puede transmitir el mensaje CTS en una subbanda de un bloque de frecuencias indicado en el mensaje RTS en E12, y el mensaje CTS puede comprender una asignación de bloque de frecuencias para la transmisión posterior de datos. En una realización, el mensaje CTS también puede comprender una asignación de subbanda para uno o más bloques de frecuencias indicados en la asignación de bloque de frecuencias.

55 En E15, el nodo de red 10 lleva a cabo la transmisión de datos en los recursos de frecuencia asignados en el mensaje CTS. El nodo de red 12 está configurado para monitorizar los recursos de frecuencia para la transmisión de datos. Tras la recepción de la transferencia de datos en estos canales, el nodo de red 12 procesa los datos recibidos llevando a cabo la detección de datos y decodificando algoritmos. Tras la recepción exitosa de los datos, el nodo de red 12 se configura para transmitir un mensaje ACK en un bloque de frecuencias indicado en el mensaje RTS en E12. Sin embargo, tras la recepción errónea de los datos, el nodo de red 12 se configura para transmitir un mensaje NAK en el bloque de frecuencias indicado en el mensaje RTS en E12. En algunas realizaciones, el nodo de red 12 responde únicamente a la recepción correcta (ACK) o a la recepción incorrecta (NAK) de los datos. Por ejemplo, cuando el nodo de red 12 acusa recibo únicamente de las recepciones correctas transmitiendo ACK, el nodo de red 10 detecta la

recepción errónea al no detectar ningún mensaje ACK para determinado paquete de datos. También es posible ejecutar cualquier procedimiento de petición de repetición automática híbrida (HARQ, por su sigla en inglés), en donde tras detectar recepción errónea de un paquete de datos, una retransmisión comprende o bien el mismo paquete de datos (combinación Chase) o información adicional (p. ej., bits de paridad) que ayudan a la decodificación en el receptor. Esta última realización es conocida como HARQ de redundancia incremental. De esta manera, la transferencia de datos puede continuar entre los nodos de red 10 a 12.

Como resultado del procedimiento de selección de canal antes mencionado, no es necesaria ninguna planificación de frecuencia manual o señalización de control excesiva relacionadas con la negociación de la una o más bandas de frecuencia comunes que se han de utilizar en la comunicación. La transmisión repetida de los mensajes de control también permite la rápida adaptación a entornos radioeléctricos cambiantes. Normalmente, una subbanda puede tener una calidad elevada para determinado período de tiempo al cabo del cual otros sistemas ocupan la subbanda, y la calidad de la subbanda se deteriora. Por ejemplo, las frecuencias HF son susceptibles de diversos fenómenos naturales, p. ej., actividad solar y otras radiaciones que se originan en el espacio, y los otros sistemas radioeléctricos también contribuyen con el entorno radioeléctrico cambiante. Los sistemas con planificación de frecuencias estáticas no se pueden adaptar a tales cambios y, por lo tanto, su rendimiento se degrada. Asimismo, el entorno radioeléctrico puede ser completamente diferente para dos nodos de red distantes entre sí. Esto aumenta la necesidad de una adaptación rápida, puesto que crecen las probabilidades de que al menos uno de los dos nodos de red experimente una degradación de las subbandas actuales. Un nodo de red puede, tras la detección de un escaso rendimiento en la una o más subbandas y/o uno o más bloques de frecuencias actualmente preferidos, llevar a cabo un barrido para encontrar mejores subbandas y/o bloques de frecuencias y transmitir uno o más mensajes de control nuevos que indiquen un listado actualizado de frecuencias preferidas. Tras la recepción del uno o más mensajes de control nuevos, los otros nodos de red pueden, por consiguiente, actualizar el listado de canales preferidos. El procedimiento de selección de canal que comprende el intercambio del uno o más mensajes de control y el procesamiento del uno o más mensajes de control recibidos puede llevar incluso menos de 200 ms, lo cual permite la adaptación rápida al entorno radioeléctrico cambiante y se puede llevar a cabo incluso sin ninguna negociación que no sea la transmisión unidireccional del mensaje de control.

Considérese una estructura de canales con referencia a la figura 3. La figura 3 ilustra la banda en funcionamiento del sistema entero dividida en una pluralidad de bloques de frecuencias 300, 302, teniendo cada bloque de frecuencias 300, 302 un ancho de banda ejemplar de 192 kHz. Cada nodo de red 10 a 12 se puede sintonizar para recibir señales de 192 kHz de cada bloque de frecuencias. El nodo de red 10 a 12 puede comprender una pluralidad de receptores radioeléctricos, en donde cada receptor radioeléctrico se sintoniza para recibir señales radioeléctricas en al menos un bloque de frecuencias. En algunas realizaciones en donde la cantidad de bloques de frecuencias admitidos por el sistema es mayor que la cantidad de receptores radioeléctricos en el nodo de red, al menos algunos de los receptores radioeléctricos se sintonizan para recibir una pluralidad de bloques de frecuencias. A continuación, los receptores radioeléctricos pueden producir saltos de frecuencia entre dichos bloques de frecuencias. El ancho de banda de las transmisiones reales es 3 kHz. Cada bloque de frecuencias de 192 kHz está dividido en subbandas de 3 kHz (1 kHz u otro ancho de banda en otras realizaciones). En algunas realizaciones, la cantidad de subbandas en los bloques de frecuencias es el ancho de banda del bloque de frecuencias dividido por el ancho de banda de la subbanda, p. ej.,  $192 \text{ kHz} / 3 \text{ kHz} = 64$ . En tales realizaciones, la separación entre frecuencias centrales de subbandas adyacentes es igual al ancho de banda de las subbandas, p. ej., 3 kHz. Sin embargo, en realizaciones más eficientes, la separación entre frecuencias centrales de subbandas adyacentes es inferior al ancho de banda de las subbandas. En la práctica, esto significa que las subbandas se superponen en el dominio de la frecuencia, como se ilustra en la figura 3, pero todavía se puede conseguir suficiente separación entre frecuencias de modo que sea posible mitigar la interferencia de canales adyacentes en el receptor. Por ejemplo, la separación de frecuencias centrales puede ser de 1 kHz o incluso 500 Hz mientras que el ancho de banda de la subbanda es de varios kHz. Un nodo de red 10 a 12 se puede configurar para seleccionar una o más subbandas por bloque de frecuencias para llevar a cabo una transmisión.

Puesto que el transmisor puede seleccionar las subbandas en las cuales transmitir los mensajes de control, cada receptor de banda ancha no sabe necesariamente en cuál de las subbandas del bloque de frecuencias se sitúa la transmisión. Como consecuencia, cada rama del receptor puede comprender un filtro adaptado a una forma de onda de una secuencia piloto conocida contenida en la transmisión y, asimismo, estar configurada para barrer las subbandas (3 kHz) de la señal de ancho de banda recibida (192 kHz) y detectar la secuencia piloto. Como se conoce en la técnica, los filtros adaptados se pueden reemplazar por una estructura de correlador.

Tras la detección de la secuencia piloto en una de las subbandas de la señal recibida, una señal de la subbanda se aplica a un procesador de mensajes de control que se puede configurar para procesar la señal. El procesamiento puede comprender aplicar algoritmos de procesamiento de señales de receptor, p. ej., ecualización, a la señal de subbanda. La secuencia piloto contenida en la señal de subbanda recibida se puede utilizar como una secuencia de entrenamiento para la ecualización (es posible estimar una respuesta de canal a partir de la secuencia piloto) y para otros algoritmos de procesamiento de señales. A continuación, el procesador de mensajes de control puede extraer una porción de carga útil del mensaje de control contenido en la señal de subbanda y recuperar cualquier carga útil contenida en la porción de carga útil.

Algunas realizaciones de la invención descritas más adelante son aplicables a la estructura de canales de la figura 3 y al esquema de mensajería de la figura 2. La figura 4 ilustra un procedimiento para seleccionar un bloque de

frecuencias 300, 302 para radiocomunicaciones, comprendiendo el procedimiento en un primer nodo 10 de una red inalámbrica: determinar (bloque 400) un primer valor que representa un nivel de ruido más bajo de un canal radioeléctrico en el primer nodo o en un segundo nodo 11, 12 en un primer bloque de frecuencias; calcular (bloque 400) una primera medida que representa una relación entre una primera intensidad de señal deseada y el primer valor, en donde la primera medida representa la relación señal a ruido potencial más elevada en el primer bloque de frecuencias; determinar (bloque 402) un segundo valor que representa un nivel de ruido más bajo de un canal radioeléctrico en el primer nodo o en el segundo nodo en un segundo bloque de frecuencias; calcular (bloque 402) una segunda medida que representa una relación entre una segunda intensidad de señal deseada y el segundo valor, en donde la segunda medida representa la relación señal a ruido potencial más elevada en el segundo bloque de frecuencias; seleccionar (bloque 404), en función de al menos la primera y la segunda medida y entre un conjunto de bloques de frecuencias que comprende al menos el primer y el segundo bloque de frecuencias, un bloque de frecuencias para transmitir un mensaje entre el primer nodo y el segundo nodo; indicar (bloque 406) una subbanda del bloque de frecuencias seleccionado para el mensaje; y generar la transmisión del mensaje en la subbanda indicada del bloque de frecuencias seleccionado (bloque 408).

En una realización, la primera intensidad de señal deseada se mide a partir de una primera señal deseada recibida en el primer nodo 10, y la segunda intensidad de señal deseada se mide a partir de una segunda señal deseada recibida en el primer nodo 10, en donde la primera señal deseada es recibida en el primer bloque de frecuencias y la segunda señal deseada es recibida en el segundo bloque de frecuencias distinto del primer bloque de frecuencias.

En una realización, el procedimiento de la figura 4 da como resultado una única medida calculada por bloque de frecuencias, en donde la medida representa la relación entre la intensidad de señal deseada y el nivel de ruido más bajo en el bloque de frecuencias. Por lo tanto, esta medida representa la mejor relación señal a ruido (SNR, por su sigla en inglés) potencial que se puede conseguir para una señal de comunicación transmitida o recibida en el bloque de frecuencias. Por lo tanto, la selección del bloque de frecuencias se puede llevar a cabo utilizando estas estimaciones de la mejor SNR potencial por bloque de frecuencias, y la selección en el bloque 404 puede incluir seleccionar el bloque de frecuencias que proporciona la mejor SNR entre los bloques de frecuencias, es decir, seleccionar un bloque de frecuencias asociado con una medida que indica la mejor SNR potencial. La selección de una subbanda dentro del bloque de frecuencias seleccionado se puede llevar a cabo utilizando otro criterio, como se describe más adelante.

La figura 5 ilustra un ejemplo de condiciones de canal en un bloque de frecuencias 300 que se pueden medir en los nodos de red 10 a 12. La curva dibujada con una línea continua representa un nivel de ruido según frecuencia 500. El nivel de ruido 500 puede ser afectado por el ruido de fondo (p. ej., ruido térmico) y por otras transmisiones radioeléctricas. El ruido de fondo puede ser sustancialmente blanco en el espectro y el nivel de ruido puede colorearse por las otras transmisiones radioeléctricas en el sistema de los nodos de red 10 a 12 y/o por otros sistemas inalámbricos. Si existe al menos una transmisión radioeléctrica en el bloque de frecuencias 300 en el momento de medir el nivel de ruido 500, el espectro del nivel de ruido medido 500 puede estar coloreado, es decir, ser espectralmente no plano. La cantidad de transmisiones radioeléctricas en el bloque de frecuencias 300 es proporcional a la volatilidad del nivel de ruido medido 500. La realización de la figura 4 es particularmente adecuada para situaciones en las cuales el nivel de ruido 500 tiene un espectro no plano en el bloque de frecuencias 500 puesto que posteriormente permite la detección de la mejor SNR potencial que es posible alcanzar en el bloque de frecuencias en vez de solo determinar si hay o no hay interferencia en el bloque de frecuencias. De manera adicional, la realización de la figura 4 permite estimar la mejor SNR posible para el bloque de frecuencias incluso cuando la señal deseada no es recibida en una subbanda asociada con el nivel de ruido más bajo. En realidad, la señal deseada puede ser recibida en cualquiera de las subbandas del bloque de frecuencias.

El nivel de ruido más bajo 502 se puede calcular, por ejemplo, de la siguiente manera. En una realización, el nivel de ruido más bajo se calcula para un bloque de frecuencias 300, en primer lugar, midiendo el canal radioeléctrico en una banda de frecuencia del bloque de frecuencias 300, adquiriendo de este modo una señal radioeléctrica medida. A continuación, la señal radioeléctrica medida se puede transformar en un dominio de la frecuencia mediante una transformada de Fourier (rápida), produciendo, de este modo, un conjunto de muestras de frecuencias. La señal con transformada de Fourier se puede procesar para representar, y el conjunto de muestras de frecuencias puede representar, una respuesta de frecuencia del canal radioeléctrico en el bloque de frecuencias 300, un espectro de amplitudes del canal radioeléctrico en el bloque de frecuencias 300, o un espectro de potencia del canal radioeléctrico en el bloque de frecuencias 300, u otra representación de características de frecuencia medidas del canal radioeléctrico en el bloque de frecuencias.

El nivel de ruido más bajo se puede conseguir seleccionando el valor más bajo entre las muestras de frecuencias o se puede emplear otro algoritmo, más sofisticado, para seleccionar el nivel de ruido más bajo.

La figura 5 también ilustra el nivel de señal deseada 504, es decir la intensidad de la señal deseada. En una realización, la señal deseada es medida por el primer nodo a partir de una señal radioeléctrica recibida del segundo nodo. Dicho de otro modo, la intensidad de señal deseada 504 representa un nivel de señal de una señal radioeléctrica recibida en el primer nodo desde el segundo nodo. La intensidad de señal deseada se puede medir empleando soluciones de medición de avanzada, p. ej., midiendo un nivel de señal recibida de los mensajes de control intercambiados en E10 en la figura 2. La intensidad de la señal deseada puede representar únicamente la intensidad de la señal deseada, es

decir, sin que el ruido o la interferencia con otras transmisiones radioeléctricas afecten la intensidad. El aporte de únicamente la señal deseada a la intensidad de la señal (p. ej., potencia) medida a partir de un canal (p. ej., una subbanda) se puede tener en cuenta empleando herramientas de procesamiento de señal convencionales. Por ejemplo, una intensidad de señal de una señal recibida desde el canal se puede medir, en primer lugar, en un estado en el cual la señal deseada se detecta en el canal. Esta intensidad de señal medida incluye el componente de señal deseada, un componente de ruido, y un componente de interferencia. En segundo lugar, el ruido y la potencia de interferencia se estiman en un estado en el cual la señal deseada no se detecta en el canal. La detección de la presencia/ausencia de la señal deseada se puede llevar a cabo empleando mecanismos de detección de canal convencionales. Como tercera etapa, estos dos valores de medición se restan de forma que el resultado sea la intensidad de señal deseada. Naturalmente, el orden de la primera y la segunda etapa es intercambiable. La primera y segunda etapa se pueden llevar a cabo dentro de una ventana de tiempo determinada durante la cual los componentes de ruido y de interferencia se pueden asumir como sustancialmente constantes o suficientemente estáticos.

En una realización, la intensidad de la señal deseada se mide en una frecuencia distinta de la frecuencia del nivel de ruido más bajo 502, p. ej., una banda de frecuencia del nivel de ruido más bajo 502 y una banda de frecuencia en donde se mide la intensidad de señal deseada 504 pueden ser exclusivamente diferentes. Esto permite calcular la SNR potencial para el bloque de frecuencias independientemente de la banda de frecuencia utilizada para medir la intensidad de señal deseada. Esta realización se describe con mayor detalle más adelante con referencia a la figura 10.

Considérense ahora algunas realizaciones para llevar a cabo la selección del bloque de frecuencias. Las figuras 6 y 7 ilustran diagramas de señalización de realizaciones en donde el bloque de frecuencias se selecciona empleando un destinatario del mensaje del bloque 408 como criterio adicional. En particular, si el destinatario es el primer nodo que ejecuta el procedimiento de la figura 4, las medidas se pueden calcular empleando mediciones de canal tomadas por el primer nodo. Esto se describe en relación con la figura 6 y, en este caso, el primer nodo puede desencadenar que el segundo nodo transmita el mensaje al primer nodo en el bloque 408. Si el destinatario es el segundo nodo, las medidas se pueden calcular utilizando los niveles de ruido más bajos para los bloques de frecuencia según se reciben del segundo nodo. Esto se describe en relación con la figura 7 y, en este caso, el primer nodo puede transmitir el mensaje del primer nodo al segundo nodo en el bloque 408.

Con referencia a la figura 6, el primer nodo es el nodo de red 10 y el segundo nodo es el nodo de red 12. En el bloque 600, el nodo de red 10 lleva a cabo mediciones de canal radioeléctrico y calcula, en función de las mediciones, los valores de ruido más bajos  $N_k^{10}$  para cada uno de una pluralidad de bloques de frecuencias 1 a K, adquiriendo de este modo los valores  $N_1^{10}$  a  $N_K^{10}$ . El bloque 600 se puede llevar a cabo regularmente, p. ej., periódicamente. En la etapa 602, el nodo de red 12 transmite una señal radioeléctrica en un bloque de frecuencias  $k$  y el nodo de red 10 recibe la señal radioeléctrica y mide una intensidad de señal recibida  $P_k^{rx}$  de esta señal radioeléctrica tras recibir la señal radioeléctrica. La señal radioeléctrica puede llevar un mensaje de control tal y como se describió más arriba en relación con E10 de la figura 2. La señal radioeléctrica se puede transmitir en cualquier subbanda del bloque de frecuencias  $k$ . La intensidad de señal se puede medir a partir de una parte de secuencia piloto comprendida en el mensaje. La intensidad de señal recibida  $P_k^{rx}$  puede ser un indicador de intensidad de señal recibida (RSSI, por su sigla en inglés) que representa una potencia de la señal radioeléctrica recibida en el bloque de frecuencias  $k$ , aunque se puede utilizar otra medida que representa la intensidad de señal (p. ej., amplitud o energía). La etapa 602 puede preceder el bloque 600 en algunos casos. El bloque 602 se puede llevar a cabo para una pluralidad de bloques de frecuencia en los cuales se han recibido la señal radioeléctrica u otra señal radioeléctrica del nodo de red 12. En un caso en el cual el nodo de red 12 transmite la señal radioeléctrica en cada bloque de frecuencias 1 a K,  $P_k^{rx}$  puede ser calculada por el nodo de red 10 para cada bloque de frecuencias 1 a K. En otras realizaciones, el nodo de red 10 puede recibir la señal radioeléctrica en un subconjunto de los bloques de frecuencias 1 a K y, a continuación, el nodo de red 10 puede calcular  $P_k^{rx}$  únicamente para el subconjunto de bloques de frecuencia.

En el bloque 604, el nodo de red 10 calcula la SNR potencial para cada bloque de frecuencias para el cual se ha medido  $P_k^{rx}$  y para transmisiones del nodo de red 12 al nodo de red 10 de la siguiente forma:

$$SNR_1^{12 \rightarrow 10} = \frac{P_1^{rx}}{N_1^{10}}, SNR_2^{12 \rightarrow 10} = \frac{P_2^{rx}}{N_2^{10}}, \dots, SNR_K^{12 \rightarrow 10} = \frac{P_K^{rx}}{N_K^{10}}$$

A continuación, el bloque de frecuencias que proporciona la  $SNR_k^{12 \rightarrow 10}$  más elevada se puede seleccionar en el bloque 604. Tras seleccionar el bloque de frecuencias, el nodo de red puede generar un mensaje para transmitir al nodo de red 12 e insertar en el mensaje un índice del bloque de frecuencias seleccionado para indicar al nodo de red el bloque de frecuencias en el cual el nodo de red 12 ha de transmitir un mensaje posterior al nodo de red 10. En una realización, el mensaje generado y transmitido por el nodo de red 10 en la etapa 606 es el mensaje RTS (véase E12 en la figura 2). En otra realización, el mensaje generado y transmitido por el nodo de red 10 en la etapa 606 es otro mensaje de petición u otro mensaje que requiere una respuesta del nodo de red 12. El mensaje puede ser un paquete de datos que requiere acuse de recibo (ACK/NAK), por ejemplo.

El nodo de red 10 además puede indicar con el mensaje generado y transmitido en la etapa 606 una subbanda

preferida o incluso seleccionada dentro del bloque de frecuencias seleccionado. En una realización, descrita con mayor detalle más adelante, el nodo de red 10 puede insertar en el mensaje un elemento de información que indica la una o más subbandas dentro del bloque de frecuencias seleccionado. Por lo tanto, el nodo de red puede especificar una subbanda y un bloque de frecuencias en el cual recibirá la respuesta al mensaje RTS. Por consiguiente, el nodo de red puede incluir en el mensaje elementos de información separados para el bloque de frecuencias seleccionado y para una o más subbandas preferidas dentro del bloque de frecuencias.

El mensaje RTS también puede incluir un mapa de bits que indica las subbandas preferidas para el bloque de frecuencias en el cual se transmite el mensaje RTS. El mapa de bits puede tener el mismo fin que en el mensaje de control de E10, p. ej., indicador de una o más subbandas en las cuales otro nodo puede entrar en contacto con el nodo de red 10.

Tras recibir el mensaje en la etapa 606, el nodo de red 12 puede generar una respuesta al mensaje. El nodo de red puede seleccionar el bloque de frecuencias indicado en el mensaje recibido en la etapa 606. El nodo de red 12 además puede seleccionar una subbanda indicada como la subbanda preferida o seleccionada en el mensaje recibido en la etapa 606. Si múltiples subbandas se indican como subbandas preferidas, el nodo de red 12 puede seleccionar una subbanda arbitrariamente, p. ej., de manera aleatoria. Si en el mensaje se especifica explícitamente una única subbanda, el nodo de red 12 está obligado a seleccionar la subbanda. El nodo de red puede transmitir el mensaje de respuesta en la etapa 608 en la subbanda seleccionada del bloque de frecuencias seleccionado. El mensaje de respuesta puede ser el mensaje CTS descrito más arriba en E14 o un mensaje de acuse de recibo, por ejemplo.

Con referencia a la realización de la figura 4, la indicación de la subbanda en el bloque 406 es la indicación de la una o más subbandas preferidas en la etapa 606, y el bloque 408 puede comprender la transmisión del mensaje en la etapa 606 que desencadena (causa) la transmisión del mensaje al cual se hace referencia en el bloque 408. El mensaje del bloque 408 puede ser la respuesta al mensaje transmitido en la etapa 606.

En la realización de la figura 6, el nodo de red 10 selecciona el bloque de frecuencias para un mensaje que ciertamente va a recibir del nodo de red 12. La figura 7 ilustra una realización en donde el nodo de red 10 selecciona un bloque de frecuencias para un mensaje que está por transmitir al nodo de red 12. En esta realización, el nodo de red 10 utiliza información sobre las condiciones del canal (un nivel de ruido) en el otro nodo de red 12. Cabe mencionar que el sistema es aplicable a comunicaciones de largo alcance y, por consiguiente, dos nodos de red distantes 10 12 pueden obedecer a condiciones de canal totalmente distintas. Cuando la comunicación es en HF, la mayor parte del ruido recibido se origina en el canal radioeléctrico y, por ende, hasta dos nodos relativamente cercanos entre sí, p. ej., a una distancia de únicamente unos escasos kilómetros o cientos de metros, podrían experimentar espectros radioeléctricos completamente distintos debido a la interferencia local y a las fuentes de ruido. Si el nodo de red 10 seleccionara un bloque de frecuencias en función de las mediciones de canal tomadas en el bloque 600, el nodo de red 10 podría seleccionar un bloque de frecuencias que proporcionara malas condiciones de SNR en el nodo de red 12. Por lo tanto, resulta ventajoso para el nodo de red 10 utilizar información de canal recibida del nodo de red 12.

Con referencia a la figura 7, el nodo de red 12 puede llevar a cabo el bloque 600, tomar las mediciones de canal radioeléctrico y calcular, en función de las mediciones, los valores de ruido más bajos  $N_k^{12}$  para cada uno de una pluralidad de bloques de frecuencias 1 a K, adquiriendo de este modo los valores  $N_1^{12}$  a  $N_K^{12}$ . A continuación, el nodo de red 12 puede transmitir los valores  $N_1^{12}$  a  $N_K^{12}$  al nodo de red 10 en la etapa 700. El bloque 600 y la etapa 700 se pueden llevar a cabo regularmente para cada bloque de frecuencias, p. ej., periódicamente. Los valores  $N_1^{12}$  a  $N_K^{12}$  se pueden transmitir en un mensaje de control de la etapa E10, por ejemplo. En una realización, el nodo 12 transmite el mensaje de control en cada bloque de frecuencias que ha observado como potencial para recepción de un mensaje. Un bloque de frecuencias puede ser determinado como potencial para recibir un mensaje si el nivel de ruido más bajo calculado para el bloque de frecuencias está por debajo de un umbral determinado. En otras realizaciones, el mensaje de control se puede transmitir en todos los bloques de frecuencia, o se puede emplear otra regla para seleccionar los bloques de frecuencias para transmitir el mensaje de control.

En una realización, cada mensaje de control indica el nivel de ruido más bajo para el bloque de frecuencias en el cual se transmite el mensaje de control. En una realización, cada mensaje de control indica el nivel de ruido más bajo para únicamente el bloque de frecuencias en el cual se transmite el mensaje de control. En una realización, el nodo de red puede indicar, con el mensaje de control generado y transmitido en la etapa 700, una subbanda preferida dentro del bloque de frecuencias que lleva el mensaje de control. Como se describe en relación con la figura 6, el nodo de red 12 puede insertar en el mensaje de control un elemento de información que indica la una o más subbandas preferidas dentro del bloque de frecuencias seleccionado. Se puede utilizar un mapa de bits para indicar las subbandas preferidas.

El nodo de red 10 puede recibir el uno o más mensajes de control que indican los niveles de ruido más bajos para los bloques de frecuencias en 700 y, tras medir la intensidad de señal de una o más señales radioeléctricas recibidas del nodo de red en los bloques de frecuencias de la etapa 602, el nodo de red 10 puede calcular la SNR potencial para los bloques de frecuencias y para un mensaje que se ha de transmitir del nodo de red 10 al nodo de red 12 en el bloque 704 de la siguiente forma:

$$SNR_1^{10 \rightarrow 12} = \frac{P_1^{rx}}{N_1^{12}}, SNR_2^{10 \rightarrow 12} = \frac{P_2^{rx}}{N_2^{12}}, \dots, SNR_K^{10 \rightarrow 12} = \frac{P_K^{rx}}{N_K^{12}}$$

5 En este caso, el nodo de red 10 puede asumir que el canal radioeléctrico es recíproco en el sentido de que una señal radioeléctrica transmitida del nodo de red 12 al nodo de red 10 se atenúa de una manera similar a como lo hace una señal radioeléctrica transmitida del nodo de red 10 al nodo de red 12. Por consiguiente, el nodo de red puede emplear la intensidad de señal de una señal recibida en la etapa 602 del nodo de red 12 en el cálculo de la SNR potencial en el nodo de red 12 para una señal transmitida por el nodo de red 10. El nodo de red 10 puede calcular la SNR potencial para cada bloque de frecuencias para el cual se ha recibido el valor de ruido en la etapa 700. Esta SNR potencial también se puede denominar SNR potencial invertida en el sentido de que el nodo de red 10 calcula la SNR potencial para el entorno radioeléctrico de otro nodo de red, es decir, el nodo de red 12.

10 El bloque de frecuencias que proporciona la  $SNR_k^{10 \rightarrow 12}$  más elevada se puede seleccionar en el bloque 704. Tras seleccionar el bloque de frecuencias, el nodo de red puede generar un mensaje para transmitir al nodo de red 12 y transmitir el mensaje en una subbanda del bloque de frecuencias seleccionado al nodo de red 12 en la etapa 706. La subbanda se puede seleccionar empleando la información en las subbandas preferidas de los bloques de frecuencias seleccionados, según indica el nodo de red 12 en el uno o más mensajes de control intercambiados en la etapa 700 o E10.

15 Con referencia a la realización de la figura 4, la indicación de la subbanda en el bloque 406 es la selección de las subbandas preferidas para el mensaje transmitido en la etapa 706, y el bloque 408 puede comprender la transmisión del mensaje en la etapa 706. Por consiguiente, el bloque 408 comprende provocar la transmisión del mensaje desde el nodo de red 10.

20 En una realización, el mensaje transmitido en la etapa 706 es el mensaje RTS descrito anteriormente en relación con E12 de la figura 2. El RTS puede ser dirigido a un nodo de red con el cual el nodo de red 10 desea iniciar transmisión de datos.

25 En una realización, el mensaje transmitido en la etapa 706 es el mensaje de control descrito anteriormente en relación con E10 de la figura 2. El nodo de red 10 puede llevar un listado de otros nodos de red de la red inalámbrica y seleccionar el bloque de frecuencias y la subbanda para el mensaje de control de modo que mejore la probabilidad de recibir los mensajes de control correctamente en los nodos de red de la red inalámbrica. Esto se puede conseguir seleccionando el bloque de frecuencias que indica la mejor SNR potencial para uno o más receptores del uno o más mensajes de control transmitidos por el nodo de red 10.

30 La figura 8 ilustra una realización que combina las realizaciones de las figuras 6 y 7. La figura 8 también ilustra el funcionamiento a nivel sistema con mayor detalle que en las figuras 6 y 7 que ilustran el funcionamiento principalmente desde la perspectiva del nodo de red 10. Con referencia a la figura 8, ambos nodos o todos los nodos de la red inalámbrica se pueden configurar para ejecutar el bloque 600: medir el canal radioeléctrico y determinar los niveles de ruido más bajos para los bloques de frecuencia 300, 302 de las redes inalámbricas. El bloque 600 se puede llevar a cabo periódicamente.

35 Todos los nodos de red también pueden llevar a cabo la etapa 700 en relación con el intercambio de los mensajes de control de E10. Como se describió anteriormente, cada mensaje de control puede indicar el nivel de ruido más bajo para el bloque de frecuencias en el cual se transmite el mensaje de control y desde la perspectiva del transmisor del mensaje de control. En algunas realizaciones, un mensaje de control puede comprender un grupo de valores de nivel de ruido más bajo para una pluralidad de bloques de frecuencia. Cada uno de los mensajes de control intercambiados en la etapa 700 además puede llevar información sobre subbandas preferidas del bloque de frecuencias en el cual se transmitió el mensaje de control, p. ej., un mapa de bits descrito más adelante. El intercambio de los mensajes de control además permite medir las intensidades de señal recibida en la etapa 602. En función de la información obtenida en el bloque 600 y recibida en las etapas 700 y 602, el nodo de red 10 (y los otros nodos de red) obtienen información que permite calcular las medidas de SNR potencial descritas anteriormente y, asimismo, obtienen información sobre subbandas preferidas de los otros nodos de red.

40 En el bloque 604, los nodos de red 10, 12 pueden calcular las medidas de SNR potencial para los bloques de frecuencias y seleccionar un bloque de frecuencias preferido para recepción de mensajes. El bloque de frecuencias preferido se puede almacenar en una memoria de los respectivos nodos de red 10, 12. Tras determinar el inicio de la comunicación con el nodo de red 12, p. ej., con el propósito de transmitir datos al nodo de red 12, el nodo de red 10 calcula en el bloque 704 las medidas de SNR invertida para los bloques de frecuencias y selecciona un bloque de frecuencias en el cual se considera que el nodo de red 12 ofrece la mejor SNR potencial en el nodo de red 12, p. ej., seleccionando el bloque de frecuencias asociado con la medida de SNR invertida más elevada.

45 En la etapa 800, el nodo de red 10 genera un mensaje (un mensaje RTS) e inserta en el mensaje un elemento de información que indica el bloque de frecuencias seleccionado por el nodo de red 10 en el bloque 604. El nodo de red 10 también puede incluir en el mensaje información sobre la una o más subbandas preferidas o una subbanda seleccionada dentro del bloque de frecuencias seleccionado por el nodo de red 10 en el bloque 604. A continuación, el nodo de red 10 transmite el mensaje en una subbanda del bloque de frecuencias seleccionado en el bloque 704. La

subbanda se puede seleccionar empleando la información sobre las subbandas preferidas del bloque de frecuencias seleccionado recibida en la etapa 700.

5 Tras recibir el mensaje en la etapa 800, el nodo de red 12 puede extraer el contenido del mensaje y generar una respuesta al mensaje (un mensaje CTS). El nodo de red 12 puede insertar en el mensaje de respuesta un elemento de información que indica el bloque de frecuencias seleccionado por el nodo de red 12 en el bloque 604. El nodo de red 12 también puede incluir en el mensaje información sobre la una o más subbandas preferidas o seleccionadas dentro del bloque de frecuencias seleccionado por el nodo de red 12 en el bloque 604. A continuación, el nodo de red 12 transmite en la etapa 802 el mensaje de respuesta en una subbanda del bloque de frecuencias indicada por el nodo de red 10 en el elemento de información contenido en el mensaje recibido en la etapa 800. El nodo de red 12 puede seleccionar la subbanda empleando la información sobre las subbandas preferidas del bloque de frecuencias indicadas en el mensaje RTS recibido en la etapa 800. En una realización alternativa en donde el mensaje RTS recibido en la etapa 800 asigna una única subbanda para el mensaje de respuesta, el nodo de red 12 puede seleccionar la subbanda asignada en el mensaje RTS. Incluso en otra realización en donde el mensaje RTS no especifica ninguna subbanda, el nodo de red 12 puede utilizar la información sobre subbandas preferidas como recibidas en la etapa 700 y seleccionar la subbanda en función de la información sobre las subbandas preferidas del bloque de frecuencias indicado.

20 En una realización, el mensaje de respuesta indica una pluralidad de bloques de frecuencias para la transmisión de datos. Por ejemplo, el mensaje transmitido en la etapa 800 puede solicitar determinada cantidad de recursos de transmisión de datos para la transmisión de los datos. El nodo de red 12 puede utilizar la petición para determinar la cantidad de subbandas y la cantidad de bloques de frecuencias necesaria para satisfacer la petición, y seleccionar los bloques de frecuencias en el bloque 604. A continuación, el nodo de red 12 puede insertar en el mensaje de respuesta de la etapa 802 múltiples elementos de información que indican los bloques de frecuencias seleccionados.

25 Tras recibir el mensaje de respuesta en la etapa 802, el nodo de red 10 puede extraer los contenidos del mensaje de respuesta y determinar si el mensaje de respuesta (CTS) aprueba o no la transmisión de datos desde el nodo de red 10 al nodo de red 12. Tras determinar que la transmisión de datos se puede iniciar, el nodo de red 10 puede generar un mensaje de datos. El nodo de red 10 puede insertar en el mensaje de datos datos de carga útil y transmitir el mensaje de datos en la etapa 804. El nodo de red 10 puede transmitir el mensaje de datos en una o más subbandas del uno o más bloques de frecuencias indicadas por el nodo de red 12 en el elemento de información contenido en el mensaje de respuesta recibido en la etapa 802. En una realización en donde el nodo de red 10 ha asignado una o más subbandas para la transmisión de datos y las ha especificado en el mensaje CTS, el nodo de red 10 selecciona la una o más subbandas asignadas. En otra realización, el nodo de red 10 puede seleccionar la una o más subbandas empleando la información sobre las subbandas preferidas de los bloques de frecuencias indicados recibida en la etapa 802 o utilizar la información sobre las subbandas preferidas del uno o más bloques de frecuencias indicados recibida en la etapa 700.

35 En una realización, el mensaje de datos lleva el elemento de información que indica el bloque de frecuencias seleccionado por el nodo de red 10 en el bloque 604. El nodo de red 10 también puede incluir en el mensaje información sobre la una o más subbandas preferidas dentro del bloque de frecuencias seleccionado por el nodo de red 12 en el bloque 604. Este bloque de frecuencias y la subbanda pueden ser utilizados por el nodo de red 12 para transmitir un mensaje de acuse de recibo para el mensaje de datos. Sin embargo, en otra realización, el mensaje de la etapa 800 indica rápidamente el bloque de frecuencias preferido o seleccionado del nodo de red 10, y el nodo de red 12 puede seleccionar el bloque de frecuencias y la subbanda del bloque de frecuencias para el mensaje de acuse de recibo en función de la información recibida en la etapa 800. Dicho de otro modo, el mensaje RTS de la etapa 800 puede asignar el bloque de frecuencias y la subbanda para el mensaje de acuse de recibo.

45 Las figuras 9A a 9C ilustran realizaciones de los mensajes transferidos en la red inalámbrica. La figura 9A ilustra un ejemplo del mensaje de control comunicado en las etapas E10, 602 y 700. El mensaje de control puede comprender un encabezado que lleva una secuencia piloto 900. La secuencia piloto 900 se puede utilizar para medir la intensidad de señal en la etapa 602, por ejemplo. La secuencia piloto también se puede utilizar para otros fines, tales como estimación de canales utilizada en ecualización en un receptor del mensaje de control. El mensaje de control además puede comprender los elementos de información 902 tales como un identificador (ID) de un transmisor del mensaje de control, el nivel de ruido más bajo  $N_k$  para uno o más bloques de frecuencias medidos por el transmisor, según se describe en relación con la etapa 700. El mensaje de control además puede llevar un elemento de información que indica de forma explícita subbandas preferidas de uno o más bloques de frecuencias, p. ej., el bloque de frecuencias que lleva el mensaje de control. La tabla 1 que se muestra a continuación ilustra un ejemplo del elemento de información en forma de un mapa de bits:

55

Tabla 1

Índice de subbanda:	1	2	3	...	K
Preferida (Sí/No)	1	0	0	...	1

5 El elemento de información puede consistir en los bits K que indican la preferencia de cada subbanda en forma de valor binario. El orden de los bits K está asociado al orden de las subbandas en el bloque de frecuencias, desde la frecuencia más baja hasta la frecuencia más elevada o viceversa. Un primer valor binario (p. ej., «1») puede indicar que se prefiere una subbanda y el valor binario opuesto (p. ej., «0») puede indicar que no se prefiere una subbanda.

10 El mapa de bits u otro elemento de información que indica la una o más subbandas preferidas distintas de la que lleva el mensaje de control ofrece versatilidad para la selección de los bloques de frecuencias y subbandas. Puesto que el transmisor del mensaje de control no necesita indicar la subbanda preferida transmitiendo el mensaje de control en la subbanda preferida, el transmisor puede seleccionar el bloque de frecuencias usando la medida de SNR potencial invertida y/o la subbanda usando un mapa de bits recibido de otro nodo de red. De esta forma, el transmisor puede mejorar la probabilidad de recibir correctamente el mensaje de control en el otro u otros nodos de red. Los mensajes de control se pueden considerar mensajes piloto que cada nodo de red transmite periódicamente o de otra manera regular.

15 La figura 9B ilustra una realización del mensaje RTS. El mensaje RTS también puede llevar una secuencia piloto 910 que se puede utilizar para medir la intensidad de señal en la etapa 602, por ejemplo. El mensaje RTS también puede comprender los elementos de información 912 tales como un identificador del transmisor del mensaje RTS, un indicador del bloque de frecuencias seleccionado en el bloque 604 y, opcionalmente, un mapa de bits de subbandas preferidas para el bloque de frecuencias seleccionado en el bloque 604. En otra realización, el mensaje RTS puede comprender un mapa de bits de subbandas preferidas para el bloque de frecuencias que lleva el mensaje RTS. El mensaje RTS también puede incluir un elemento de información que especifica, de manera explícita, una subbanda del bloque de frecuencias indicado que se utilizará para transmitir la respuesta al mensaje RTS (el mensaje CTS). Este elemento de información también puede servir como indicador de la subbanda del mensaje de acuse de recibo relacionado con una transmisión de datos posterior. El mapa de bits contenido en el mensaje RTS no se utiliza necesariamente para seleccionar una subbanda para la respuesta al mensaje RTS. Cualquier nodo puede ser capaz de recibir el mensaje RTS por lo que el mapa de bits puede cumplir la misma función que en el mensaje de control de la etapa 700. El mensaje RTS además puede llevar un elemento de información que indica una cantidad de recursos de transmisión de datos solicitada por el nodo de red que transmite el mensaje RTS. Un destinatario del mensaje RTS puede utilizar esta información en la selección y asignación de una cantidad de subbandas para la transmisión de datos.

35 La figura 9C ilustra una realización del mensaje CTS. El mensaje CTS también puede llevar una secuencia piloto 920. El mensaje CTS además puede comprender los elementos de información 922 tales como un indicador del bloque de frecuencias seleccionado en el bloque 604 para la transmisión de datos y un indicador de la una o más subbandas del bloque de frecuencias seleccionado asignado para transmisión de datos. El mapa de bits se puede omitir del mensaje CTS.

40 Como se indicó anteriormente en relación con la figura 5, el nivel de ruido más bajo estimado para un bloque de frecuencias puede estar asociado a una subbanda distinta de una subbanda en la cual se recibe la señal radioeléctrica utilizada para medir la  $P_{rx}$ . Naturalmente, las subbandas pueden ser las mismas, pero no necesitan ser las mismas para la estimación de la SNR potencial. En una realización, es posible definir un criterio que indique que las subbandas deberán pertenecer al mismo bloque de frecuencias. En comparación con algunos procedimientos convencionales, uno de los objetivos de calcular la SNR potencial no es estimar una SNR para una banda de frecuencia en donde se reciba una señal piloto/de referencia sino encontrar una subbanda en donde la SNR sea la más elevada sin requerir la transmisión de la señal piloto/de referencia en todas las subbandas candidatas.

45 La figura 10 ilustra un procedimiento para estimar la SNR potencial como una realización del bloque 604 o 704. Con referencia a la figura 10, un aparato adecuado para un nodo de red 10 a 12 recibe una señal en una subbanda de un bloque de frecuencias  $k$  y mide la intensidad de la señal recibida  $P_k^{rx}$  a partir de la señal recibida. Como se describió anteriormente, la señal puede ser recibida en E10, 602, 606 (por el nodo de red 10), 700, u 800 (por el nodo de red 12). En el bloque 1002, el aparato calcula el valor de SNR potencial  $SNR_k$  para el bloque de frecuencias  $k$  en función del valor de intensidad de señal recibida  $P_k^{rx}$  calculado en el bloque 1000 y el valor de nivel de ruido más bajo disponible para el bloque de frecuencias  $k$ . El valor de nivel de ruido más bajo está, en esta realización, asociado a una subbanda distinta de la subbanda en donde se recibió la señal y para la cual se mide la intensidad de señal recibida  $P_k^{rx}$ . No obstante, el nivel de ruido más bajo puede estar presente en la subbanda en donde se midió la intensidad de señal recibida. Se puede llevar a cabo un procedimiento similar para cada bloque de frecuencias en donde un nodo 10/12 ha recibido una señal radioeléctrica del otro nodo 10/12 de la red inalámbrica.

55 La figura 11 ilustra una realización de un aparato que comprende medios para llevar a cabo las funcionalidades del nodo de red según una cualquiera de las realizaciones antes descritas. El aparato puede ser un aparato de

radiocomunicaciones implementado como un dispositivo portátil, p. ej., un ordenador (PC), un ordenador portátil, un ordenador tipo tableta, un radioteléfono portátil, una plataforma de emisora móvil (instalada en un vehículo tal como un camión o un barco), o cualquier otro aparato con capacidad de radiocomunicación. En algunas realizaciones, el aparato es el vehículo equipado con la capacidad de radiocomunicación. En otras realizaciones, el aparato es una estación fija, p. ej., una estación base. En realizaciones adicionales, el aparato está comprendido en uno cualquiera de los aparatos mencionados, p. ej., el aparato puede comprender circuitos, p. ej., un conjunto de chips, un procesador, un microcontrolador, o una combinación de tales circuitos en el aparato.

El aparato puede comprender circuitos de controlador de comunicaciones 10 configurados para controlar las comunicaciones en el aparato. Los circuitos de controlador de comunicaciones 10 pueden comprender un procesador de mensajes de control 12 que maneja la comunicación de señalización de control respecto del establecimiento, funcionamiento y finalización de las conexiones radioeléctricas. El procesador de mensajes de control 12 también puede llevar a cabo cualquier otra funcionalidad de control relacionada con el funcionamiento de los enlaces radioeléctricos, p. ej., transmisión, recepción y extracción de los mensajes de control en las etapas E10, 602, 700, y los mensajes RTS/CTS en las etapas E12, E14, 606, 608, 706, 800, 802. Los circuitos de controlador de comunicaciones 10 además pueden comprender un procesador de mensajes de datos 14 que maneja la transmisión y recepción de datos de carga útil por los enlaces radioeléctricos, p. ej., en las etapas E15, 804. Los circuitos de controlador de comunicaciones 10 además pueden comprender circuitos de selección de canal 16 configurados para seleccionar un bloque de frecuencias preferido y/o subbanda preferida para diversos mensajes transmitidos y/o recibidos por el aparato. Por ejemplo, los circuitos de selección de canal 16 pueden ejecutar el procedimiento de la figura 4 o cualquiera de sus realizaciones.

Los circuitos de selección de canal 16 pueden comprender circuitos de selección de bloque de frecuencias 17 configurados para seleccionar un bloque de frecuencias para un mensaje transmitido/recibido por el aparato. Para que un mensaje sea transmitido desde el aparato, es posible que los circuitos de selección de bloque de frecuencias 17 primero determinen si ya se le ha asignado o no un bloque de frecuencias al mensaje. La determinación puede comprender verificar si el aparato ha recibido o no un mensaje a través del procesador de mensajes de control 12 que indica el bloque de frecuencias para el mensaje. Un ejemplo de dicha situación es que el aparato ha recibido un mensaje RTS que asigna el bloque de frecuencias y una subbanda para un mensaje CTS de respuesta que el aparato está preparando en ese momento para la transmisión. En dicho caso, los circuitos de selección de bloque de frecuencias 17 pueden seleccionar el bloque de frecuencias indicado en el mensaje RTS recibido. Si no se ha llevado a cabo ninguna asignación del bloque de frecuencias, los circuitos de selección de bloque de frecuencias pueden calcular o determinar los valores de SNR potencial invertida según el bloque 704 para un destinatario previsto del mensaje y seleccionar un bloque de frecuencias, como se describió anteriormente en relación con el bloque 704. Tras seleccionar el bloque de frecuencias, los circuitos de selección de bloque de frecuencias 17 pueden enviar información sobre el bloque de frecuencias seleccionado a circuitos de selección de subbanda 18 configurados para seleccionar una subbanda del bloque de frecuencias para el mensaje. Los circuitos de selección de subbanda 18 pueden emplear información sobre las subbandas preferidas recibida del destinatario previsto del mensaje, p. ej., el mapa de bits de la tabla 1, o información de asignación recibida que asigna una subbanda para su transmisión. Tras la selección del bloque de frecuencias y la subbanda, los circuitos de selección de canal 16 pueden enviar información sobre la selección a cualquier procesador de mensajes de control 12 o al procesador de mensajes de datos 14, según si el mensaje es un mensaje de control o un mensaje de datos, y el procesador respectivo 12, 14 puede llevar a cabo la transmisión del mensaje.

Los circuitos 12 a 18 de los circuitos de controlador de comunicaciones 10 pueden ser llevados a cabo por el uno o más procesadores o circuitos físicos. En la práctica, los distintos circuitos se pueden materializar en distintos módulos de programa informático. Según las especificaciones y el diseño del aparato, el aparato puede comprender algunos de los circuitos 12 a 18 o todos ellos.

El aparato además puede comprender una memoria 20 que almacena programas informáticos (software) 22 que configuran el aparato para llevar a cabo las funcionalidades del nodo de red antes mencionadas. La memoria 20 también puede almacenar parámetros de comunicación y otra información necesaria para las radiocomunicaciones. Por ejemplo, la memoria puede almacenar un listado de subbandas preferidas, valores de intensidad de señal recibida, y valores de nivel de ruido más bajo de bloques de frecuencias para cada nodo de red que el aparato ha detectado o con el cual tiene capacidad para comunicarse. La memoria 20 puede funcionar como búfer para paquetes de datos que se han de transmitir. El aparato también puede comprender componentes de interfaz radioeléctrica 26 que proporcionan al aparato capacidad de radiocomunicación con otros nodos de red. Los componentes de interfaz radioeléctrica 26 pueden comprender componentes conocidos estándar tales como amplificador, filtro, convertidor de frecuencia, convertidores analógico-digital (A/D) y digital-analógico (D/A), modulador/demodulador, y circuitos de codificador/decodificador y una o más antenas. El aparato además puede comprender una interfaz de usuario que permite la interacción con el usuario. La interfaz de usuario puede comprender una pantalla, teclado o teclado numérico, altavoz, tarjeta inteligente y/o lector de huellas digitales, etc.

Como se utiliza en la presente solicitud, el término «circuito» se refiere a todo lo siguiente: (a) implementaciones de circuitos solo para hardware, tales como implementaciones en únicamente circuitos analógicos y/o digitales, y (b) a combinaciones de circuitos y software (y/o firmware), tales como (según proceda): (i) una combinación de uno o más procesadores o (ii) porciones de uno o más procesadores/software incluyendo uno o más procesadores de señales

digitales, software y una o más memorias que funcionan juntas para que el aparato lleve a cabo diversas funciones, y (c) circuitos, tales como uno o más microprocesadores o una porción de uno o más microprocesadores, que requieren software o firmware para funcionar, incluso si el software o firmware no estuviera presente físicamente.

5 La definición de «circuitos» aplica a todos los usos de este término en la presente solicitud. Como ejemplo adicional, como se utiliza en la presente solicitud, el término «circuitos» también abarcaría una implementación de simplemente un procesador (o múltiples procesadores) o porción de un procesador y su uno o más software/firmware asociados. El término «circuitos» también abarcaría, por ejemplo, y si aplicara al elemento en concreto, circuitos integrados de banda base o circuitos integrados de procesador de aplicaciones para un teléfono móvil o circuitos integrados similares en un servidor, un dispositivo de red celular u otro dispositivo de red.

10 En una realización, el aparato que lleva a cabo las realizaciones de la invención en el aparato de comunicaciones comprende al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa informático, en donde se configuran la al menos una memoria y el código de programa informático, con él al menos un procesador, para hacer que el aparato lleve a cabo las etapas de cualquiera de los procedimientos de las figuras 2 a 10. Por consiguiente, el al menos un procesador, la memoria y el código de programa informático forman medios de  
15 procesamiento para llevar a cabo las realizaciones de la presente invención en el aparato de comunicaciones.

Los procedimientos o procedimientos descritos en las figuras 2 a 10 también se pueden llevar a cabo en forma de un procedimiento de ordenador definido por un programa informático. El programa informático puede estar en forma de código fuente, forma de código objeto, o en alguna forma intermedia, y se puede almacenar en alguna clase de portadora, que puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de llevar el programa. Tales portadoras pueden incluir  
20 medios transitorios o no transitorios tales como, por ejemplo, un medio de grabación, memoria de ordenador, memoria de solo lectura, señal de portadora eléctrica, señal de telecomunicaciones, y paquete de distribución de software. Según la potencia de procesamiento requerida, el programa informático puede ejecutarse en una única unidad de procesamiento digital electrónica o se puede distribuir entre varias unidades de procesamiento.

La presente invención es aplicable a sistemas de radiocomunicaciones definidos anteriormente pero también a otros  
25 sistemas de telecomunicaciones adecuados. Los protocolos utilizados, las especificaciones de sistemas de telecomunicaciones móviles, sus elementos de red y terminales de abonado se desarrollan con rapidez. Tal desarrollo puede requerir cambios adicionales a las realizaciones descritas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para seleccionar un bloque de frecuencias para radiocomunicaciones, comprendiendo el procedimiento en un primer nodo (10) de una red inalámbrica:
- 5 determinar (400, 600, 700) un primer valor que representa un nivel de ruido más bajo de un canal radioeléctrico experimentado en un nodo en un primer bloque de frecuencias, en donde el nodo es el primer nodo o un segundo nodo (12);
- 10 calcular (400, 604, 704) una primera medida que representa una relación entre una primera intensidad de señal deseada y el primer valor, en donde la primera intensidad de señal deseada representa una intensidad de señal deseada entre el primer nodo y el segundo nodo en el primer bloque de frecuencias, y en donde la primera medida representa la relación señal a ruido potencial más elevada en el primer bloque de frecuencias;
- determinar (402, 600, 700) un segundo valor que representa un nivel de ruido más bajo de un canal radioeléctrico en el nodo de un segundo bloque de frecuencias;
- 15 calcular (402, 604, 704) una segunda medida que representa una relación entre una segunda intensidad de señal deseada y el segundo valor, en donde la segunda intensidad de señal deseada representa una intensidad de señal deseada entre el primer nodo y el segundo nodo en el segundo bloque de frecuencias, y en donde la segunda medida representa la relación señal a ruido potencial más elevada en el segundo bloque de frecuencias;
- seleccionar (404), en función de al menos la primera y la segunda medida y entre un conjunto de bloques de frecuencias que comprende al menos el primer y el segundo bloque de frecuencias, un bloque de frecuencias para transmitir un mensaje entre el primer nodo y el segundo nodo;
- 20 indicar (406, 606) una subbanda del bloque de frecuencias seleccionado para el mensaje; y
- generar (408, 608, 706) la transmisión del mensaje en la subbanda indicada del bloque de frecuencias seleccionado.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer valor y el segundo valor se miden en el primer nodo y representan el nivel de ruido más bajo del canal radioeléctrico en el primer nodo (10).
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en donde la primera medida se calcula en función del primer valor y una intensidad de señal de recepción de una primera señal recibida (602) del segundo nodo, y la segunda medida se calcula en función del segundo valor y una intensidad de señal de recepción de una segunda señal recibida (602) del segundo nodo.
- 25 4. El procedimiento de la reivindicación 2 o 3, en donde dicha selección del bloque de frecuencias se lleva a cabo para transmitir dicho mensaje que se transmite del segundo nodo al primer nodo.
- 30 5. El procedimiento de la reivindicación 4, que además comprende transmitir (606) al segundo nodo un segundo mensaje que comprende un elemento de información que indica el bloque de frecuencias seleccionado para dicho mensaje que se transmite del segundo nodo al primer nodo.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el primer valor y el segundo valor se reciben (700) en el primer nodo desde el segundo nodo y representan el nivel de ruido más bajo del canal radioeléctrico en el segundo nodo.
- 35 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en donde la primera medida se calcula (704) en función del primer valor y una intensidad de señal de recepción de una primera señal radioeléctrica recibida en el primer nodo desde el segundo nodo, y la segunda medida se calcula (704) en función del segundo valor y la intensidad de señal de recepción de una segunda señal radioeléctrica recibida en el primer nodo desde el segundo nodo.
- 40 8. El procedimiento de la reivindicación 6 o 7, en donde dicha selección del bloque de frecuencias se lleva a cabo para transmitir dicho mensaje que se transmite (706) del primer nodo al segundo nodo.
9. El procedimiento de la reivindicación 8, que además comprende:
- determinar (600) un tercer valor que representa un nivel de ruido más bajo de un canal radioeléctrico en el primer nodo de un tercer bloque de frecuencias;
- 45 calcular (604) una tercera medida que representa una relación entre el tercer valor y una intensidad de señal de recepción de una tercera señal radioeléctrica recibida en el primer nodo desde el segundo nodo, en donde la tercera medida representa la relación señal a ruido potencial más elevada en el tercer bloque de frecuencias;
- determinar (600) un cuarto valor que representa un nivel de ruido más bajo de un canal radioeléctrico en el primer nodo de un cuarto bloque de frecuencias;
- 50

calcular (604) una cuarta medida que representa una relación entre el cuarto valor y la intensidad de señal de recepción de una cuarta señal radioeléctrica recibida en el primer nodo desde el segundo nodo, en donde la cuarta medida representa la relación señal a ruido potencial más elevada en el cuarto bloque de frecuencias;

5 seleccionar (604), en función de al menos la tercera y la cuarta medida y entre un conjunto de bloques de frecuencias que comprende al menos el tercer y el cuarto bloque de frecuencias, un bloque de frecuencias para transmitir un tercer mensaje del segundo nodo al primer nodo.

10. El procedimiento de la reivindicación 9, que además comprende:

transmitir (800) al segundo nodo un cuarto mensaje que comprende un elemento de información que indica el bloque de frecuencias seleccionado para dicho tercer mensaje; y

10 recibir el tercer mensaje del segundo nodo en el bloque de frecuencias indicado en el cuarto mensaje.

11. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en donde dicha indicación de subbanda del bloque de frecuencias seleccionado para el mensaje comprende seleccionar la subbanda, en donde la selección se basa en información sobre subbandas que se considera carecen de transmisiones colisionantes en un receptor del mensaje.

15 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en donde la información es recibida en el primer nodo desde el segundo nodo como un mapa de bits, en donde el mapa de bits indica para cada subbanda de al menos dichos primer y segundo bloques de frecuencias, si dicha subbanda es o no preferida por el segundo nodo para transmitir mensajes del primer nodo al segundo nodo.

20 13. Un aparato, que comprende medios para configurar el aparato con el fin de que lleve a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

14. Un producto de programa informático incorporado en un medio de distribución legible por ordenador y que comprende instrucciones de programa que, cuando se carga en un aparato, ejecuta el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

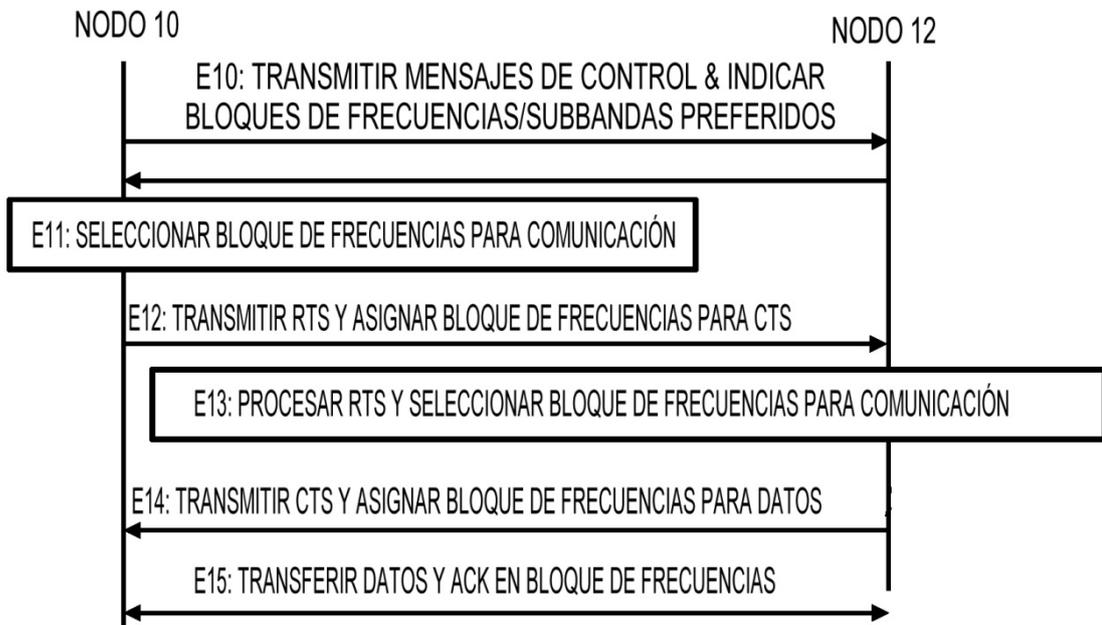
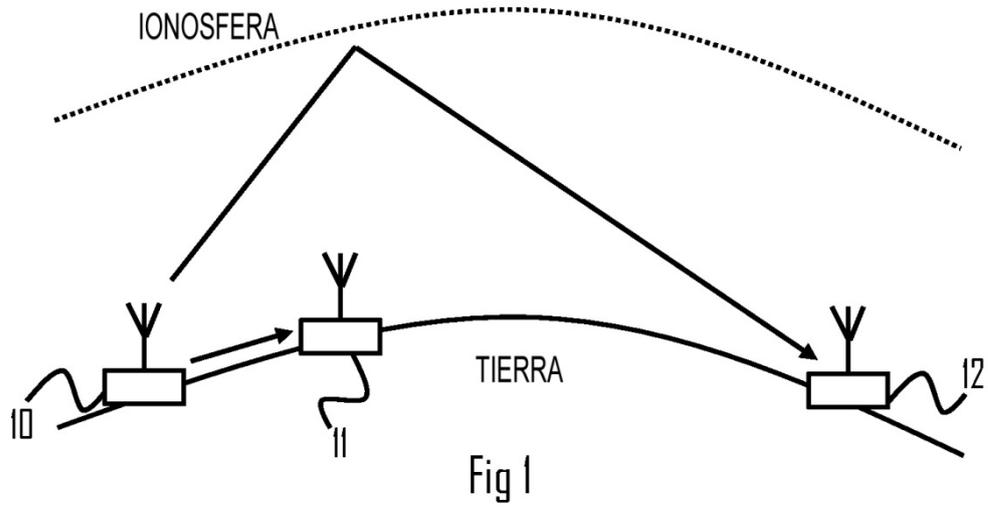


Fig 2

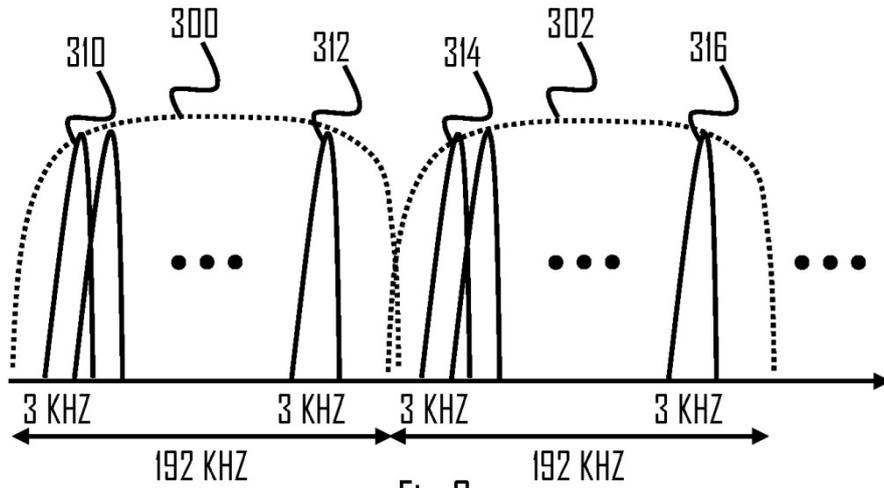


Fig 3

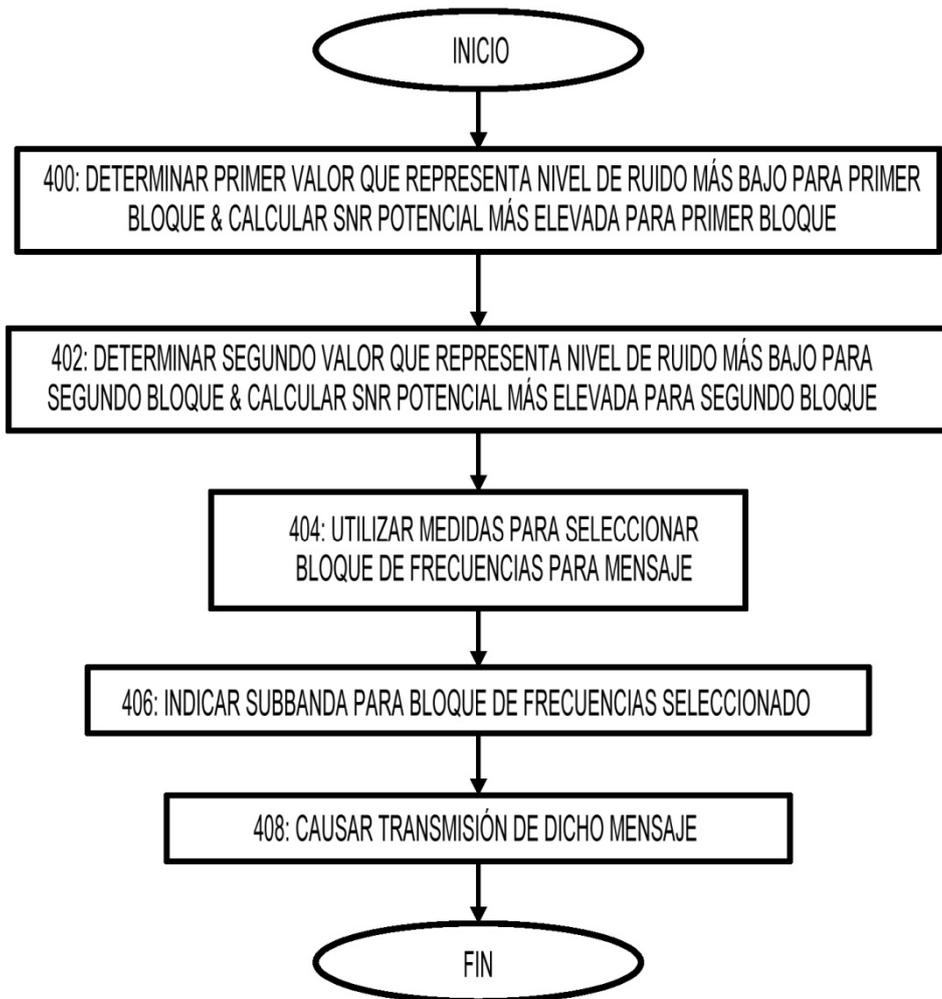


Fig 4

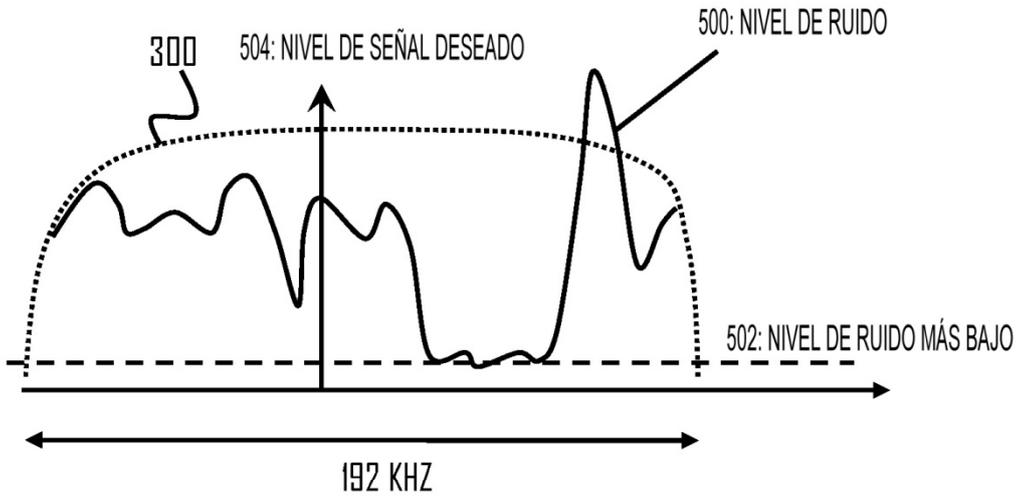


Fig 5

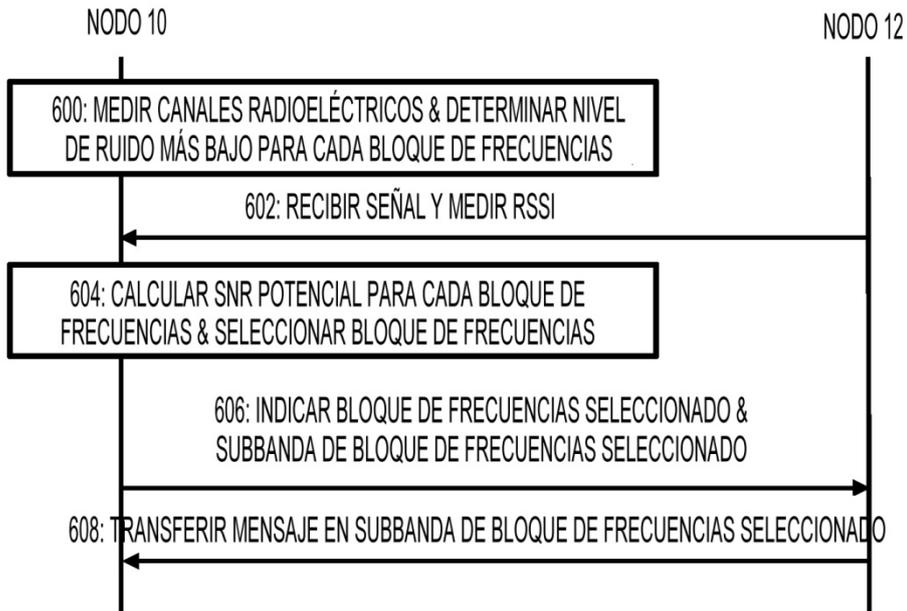


Fig 6

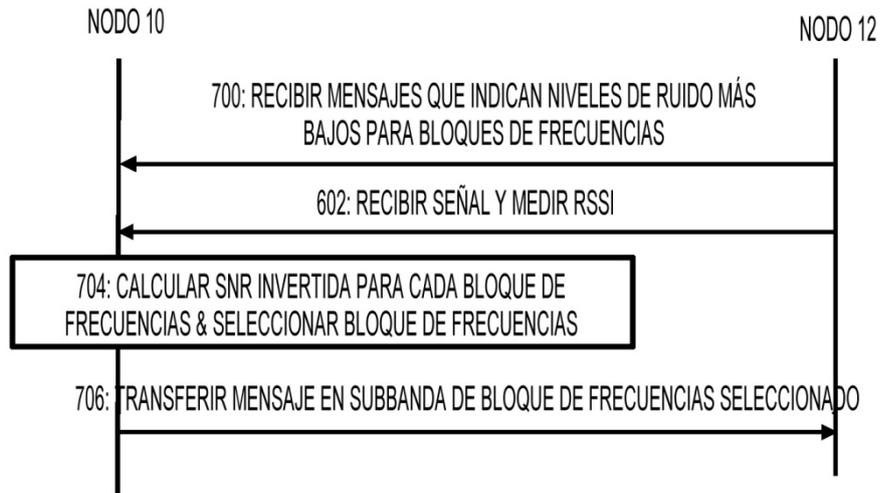


Fig 7

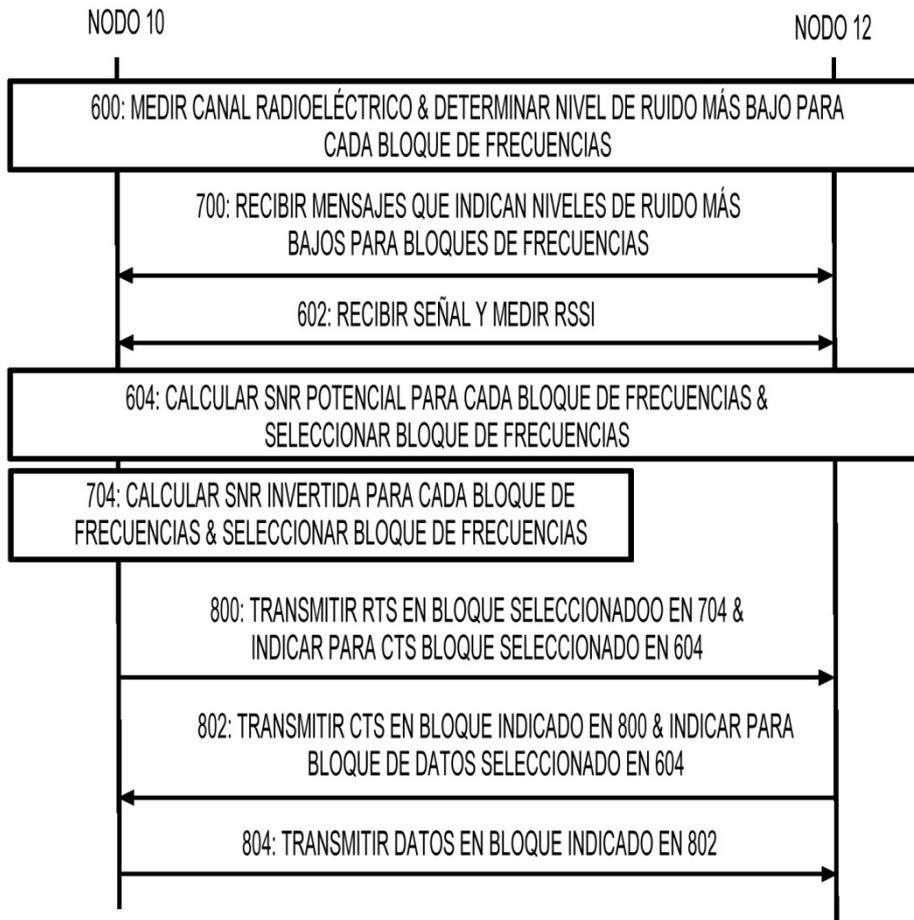


Fig 8

MENSAJE DE CONTROL



Fig 9A

SOLICITAR ENVÍO



Fig 9B

BORRAR PARA ENVIAR



Fig 9C

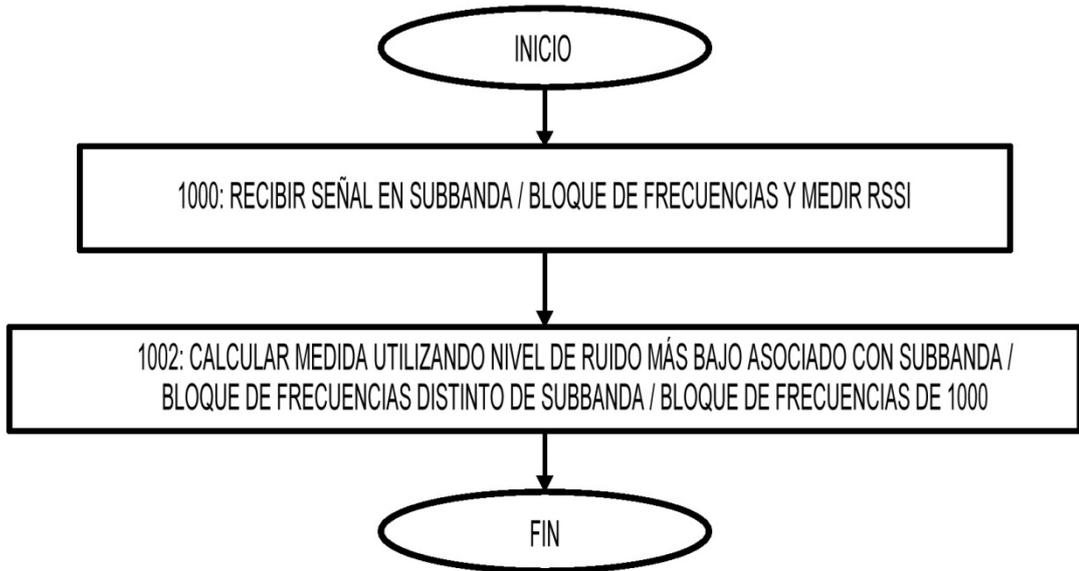


Fig 10

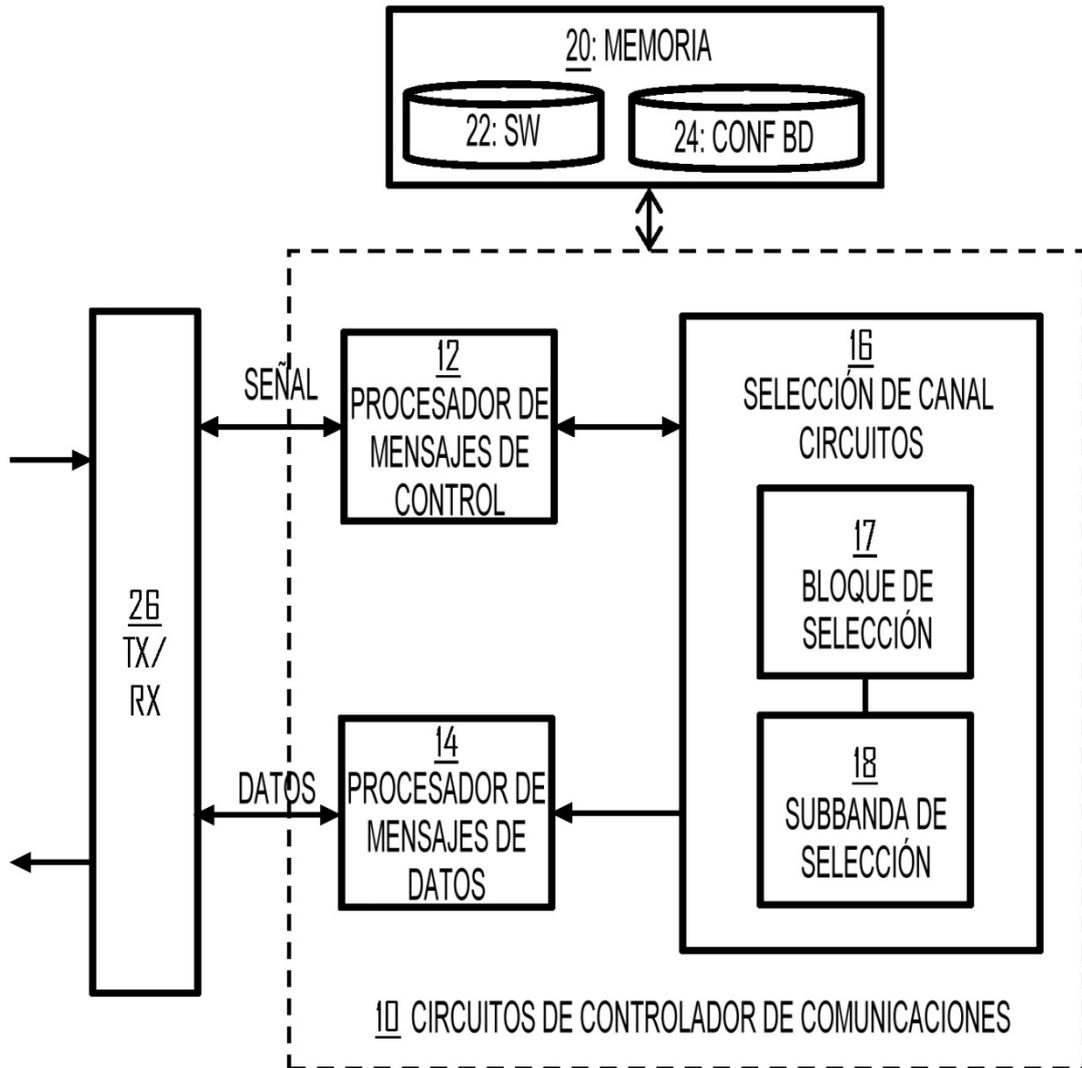


Fig 11