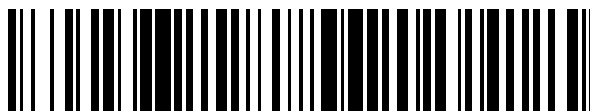


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 822**

51 Int. Cl.:

G01H 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.05.2004** **PCT/US2004/015204**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2004** **WO04104530**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2004** **E 04752264 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018** **EP 1623195**

54 Título: **Estimación de interferencia y ruido en un sistema OFDM**

30 Prioridad:

14.05.2003 US 470724 P
24.03.2004 US 809538

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
11.04.2019

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

SUTIVONG, ARAK;
NAGUIB, AYMAN, FAWZY y
AGRAWAL, AVNEESH

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 708 822 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

Estimación de interferencia y ruido en un sistema OFDM

5 Referencia cruzada a solicitud relacionada

[0001] Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º 60/470,724, presentada el 14 de mayo de 2003.

10 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

15 [0002] La invención se refiere al campo de las comunicaciones inalámbricas. Más particularmente, la invención se refiere a sistemas y procedimientos para estimar el ruido en un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM).

Descripción de la técnica relacionada

20 [0003] Se confía continuamente en os sistemas de comunicación inalámbrica para transmitir grandes cantidades de datos en una variedad de condiciones de funcionamiento. La cantidad de espectro de frecuencias, o ancho de banda, que se asigna a un sistema de comunicación a menudo está limitada por las regulaciones gubernamentales. Por lo tanto, existe una necesidad constante de optimizar el rendimiento de datos en un ancho de banda de comunicación determinado.

25 [0004] El problema de optimizar el rendimiento de datos en una banda de comunicación dada se ve agravado por la necesidad de soportar simultáneamente múltiples usuarios. Los usuarios pueden tener diferentes necesidades de comunicación. Un usuario puede estar transmitiendo señales de baja velocidad, como señales de voz, mientras que otro usuario puede estar transmitiendo señales de datos de alta velocidad, como el vídeo. Un sistema de comunicación puede implementar un procedimiento particular de utilización eficiente de una banda de comunicación para soportar múltiples usuarios.

30 [0005] Los sistemas de comunicación inalámbrica se pueden implementar de muchas maneras diferentes. Por ejemplo, el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el acceso múltiple por división de código (CDMA) y la multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) se utilizan en sistemas de comunicación inalámbrica. Cada uno de los diferentes sistemas de comunicación tiene ventajas y desventajas relacionadas con aspectos particulares del sistema.

35 [0006] La Figura 1 es una representación de frecuencia-tiempo de señales en un sistema OFDM típico. El sistema OFDM tiene un espectro de frecuencias asignado 120. El espectro de frecuencias asignado 120 se divide en múltiples portadoras, por ejemplo 130a-130d y 132a-132d. Las múltiples portadoras en un sistema OFDM también pueden denominarse subportadoras. Cada una de las subportadoras, por ejemplo 130a, se modula con un flujo de datos de baja velocidad. Además, como lo indica el nombre del sistema, cada una de las subportadoras, por ejemplo 130a, es ortogonal a todas las demás subportadoras, por ejemplo 130b-130d y 132a-132d.

40 [0007] Las subportadoras, por ejemplo 130a-130d, pueden construirse para ser ortogonales entre sí conectando y desconectando la subportadora. Una subportadora, por ejemplo 130a, desconectada y conectada mediante una ventana rectangular produce un espectro de frecuencias que tiene una forma $(\sin(x))/x$. El período de activación rectangular y el espaciado de frecuencia de las subportadoras, por ejemplo 130a y 130b, se pueden elegir de manera que el espectro de la primera subportadora modulada 130a se anule en las frecuencias centrales de las otras subportadoras, por ejemplo 130b-130d.

45 [0008] El sistema OFDM puede configurarse para soportar múltiples usuarios mediante la asignación de una parte de las subportadoras a cada usuario. Por ejemplo, a un primer usuario se le puede asignar un primer conjunto de subportadoras 130a-130d y a un segundo usuario se le puede asignar un segundo conjunto de subportadoras 132a-132d. El número de subportadoras asignadas a los usuarios no es necesario que sea el mismo y las subportadoras no necesitan estar en una banda contigua.

50 [0009] Así pues, en el dominio del tiempo, se transmiten varios símbolos OFDM 110a-110n, lo cual da como resultado un espectro de frecuencias de subportadoras ortogonales 130a-130d y 132a-132d. Cada una de las subportadoras, por ejemplo 130a, está modulada independientemente. Una o más subportadoras 130a-130d pueden asignarse a un enlace de comunicación individual. Además, la cantidad de subportadoras asignadas a un usuario en particular puede cambiar con el tiempo.

55 [0010] Por lo tanto, OFDM es una técnica de multiplexación prometedora para la transmisión de alta velocidad de datos a través de canales inalámbricos que puede implementarse en sistemas de comunicación inalámbrica, tales

como sistemas de comunicación celular que soportan un gran número de usuarios. Sin embargo, los sistemas celulares utilizan un concepto de reutilización de frecuencia para mejorar la eficiencia de la utilización espectral. La reutilización de frecuencia introduce la interferencia co-canal (CCI), que es una fuente importante de degradación del rendimiento en tales sistemas. Como se analizó anteriormente, todos los usuarios dentro del mismo sector o célula de un sistema OFDM son ortogonales entre sí porque todas las subportadoras son ortogonales. Por lo tanto, dentro de la misma célula o sector, las múltiples subportadoras no causan interferencia entre ellas. Sin embargo, las células o sectores adyacentes pueden usar el mismo espacio de frecuencia debido a la reutilización de la frecuencia. Por lo tanto, en un sistema OFDM, los usuarios en diferentes células o sectores son fuentes de interferencia y producen la fuente principal de CCI para células o sectores adyacentes.

[0011] Es deseable poder determinar el nivel de CCI en un receptor de comunicación inalámbrica OFDM. El nivel de CCI es necesario en el receptor por dos razones principales. El receptor puede operar en un circuito cerrado de control de potencia con un transmisor y necesita conocer el nivel de CCI para ajustar el nivel de potencia transmitido en cada subportadora a fin de mantener la relación señal a interferencia más ruido (SNIR) requerida para un cierto rendimiento. El receptor también necesita una estimación de CCI para los valores de portadora a interferencia (C/I) o SINR que se utilizan en el funcionamiento de un decodificador de canal.

[0012] US6456653 (B1) divulga un procedimiento y un aparato para estimar la relación señal a ruido en los sistemas de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) y multitono discreto (DMT). En todos los sistemas OFDM y DMT, el transmisor utiliza una Transformada de Fourier rápida inversa (IFFT) de una longitud significativamente mayor que la cantidad de subportadoras que se utilizan para la transmisión de información (es decir, las subportadoras activas). Las ubicaciones adicionales de la memoria intermedia de la IFFT (es decir, las subportadoras inactivas) se rellenan con ceros. En el receptor, después de la operación FFT, las subportadoras activas contendrán la información de señal más ruido mientras que las subportadoras inactivas contendrán solo ruido. Por lo tanto, la relación señal-ruido se puede estimar de forma rápida y precisa determinando la potencia de ruido de las subportadoras inactivas y la señal más la potencia de ruido de las subportadoras activas; restando la potencia de ruido de las subportadoras inactivas de la potencia de señal más ruido de las subportadoras activas para obtener la potencia de la señal; y dividiendo la potencia de la señal por la potencia de ruido para obtener la SNR.

Sumario de la invención

[0013] Se divulga un procedimiento y aparato para determinar una estimación de ruido en un sistema OFDM. Se puede determinar una estimación del ruido detectando la potencia recibida en una banda de frecuencias de subportadora no asignada. Si la banda de frecuencias de subportadora no asignada corresponde a una subportadora no asignada localmente, la potencia recibida representa una estimación del ruido más la interferencia en la banda de frecuencias de subportadora. Si la banda de frecuencias de subportadora no asignada corresponde a una subportadora no asignada de todo el sistema, la potencia recibida representa una estimación del nivel mínimo de ruido en la banda de frecuencias de subportadora.

[0014] En un aspecto, la invención es un procedimiento de determinación de una estimación de ruido que comprende recibir símbolos OFDM y la detectar una potencia recibida en una banda de frecuencias de subportadora no asignada. En otro aspecto, la invención es un procedimiento para determinar una estimación de ruido que comprende recibir símbolos OFDM en un sistema de comunicación celular inalámbrico, donde los símbolos corresponden a un período de símbolos. El procedimiento incluye la determinación de subportadoras no asignadas durante el período del símbolo y la determinación de una potencia recibida de las señales en las bandas de frecuencias de subportadoras no asignadas. La potencia se almacena en la memoria y se promedia con los valores almacenados previamente para generar una estimación de ruido.

[0015] En otro aspecto, la invención es un aparato para la estimación de ruido en un sistema OFDM. El aparato incluye un receptor configurado para recibir de forma inalámbrica los símbolos OFDM y un detector configurado para detectar el nivel de potencia recibido de las señales recibidas por el receptor. Se incluye un procesador en el aparato para determinar subportadoras no asignadas en un período de símbolos y para determinar una estimación de ruido basándose, al menos en parte, en los niveles de potencia recibidos.

Breve descripción de los dibujos

[0016] Los aspectos descritos anteriormente y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes tras la revisión de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos. En los dibujos, los mismos caracteres de referencia identifican elementos idénticos o funcionalmente equivalentes.

La Figura 1 es una representación funcional de frecuencia-tiempo de un sistema OFDM típico.

La Figura 2 es un diagrama de bloques funcional de un sistema OFDM implementado en un entorno celular.

La Figura 3 es un diagrama de bloques funcional de un transmisor OFDM.

Las Figuras 4A-4B son diagramas de bloques funcionales de receptores OFDM.

La Figura 5 es un diagrama de espectro de una parte de una banda de frecuencias OFDM.

5 La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento para determinar el ruido y la interferencia en un sistema OFDM.

Descripción detallada del modo de realización preferido

10 **[0017]** Un diagrama de bloques funcional de un sistema de comunicación inalámbrica OFDM celular 200 que tiene receptores que incorporan detección de ruido e interferencia de subportadora se muestra en la Figura 2. El sistema OFDM 200 incluye varias estaciones base 210a-210g que proporcionan comunicación para una serie de terminales 220a-220o. Una estación base, por ejemplo 210a, puede ser una estación fija usada para comunicarse con los terminales, por ejemplo 220a, y también puede denominarse punto de acceso, nodo B, o con alguna otra terminología.

15 **[0018]** Varios terminales 220a-220o se puede dispersar en todo el sistema OFDM 200, y cada terminal puede ser fijo, por ejemplo 220k, o móvil, por ejemplo 220b. Un terminal, por ejemplo 220a, también puede denominarse estación móvil, estación remota, equipo de usuario (UE), terminal de acceso o alguna otra terminología. Cada terminal, por ejemplo 220a, puede comunicarse con una o posiblemente múltiples estaciones base en el enlace descendente y/o el enlace ascendente en cualquier momento dado. Cada terminal, por ejemplo, 220 m, puede incluir un transmisor OFDM 300 m y un receptor OFDM 400 m para permitir las comunicaciones con una o más estaciones base. Los modos de realización del transmisor OFDM 300m y el receptor OFDM 400m se describen con más detalle en las Figuras 3 y 4. En la Figura 2, los terminales 220a a 220o pueden recibir, por ejemplo, transmisiones de datos piloto, de señalización y específicas del usuario desde las estaciones base 210a a 210g.

25 **[0019]** Cada estación base, por ejemplo 210a, en el sistema OFDM 200 proporciona cobertura para un área geográfica particular, por ejemplo 202a. El área de cobertura de cada estación típicamente depende de varios factores (p. ej., terreno, obstrucciones, etc.) pero, por simplicidad, a menudo se representa mediante un hexágono ideal, como se muestra en la Figura 2. Una estación base y/o su área de cobertura también se denominan a menudo "célula", dependiendo del contexto en el que se usa el término.

30 **[0020]** Para aumentar la capacidad, el área de cobertura de cada estación base, por ejemplo 210a, puede dividirse en múltiples sectores. Si cada célula se divide en tres sectores, entonces cada sector de una célula sectorizada suele estar representado por una cuña ideal de 120 ° que representa un tercio de la célula. Cada sector puede ser servido por un subsistema transceptor base correspondiente (BTS), por ejemplo 212d. El BTS 212d incluye un transmisor OFDM 300d y un receptor OFDM 400d, cada uno de los cuales se describe con mayor detalle en las Figuras 3 y 4. Para una célula sectorizada, la estación base para esa célula a menudo incluye todas las BTS que sirven a los sectores de esa célula. El término "sector" también se usa a menudo para referirse a una BTS y/o a su área de cobertura dependiendo del contexto en el que se use el término.

40 **[0021]** Como se analizará en más detalle a continuación, cada estación base, por ejemplo 210a, típicamente implementa un transmisor configurado para proporcionar al enlace descendente, también denominado enlace directo, comunicación para los terminales, por ejemplo 220a. Además, cada estación base, por ejemplo, 210a, también implementa un receptor configurado para recibir del enlace ascendente, también denominado enlace inverso, comunicación desde los terminales, por ejemplo, 220a.

50 **[0022]** En la dirección de enlace descendente, el transmisor de la estación base recibe una señal procedente de una fuente de señal, que puede ser una red telefónica pública conmutada (PSTN) o alguna otra fuente de señal. A continuación, el transmisor de la estación base convierte la señal en una señal OFDM que debe transmitirse a uno o más terminales. El transmisor de la estación base puede digitalizar la señal, multiplexar la señal en varias señales en paralelo y modular un número predeterminado de subportadoras correspondientes al número de rutas de señal en paralelo. El número de subportadoras puede ser constante o puede cambiar. Además, las subportadoras pueden estar adyacentes entre sí para definir una banda de frecuencias contigua o pueden estar separadas entre sí para ocupar un número de bandas de frecuencias independientes. La estación base puede asignar subportadoras en un procedimiento que es constante, como en el caso de un número fijo de subportadoras, pseudoaleatorias o aleatorias. El transmisor de la estación base también puede incluir una parte analógica o de radiofrecuencia (RF) para convertir las señales de banda base OFDM en una banda de frecuencias de transmisión deseada.

60 **[0023]** En un sistema OFDM 200, la reutilización de frecuencia puede producirse en cada célula. Es decir, las frecuencias de enlace ascendente y enlace descendente utilizadas por una primera estación base, por ejemplo, 210d, en una primera célula, por ejemplo 202d, pueden ser utilizadas por las estaciones base, 210a-c y 210e-g, en células adyacentes 202a-c y 202e-g. Como se describió anteriormente, cada transmisor de estación base contribuye a la interferencia co-canal (CCI) experimentada por los receptores contiguos, en este caso los receptores de terminal contiguos. Por ejemplo, el transmisor en una primera estación base 210f contribuye a la CCI de los terminales, 220e y 220g, en las células adyacentes 202c y 202d, que no se comunican con la primera estación base 210f. Para ayudar

a minimizar la cantidad de CCI que experimentan los terminales contiguos, el transmisor de la estación base puede ser parte de un sistema de control de potencia de circuito cerrado.

[0024] Para ayudar a minimizar la cantidad de CCI experimentado por los terminales fuera de una célula, por ejemplo 202f, el transmisor de la estación base puede minimizar la potencia de RF que transmite a cada uno de los terminales, 220m y 220l, con los cuales la estación base 210f está en comunicación. El transmisor de la estación base puede ajustar la potencia de transmisión basándose en parte en una determinación del nivel de ruido en cada banda de subportadora y en una señal de control de potencia transmitida por el terminal y recibida por un receptor de la estación base.

[0025] La estación base, por ejemplo 210b, puede tratar de mantener un valor de SINR o C/I predeterminado para cada subportadora, de manera que se mantenga una calidad de servicio predeterminada en los terminales, por ejemplo 220b-d. Una SINR o C/I que sea mayor que el valor predeterminado puede contribuir poco a la calidad del servicio que ve el terminal, por ejemplo, 520b, pero daría como resultado un aumento de CCI para todas las células adyacentes, 202a, 202d y 202e. A la inversa, un valor de SINR o C/I que está por debajo del nivel predeterminado puede dar como resultado una calidad de servicio mucho menor experimentada por el terminal, 220b.

[0026] El receptor de la estación base puede medir los niveles de ruido y de interferencia en cada una de las bandas de subportadora, como parte de un circuito de control de potencia que establece una SINR o C/I de la señal de transmisión. El receptor de la estación base mide los niveles de ruido e interferencia en cada una de las bandas de subportadora y almacena los niveles. A medida que las subportadoras se asignan a los enlaces de comunicación, el transmisor de la estación base examina los niveles de interferencia y ruido determinando la potencia que se asignará a cada subportadora. Por lo tanto, el transmisor de la estación base puede mantener una SINR o C/I predeterminada para cada subportadora que minimiza la CCI experimentada por los terminales en otras células.

[0027] En otro modo de realización, el terminal, por ejemplo 220i, puede intentar mantener la mínima SINR o C/I recibida requerida para lograr una calidad de servicio predeterminada. Cuando la SINR o C/I recibida está por encima de un nivel predeterminado, el terminal 220i puede transmitir una señal a la estación base 210f para solicitar que la estación base 210f reduzca la potencia de la señal de transmisión. De forma alternativa, si la SINR o C/I recibida está por debajo del nivel predeterminado, el terminal 220i puede transmitir una señal a la estación base 210f para solicitar que la estación base 210f incremente la potencia de la señal de transmisión. Por lo tanto, al minimizar la potencia transmitida a cualquier terminal dado, se minimiza la cantidad de CCI que experimentan los terminales en células adyacentes.

[0028] La Figura 3 es un diagrama de bloques funcional de un transmisor OFDM 300 que puede incorporarse, por ejemplo, en una estación transceptora base o un terminal. El diagrama de bloques funcional del transmisor OFDM 300 incluye la sección de banda base que detalla la parte de banda base del transmisor y no muestra el procesamiento de la señal, la interfaz de la fuente ni las secciones de RF que se pueden incluir en el transmisor 300.

[0029] El transmisor OFDM 300 incluye una o más fuentes 302 que corresponden a uno o más flujos de datos. Cuando el transmisor OFDM 300 es un transmisor de estación base, la fuente 302 puede incluir flujos de datos desde una red externa, tal como una red PSTN. Cada uno de los flujos de datos puede estar destinado a un terminal separado. Los datos proporcionados por las fuentes 302 pueden ser múltiples flujos de datos en paralelo, flujos de datos en serie, flujos de datos multiplexados o una combinación de flujos de datos. Las fuentes 302 proporcionan los datos a un modulador 310. El modulador 310 procesa y modula las fuentes de entrada. El modulador 310 puede incluir bloques funcionales que realizan intercalado, codificación, agrupación y modulación, como se conoce en la técnica. El modulador 310 no se limita a realizar un tipo particular de intercalado. Por ejemplo, el modulador puede bloquear independientemente el intercalado de los datos de origen para cada terminal.

[0030] El modulador 310 puede también estar configurado para realizar la codificación. De nuevo, el transmisor 300 no está limitado a un tipo particular de codificación. Por ejemplo, el modulador 310 puede realizar codificación Reed-Solomon o codificación convolucional. La velocidad de codificación puede ser fija o puede variar dependiendo del número de subportadoras asignadas a un enlace de comunicación al terminal. Por ejemplo, el modulador 310 puede realizar una codificación convolucional con un codificador de media velocidad cuando un primer número de subportadoras se asigna a un terminal y se puede controlar para realizar una codificación convolucional con una velocidad de un tercio cuando un segundo número de subportadoras se asigna al terminal. En otro ejemplo, el modulador puede realizar la codificación Reed-Solomon con una velocidad que varía dependiendo del número de subportadoras asignadas al terminal.

[0031] El modulador 310 también puede configurarse para modular los datos utilizando un formato predeterminado. Por ejemplo, el modulador 310 puede realizar Modulación de amplitud en cuadratura (QAM), Activación de cambio de fase en cuadratura (QPSK), Activación de cambio de fase binaria (BPSK) o algún otro formato de modulación. En otro modo de realización, el modulador 310 procesa los datos en un formato para modular las subportadoras.

[0032] El modulador 310 también puede incluir amplificadores o etapas de ganancia para ajustar la amplitud de los símbolos de datos asignada a las subportadoras. El modulador 310 puede ajustar la ganancia de los amplificadores

sobre una base de subportadora, dependiendo la ganancia de cada subportadora, al menos en parte, del ruido y la interferencia en el ancho de banda de la subportadora.

[0033] La salida del modulador 310 está acoplada a la entrada de un multiplexor 1:N 320, donde N representa el número máximo de subportadoras utilizadas en el enlace de transmisión del sistema de comunicación. El multiplexor 320 también puede denominarse un "convertidor de serie a paralelo" porque el multiplexor 320 recibe datos en serie del modulador 310 y los convierte a un formato en paralelo para interactuar con la pluralidad de subportadoras.

[0034] Un módulo de asignación de subportadora 312 controla el modulador 310 y el multiplexor 320. El número de subportadoras utilizadas para soportar los datos de origen puede ser, y típicamente es menor que el número máximo de subportadoras utilizadas en el enlace de transmisión del sistema de comunicación. El número de subportadoras asignadas a un enlace de comunicación particular puede cambiar con el tiempo. Además, incluso si el número de subportadoras asignadas a un enlace de comunicación particular sigue siendo el mismo, la identidad de las subportadoras puede cambiar con el tiempo.

[0035] Las subportadoras pueden asignarse aleatoriamente, o pseudoaleatoriamente, a enlaces de comunicación. Debido a que la identidad de las subportadoras puede cambiar, las bandas de frecuencias ocupadas por el enlace de comunicación pueden cambiar con el tiempo. El sistema de comunicación puede ser un sistema de salto de frecuencia que implemente un procedimiento de salto de frecuencia predeterminado.

[0036] El módulo de asignación de subportadora 312 puede implementar el procedimiento de salto de frecuencia y puede rastrear el conjunto de subportadoras utilizadas y los conjuntos de subportadoras asignadas a los enlaces de comunicación. Por ejemplo, en una estación base con tres señales de enlace directo, el módulo de asignación de subportadora 312 puede asignar un primer conjunto de subportadoras a un primer enlace de comunicación, un segundo conjunto de subportadoras a un segundo enlace de comunicación y un tercer conjunto de subportadoras a un tercer enlace de comunicación. El número de subportadoras en cada conjunto puede ser el mismo o puede ser diferente. El módulo de asignación de subportadora 312 rastrea el número de subportadoras asignadas a enlaces de comunicación y el número de subportadoras que están inactivas y pueden asignarse a enlaces de comunicación.

[0037] El módulo de asignación de subportadora 312 controla el modulador 310 para proporcionar la codificación deseada, y la modulación requerida soportando el conjunto subportadora asignada. Además, el módulo de asignación de subportadora 312 controla el multiplexor 320, de modo que los datos del modulador 310 se proporcionan al canal del multiplexor correspondiente a una subportadora asignada. Por lo tanto, el módulo de asignación de subportadora 312 controla la identidad y el número de subportadoras asignadas a un enlace de comunicación particular. El módulo de asignación de subportadora 312 también rastrea la identidad de las subportadoras que están inactivas y que pueden asignarse a un enlace de comunicación.

[0038] La salida del multiplexor 320 está acoplada a un módulo 330 de la Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT). Un bus paralelo 322 que tiene un ancho igual o mayor que el número total de subportadoras acopla la salida en paralelo desde el multiplexor 320 al módulo IFFT 330.

[0039] Una transformada de Fourier realiza una asignación del dominio del tiempo al dominio de frecuencia. Por lo tanto, una transformada de Fourier inversa realiza una asignación desde el dominio de la frecuencia al dominio del tiempo. El módulo 330 de IFFT transforma las subportadoras moduladas en una señal de dominio de tiempo. Las propiedades de la transformada de Fourier aseguran que las señales de la subportadora están espaciadas uniformemente y son ortogonales entre sí.

[0040] La salida en paralelo del módulo IFFT 330 está acoplada a un desmultiplexor 340 utilizando otro bus paralelo 332. El desmultiplexor 340 convierte el flujo de datos modulados en paralelo en un flujo en serie. A continuación, la salida del desmultiplexor 340 se puede acoplar a un generador de banda de protección (no mostrado) y a continuación a un convertidor digital a analógico (DAC) (no mostrado). El generador de la banda de protección inserta un período de tiempo entre símbolos OFDM sucesivos para minimizar los efectos de la interferencia entre símbolos debida a las múltiples rutas en el enlace de comunicación. A continuación, la salida del DAC se puede acoplar a un transmisor de RF (no mostrado) que aumenta en frecuencia la señal OFDM a una banda de frecuencias de transmisión deseada.

[0041] Las Figuras 4A-4B son diagramas de bloques funcionales de modos de realización de receptor OFDM 400. El receptor OFDM 400 puede implementarse en la estación base o en un terminal, tal como un terminal móvil. El receptor OFDM 400 de la Figura 4A implementa un estimador de ruido principalmente en el dominio digital, mientras que el receptor OFDM 400 de la Figura 4B implementa un estimador de ruido principalmente en el dominio analógico.

[0042] El receptor OFDM 400 de la Figura 4A recibe en una antena 402 señales de RF que son transmitidas por un transmisor OFDM complementario. La salida de la antena 420 está acoplada a un receptor 410 que puede filtrar, amplificar y reducir en frecuencia a la banda base la señal OFDM recibida.

[0043] La salida de banda base desde el receptor 410 está acoplada a un módulo de eliminación de la protección 420 que está configurado para eliminar el intervalo de protección insertado entre símbolos OFDM en el transmisor. La

salida del módulo de eliminación de protección 420 está acoplada a un convertidor analógico a digital (ADC) 422 que convierte la señal de banda base analógica a una representación digital. La salida del ADC 422 está acoplada a un multiplexor 424 que transforma la señal de banda base en serie en N rutas de datos en paralelo. El número N representa el número total de subportadoras OFDM. Los símbolos en cada una de las rutas de datos en paralelo representan los símbolos de dominio de tiempo desconectados de la señal OFDM.

[0044] Las rutas de datos en paralelo están acopladas a una entrada de un módulo 430 de transformada rápida de Fourier (FFT). El módulo FFT 430 transforma las señales de dominio de tiempo desconectadas en señales de dominio de frecuencia. Cada una de las salidas del módulo FFT 430 representa una subportadora modulada.

[0045] La salida en paralelo del módulo FFT 430 se acopla a un desmodulador 440 que desmodula las subportadoras OFDM. El desmodulador 440 se puede configurar para desmodular solo un subconjunto de las subportadoras recibidas por el receptor 400 o se puede configurar para desmodular todas las salidas del módulo FFT 430, correspondientes a todas las subportadoras. La salida del desmodulador 440 puede ser un solo símbolo o puede ser una pluralidad de símbolos. Por ejemplo, si la subportadora está modulada en cuadratura, el desmodulador 440 puede emitir los componentes de señal en cuadratura y en fase del símbolo desmodulado.

[0046] La salida del desmodulador 440 está acoplada a un detector 450. El detector 450 está configurado para detectar la potencia recibida en cada una de las bandas de frecuencias de subportadora. El detector 450 puede detectar la potencia recibida detectando o determinando de otra manera, por ejemplo, una potencia, una amplitud, una magnitud al cuadrado, una magnitud y similares, o alguna otra representación de la señal de subportadora desmodulada que se correlaciona con la potencia recibida. Por ejemplo, una magnitud al cuadrado de una señal modulada en cuadratura se puede determinar sumando los cuadrados de los componentes de señal en cuadratura y en fase. El detector 450 puede incluir una pluralidad de detectores o puede incluir un único detector que determine el valor detectado de las señales de subportadora deseadas antes de que ocurra el siguiente símbolo desmodulado.

[0047] Un procesador 460 está interconectado con la memoria 470 que incluye instrucciones legibles por procesador. La memoria 470 también puede incluir ubicaciones de almacenamiento re-escribibles que se utilizan para almacenar y actualizar los valores de ruido detectados de la subportadora.

[0048] Las subportadoras asignadas a un enlace de comunicación concreto pueden cambiar en cada límite de símbolo. Una secuencia de salto de frecuencia o información de salto de frecuencia que identifica las subportadoras asignadas al enlace de comunicación al receptor 400 también puede almacenarse en la memoria 470. El procesador 460 utiliza la información de salto de frecuencia para optimizar el rendimiento del módulo FFT 430, el desmodulador 440 y el detector 450. Por lo tanto, el procesador 460 puede usar la secuencia de salto de frecuencia, u otra información de salto de frecuencia, para identificar qué subportadoras están asignadas a un enlace de comunicación y cuáles de las subportadoras están inactivas.

[0049] Por ejemplo, cuando menos que el número total de subportadoras se asignan al enlace de comunicación con el receptor 400, el procesador 460 puede controlar el módulo FFT 430 para determinar solo aquellas señales de salida de FFT que corresponden a las subportadoras asignadas. En otro modo de realización, el procesador 460 controla el módulo FFT 430 para determinar las señales de salida correspondientes a las subportadoras asignadas al enlace de comunicación con el receptor 400 más las salidas correspondientes a subportadoras que están inactivas y no asignadas a ningún enlace de comunicación. El procesador 460 puede reducir parte de la carga en el módulo FFT 430 al disminuir el número de señales de salida FFT que necesita determinar.

[0050] El procesador 460 también puede controlar el desmodulador 440 para desmodular solo las señales para las cuales el módulo FFT 430 proporciona una señal de salida. Además, el procesador 460 puede controlar el detector 450 para detectar solo las señales de subportadora que corresponden a subportadoras inactivas o no asignadas. Debido a que el detector 450 puede limitarse a detectar niveles de ruido en subportadoras no asignadas, el detector 450 puede configurarse para detectar las señales antes del desmodulador. Sin embargo, colocar el detector 450 después del desmodulador 440 puede ser ventajoso porque el ruido detectado por el detector 450 habrá experimentado el mismo procesamiento de señal experimentado por los símbolos en esa subportadora. Por lo tanto, las propiedades estadísticas del procesamiento de la señal experimentado por el ruido desmodulado serán similares a las propiedades estadísticas experimentadas por los símbolos desmodulados.

[0051] El procesador 460 puede rastrear el ruido en las subportadoras mediante la detección de la potencia del ruido desmodulado en una subportadora cuando la subportadora no se asigna a un enlace de comunicación. La potencia detectada de la subportadora no asignada representa la potencia de la interferencia más el ruido en esa banda de subportadora. El procesador puede almacenar la potencia detectada en una ubicación de memoria en la memoria 470 correspondiente a la subportadora. En un sistema OFDM de salto de frecuencia, la identidad de las subportadoras no asignadas cambia con el tiempo y puede cambiar en cada límite de símbolo.

[0052] El procesador 460 puede almacenar un número de mediciones de potencia detectadas para un primer subportadora en ubicaciones de memoria independientes. A continuación, el procesador 460 puede promediar un número predeterminado de mediciones de potencia detectadas. De forma alternativa, el procesador 460 puede calcular

un promedio ponderado del ruido y la interferencia ponderando cada una de las mediciones de potencia detectadas almacenadas por un factor que depende, en parte, de la antigüedad de la medición de potencia detectada. En otro modo de realización más, el procesador 460 puede almacenar el ruido detectado y la potencia de interferencia en una ubicación correspondiente en la memoria 470. El procesador 460 puede a continuación actualizar el valor del ruido y la interferencia para una subportadora particular ponderando el valor almacenado una primera cantidad y ponderando una nueva potencia detectada una segunda cantidad y almacenando la suma en la ubicación de memoria correspondiente a la subportadora. Al utilizar este procedimiento de actualización alternativo, solo se requieren N ubicaciones de almacenamiento para almacenar las N estimaciones de interferencia y ruido de subportadora. Puede verse que hay otros procedimientos disponibles para almacenar y actualizar los valores de ruido e interferencia para las subportadoras.

[0053] La potencia detectada para una subportadora no asignada representa el ruido y la interferencia agregado para esa banda de subportadora a menos que no haya fuentes de interferencia retransmitiendo en la banda de frecuencias. Cuando no se está retransmitiendo ninguna fuente de interferencia en la banda de frecuencias de subportadora, la potencia detectada representa la potencia detectada del nivel mínimo de ruido.

[0054] Un sistema OFDM puede garantizar que no hay ninguna fuente del sistema retransmitiendo una señal de interferencia en una banda de subportadora mediante la sincronización de todos los transmisores y definiendo un periodo durante el cual todos los transmisores no transmiten más de una subportadora particular. Es decir, cuando el estimador de ruido se realiza en un receptor en el terminal, todas las estaciones base en un sistema OFDM pueden dejar de transmitir periódicamente en una o más frecuencias de subportadora predeterminadas durante un periodo de símbolos predeterminado. La comunicación en el sistema OFDM no cesa durante el periodo en el que la subportadora única no está asignada porque todas las demás subportadoras pueden continuar asignadas a los enlaces de comunicación. Por lo tanto, el nivel de ruido sin interferencia se puede determinar para cada una de las bandas de frecuencias de subportadora sincronizando los transmisores y no asignando periódicamente cada una de las subportadoras a ningún enlace de comunicación durante uno o más periodos de símbolo. A continuación, la potencia de ruido sin fuentes de interferencia puede determinarse para la banda de subportadora durante el periodo de no asignación.

[0055] La Figura 4B es un diagrama de bloques funcional de otro modo de realización de un receptor OFDM 400 en el que el ruido y la interferencia se detectan utilizando dispositivos analógicos. El receptor 400 recibe inicialmente señales OFDM en una antena 402 y acopla la salida de la antena 402 a un receptor 410. Al igual que en el modo de realización anterior, el receptor 410 filtra, amplifica y reduce en frecuencia a la banda base la señal OFDM recibida. La salida del receptor 410 está acoplada a la entrada de un filtro 480. La salida de banda base del receptor 410 también se puede acoplar a otras etapas de procesamiento de señal (no mostradas), como un módulo de eliminación de protección, un módulo FFT y un desmodulador.

[0056] En un modo de realización, el filtro 480 es un banco de filtros que tiene una serie de filtros de banda base igual a un número de subportadoras en el sistema de comunicación. Cada uno de los filtros puede configurarse para tener sustancialmente el mismo ancho de banda que el ancho de banda de señal de la subportadora. En otro modo de realización, el filtro 480 es un banco de filtros que tiene uno o más filtros sintonizables que pueden sintonizarse a cualquier banda de subportadora en el sistema de comunicación. Los filtros sintonizables se sintonizan a las bandas de frecuencias de subportadora que no están asignadas al enlace de comunicación con el receptor 400. El ancho de banda de los filtros sintonizables puede ser sustancialmente el mismo que el ancho de banda de la banda de subportadora.

[0057] La salida del filtro 480 está acoplada al detector 490. La salida del filtro 480 puede ser una o más señales filtradas. El número de señales de salida del filtro 480 puede ser tan alto como el número de subportadoras en el sistema de comunicación.

[0058] El detector 490 puede estar configurado para detectar la potencia en cada una de las señales filtradas. El detector 490 puede incluir uno o más detectores de potencia. Los detectores de potencia pueden corresponder a una salida del filtro 480. De forma alternativa, se pueden usar uno o más detectores de potencia para detectar sucesivamente la potencia de cada una de las salidas del filtro.

[0059] La salida del detector 490 está acoplada a la entrada de un ADC 494. El ADC 494 puede incluir una pluralidad de convertidores, cada uno correspondiente a una de las salidas del detector 490. De forma alternativa, el ADC 494 puede incluir un solo ADC que convierte secuencialmente cada una de las salidas del detector 490.

[0060] Un procesador 460 que interconecte con una memoria 470 puede acoplarse a la salida del ADC 494. El procesador 460 se puede configurar, utilizando instrucciones legibles por el procesador almacenadas en la memoria 470, para controlar el ADC 494 para convertir solo los niveles de potencia detectados de interés. Además, el procesador 460 puede rastrear la secuencia de salto de frecuencia y actualizar los niveles de ruido e interferencia detectados como en el modo de realización anterior. El nivel de ruido se puede detectar independientemente del nivel de interferencia en los sistemas síncronos, donde todos los transmisores pueden controlarse para dejar de transmitir

periódicamente en una subportadora predeterminada durante un período predeterminado, como un período de símbolos.

[0061] La Figura 5 es un diagrama de espectro de una parte de una banda de frecuencias OFDM 500 durante un período de tiempo predeterminado. La banda de frecuencias 500 OFDM incluye una serie de subportadoras, cada una de las cuales ocupa una banda de frecuencias predeterminada, por ejemplo 502a. Una pluralidad de enlaces de comunicación puede ocupar simultáneamente la banda de frecuencias OFDM 500. La pluralidad de enlaces de comunicación puede usar solo un subconjunto del número total de subportadoras disponibles en el sistema.

[0062] Por ejemplo, a un primer enlace de comunicación se le pueden asignar cuatro subportadoras que ocupan cuatro bandas de frecuencias, 502a-d. Las subportadoras y las bandas de frecuencias correspondientes 502a-d se muestran posicionadas en una banda de frecuencias contigua. Sin embargo, las subportadoras asignadas a un enlace de comunicación particular no necesitan ser adyacentes y pueden ser cualquiera de las subportadoras disponibles en el sistema OFDM. A un segundo enlace de comunicación se le puede asignar un segundo conjunto de subportadoras y, por lo tanto, un segundo conjunto de bandas de frecuencias de subportadora 522a-d. De manera similar, a un tercer y un cuarto enlace de comunicación se les puede asignar un tercer conjunto y un cuarto conjunto, respectivamente, de subportadoras. El tercer conjunto de subportadoras corresponde a un tercer conjunto de bandas de frecuencias 542a-c y el cuarto conjunto de subportadoras corresponde a un cuarto conjunto de bandas de frecuencias de subportadora 562a-c.

[0063] El número de subportadoras asignadas a un enlace de comunicación particular puede variar con el tiempo y puede variar de acuerdo con las cargas colocadas sobre el enlace de comunicación. Por lo tanto, a los enlaces de comunicación de mayor velocidad de datos se les puede asignar un mayor número de subportadoras. El número de subportadoras asignadas a un enlace de comunicación puede cambiar en cada límite de símbolo. Por lo tanto, el número y la posición de las subportadoras asignadas en el sistema OFDM pueden cambiar en cada límite de símbolo.

[0064] Debido a que el número total de subportadoras asignadas puede no corresponder con el número total de subportadoras disponibles en el sistema OFDM, puede haber una o más subportadoras que no están asignadas a cualquier enlace de comunicación, y por lo tanto están inactivas. Por ejemplo, tres bandas de subportadora, 510a-c, 530a-c, y 550a-e, se muestran en la banda de frecuencias OFDM 500 como no asignadas a ningún enlace de comunicación. De nuevo, las subportadoras no asignadas, y por lo tanto las bandas de subportadora correspondientes, no necesitan ser adyacentes y no necesariamente se producen entre las subportadoras asignadas. Por ejemplo, algunas o todas las subportadoras no asignadas pueden ocurrir en un extremo de la banda de frecuencias.

[0065] Un receptor puede estimar, y actualizar las estimaciones de, el ruido más la interferencia en una subportadora mediante la detección de la potencia en la banda de subportadora cuando la subportadora no está asignada. Una subportadora no asignada puede representar una subportadora que no está asignada localmente, como en una célula o sector en el que el receptor está posicionado. Otras células o sectores de una célula pueden asignar la subportadora a un enlace de comunicación.

[0066] Por ejemplo, un primer receptor, tal como un receptor en un terminal, puede establecer un enlace de comunicación con una estación base usando un primer conjunto de subportadoras en una primera banda de frecuencias 502a-d. El primer receptor puede estimar el ruido y la interferencia en una banda de frecuencias no asignada, por ejemplo 530a, determinando la potencia en la banda de frecuencias de subportadora 530a. Como se analizó anteriormente, el receptor puede actualizar una estimación previamente almacenada en la memoria promediando los niveles de potencia previamente almacenados con el nivel de potencia medido más recientemente. De forma alternativa, el nivel de potencia determinado más recientemente, correspondiente a la estimación de interferencia y ruido más reciente, se puede utilizar en la determinación de un promedio ponderado de un número predeterminado de estimaciones de ruido más interferencia recientes.

[0067] Además, en un sistema sincronizado, una o más de las subportadoras puede no estar asignada para todos los transmisores para una duración predeterminada, por ejemplo una duración de símbolo. Por lo tanto, la subportadora no está asignada en todas las células de un sistema OFDM en particular para la duración del símbolo. A continuación, para la subportadora no asignada en todo el sistema, el receptor puede estimar el nivel mínimo de ruido determinando la potencia en la banda de frecuencias de subportadora, por ejemplo, 550d, durante el período en el que ningún transmisor transmite en la banda de frecuencias. El receptor también puede actualizar las estimaciones de ruido promediando o promediando una ponderación de varias estimaciones. El receptor puede almacenar por separado la estimación del nivel mínimo de ruido para cada una de las bandas de subportadora. Por lo tanto, el receptor puede actualizar periódicamente el nivel mínimo de ruido y los niveles de ruido e interferencia en cada una de las bandas de la subportadora.

[0068] La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento 600 para determinar y actualizar los niveles de interferencia y ruido en las bandas de subportadora OFDM. El procedimiento 600 puede implementarse en un receptor en un sistema OFDM. El receptor puede ser, por ejemplo, el receptor en un terminal. De forma alternativa, o adicionalmente, el receptor puede ser, por ejemplo, un receptor en un transceptor de estación base.

[0069] El procedimiento 600 comienza en el bloque 602 donde el receptor se sincroniza en el tiempo con el transmisor. El receptor puede, por ejemplo, sincronizar una referencia de tiempo con una referencia de tiempo en el transmisor. Es posible que el receptor deba sincronizarse con el transmisor por una variedad de razones no relacionadas con la estimación del ruido. Por ejemplo, el receptor puede necesitar sincronizarse con el transmisor para determinar qué subportadoras están asignadas a su enlace de comunicación durante uno o más períodos de símbolo.

[0070] El receptor próximo procede al bloque 610 donde el receptor determina las subportadoras no utilizadas, o no asignadas, en el siguiente período de símbolo. El transmisor puede enviar esta información al receptor en un mensaje de sobrecarga. Por lo tanto, un mensaje recibido por el receptor indica cuáles de las subportadoras no están asignadas en un período de símbolos dado. De forma alternativa, la asignación de subportadoras puede ser pseudoaleatoria y el receptor puede haber sincronizado una secuencia pseudoaleatoria generada localmente con el transmisor en el paso de sincronización anterior. En el modo de realización alternativo, el receptor determina las subportadoras no asignadas basándose en una secuencia generada internamente, tal como la secuencia pseudoaleatoria generada localmente o una secuencia de salto de frecuencia generada internamente.

[0071] El receptor procede al bloque 620 donde se reciben las señales OFDM transmitidas. Los símbolos recibidos pueden incluir aquellas subportadoras asignadas al enlace de comunicación con el receptor, así como las subportadoras no asignadas al enlace de comunicación con el receptor.

[0072] El receptor procede al bloque 622 donde el receptor convierte las señales recibidas a una señal de banda base OFDM. Las señales recibidas típicamente se transmiten de forma inalámbrica al receptor como símbolos RF OFDM utilizando un enlace de RF. El receptor típicamente convierte la señal recibida en una señal de banda base para facilitar el procesamiento de la señal.

[0073] Después de convertir la señal recibida a una señal de banda base, el receptor procede al bloque 624 donde los intervalos de protección se retiran de las señales recibidas. Como se analizó anteriormente en el análisis del transmisor OFDM, los intervalos de protección se insertan para proporcionar inmunidad de multi-rutas.

[0074] Después de la eliminación de los intervalos de protección, el receptor procede al bloque 630 donde la señal se digitaliza en un ADC. Después de digitalizar la señal, el receptor pasa al bloque 632 donde la señal se convierte de una señal en serie a varias señales en paralelo. El número de señales en paralelo puede ser tan alto como, y es típicamente igual a, el número de subportadoras en el sistema OFDM.

[0075] Después de la conversión serie a paralelo, el receptor procede al bloque 640 donde el receptor lleva a cabo una FFT de los datos en paralelo. La FFT transforma las señales OFDM en el dominio del tiempo en subportadoras moduladas en el dominio de la frecuencia.

[0076] El receptor procede al bloque 650 en el que al menos algunas de las subportadoras moduladas emitidas desde la FFT son desmoduladas. El receptor típicamente desmodula las subportadoras asignadas al enlace de comunicación con el receptor y también desmodula las subportadoras no asignadas.

[0077] El receptor procede a continuación al bloque 660, donde se detectan las subportadoras no asignadas para proporcionar una estimación de ruido e interferencia. Si la subportadora es una subportadora no asignada en todo el sistema, la salida detectada representa una estimación del nivel mínimo de ruido para esa banda de subportadora.

[0078] El receptor procede a continuación al bloque 670 y actualiza las estimaciones de ruido más interferencia y de nivel mínimo de ruido almacenadas en la memoria. Como se analizó anteriormente, el receptor puede almacenar un número predeterminado de las estimaciones de ruido más interferencia determinadas más recientemente y realizar un promedio de las estimaciones. De manera similar, el receptor puede determinar un promedio de un número predeterminado de estimaciones de nivel mínimo de ruido determinadas recientemente.

[0079] El receptor procede al bloque 680 donde la estimación del ruido se comunica a un transmisor. Por ejemplo, si el receptor es un receptor de terminal, el receptor de terminal puede comunicar la estimación de ruido a un transmisor en un transceptor de estación base. El receptor de terminal puede comunicar primero la estimación de ruido a un transmisor de terminal asociado. El transmisor de terminal puede a continuación transmitir la estimación de ruido al receptor de la estación base. El receptor de la estación base, a su vez, comunica la estimación de ruido al transmisor de la estación base. El transmisor de la estación base puede usar la estimación de ruido para ajustar el nivel de potencia transmitida por el transmisor en la subportadora correspondiente a la estimación de ruido.

[0080] El receptor de la estación base puede comunicar de manera similar la estimación de ruido recibido a un transmisor de terminal mediante la transmisión en primer lugar de la estimación de ruido, utilizando el transmisor de la estación base, al receptor de terminal.

[0081] En el bloque 690, el receptor determina una calidad de señal de los símbolos recibidos posteriormente basándose en parte en la estimación del ruido determinada utilizando la subportadora no asignada. Por ejemplo, el receptor estima el ruido más la interferencia de una subportadora no asignada. En el siguiente período de símbolos,

el receptor puede recibir un símbolo por la misma subportadora, previamente no asignada. El receptor puede a continuación determinar una calidad de señal, como C/I o SINR, basándose en parte en la estimación de ruido previamente determinada. De manera similar, cuando el receptor determina una estimación de nivel mínimo de ruido, el receptor puede determinar una SNR para los símbolos subsiguientes recibidos en la misma subportadora.

[0082] Debido a que el número y la posición de las subportadoras no asignadas típicamente varían aleatoriamente, o pseudo aleatoriamente, el receptor puede actualizar periódicamente las estimaciones de ruido más interferencia y nivel mínimo de ruido para cada una de las bandas de frecuencias de subportadora en el sistema OFDM. De este modo, un receptor puede generar y actualizar estimaciones de ruido más interferencia y nivel mínimo de ruido que pueden comunicarse a las etapas del transmisor en un esfuerzo por minimizar la CCI.

[0083] Las conexiones eléctricas, acoplamientos y conexiones se han descrito con respecto a diversos dispositivos o elementos. Las conexiones y acoplamientos pueden ser directos o indirectos. Una conexión entre un primer y un segundo dispositivo puede ser una conexión directa o puede ser una conexión indirecta. Una conexión indirecta puede incluir elementos interpuestos que pueden procesar las señales desde el primer dispositivo al segundo dispositivo.

[0084] Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden representarse usando cualquiera de entre una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que puedan haberse mencionado a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0085] Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y pasos de algoritmo ilustrativos descritos junto con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito, en general, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas en el sistema global.

[0086] Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos junto con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de uso general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una matriz de puertas programables *in situ* (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistor o puertas discretas, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

[0087] Los pasos de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, en una memoria flash, en una memoria ROM, en una memoria EPROM, en una memoria EEPROM, en registros, en un disco duro, en un disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de manera que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC.

[0088] La descripción anterior de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para estimar el ruido en un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM, (200), el procedimiento que comprende:
5 recibir símbolos OFDM;

 detectar una potencia recibida de una señal en una banda de frecuencias de subportadora no asignada; y
10 **caracterizado por:**

 calcular un promedio ponderado de la potencia recibida con al menos una medición de potencia recibida almacenada previamente para la banda de frecuencias de subportadora no asignada, en el que una ponderación para el promedio ponderado se basa en una antigüedad de al menos una medición de potencia recibida almacenada previamente.
15
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además, antes de detectar la potencia recibida, desmodular una subportadora no asignada correspondiente a la banda de frecuencias de subportadora no asignada.
20
3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además determinar la banda de frecuencias de subportadora no asignada basándose en parte en un mensaje recibido.
25
4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además determinar la frecuencia de subportadora no asignada basándose en parte en una secuencia generada internamente.
25
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que recibir símbolos OFDM comprende recibir de forma inalámbrica, desde un transmisor de estación base, símbolos RF OFDM.
30
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que recibir símbolos OFDM comprende:
30 convertir los símbolos RF OFDM recibidos de forma inalámbrica en símbolos OFDM de banda base;

 eliminar un intervalo de protección de los símbolos OFDM de banda base; y
35 transformar, utilizando una transformada rápida de Fourier, FFT, señales de banda base OFDM en el dominio del tiempo en subportadoras moduladas.
35
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la detección de la potencia recibida comprende determinar uno de una magnitud, una amplitud o una magnitud cuadrada de la señal en la banda de frecuencias OFDM no asignada.
40
8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que detectar la potencia recibida comprende determinar una suma de un cuadrado de un componente de señal en cuadratura con un cuadrado de un componente de señal en fase.
45
9. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
45 determinar si la banda de frecuencias de subportadora no asignada comprende una banda de frecuencias de subportadora no asignada en todo el sistema;
50 almacenar la potencia recibida detectada como una estimación de ruido más interferencia si la banda de frecuencias de subportadora no comprende la banda de frecuencias no asignada en todo el sistema; y

 almacenar la potencia recibida detectada como una estimación del nivel mínimo de ruido si la banda de frecuencias de subportadora comprende la banda de frecuencias no asignada en todo el sistema.
55
10. El procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además sincronizar una referencia de tiempo con un transmisor (300) que transmite los símbolos OFDM.
60
11. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
60 promediar la potencia recibida con al menos una medición de potencia recibida almacenada previamente para producir una estimación de ruido correspondiente a la banda de frecuencias de subportadora no asignada; y
65 comunicar la estimación de ruido a un transmisor (300).

- 5
12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que comunicar la estimación de ruido al transmisor comprende transmitir la estimación de ruido desde un transmisor de terminal a una estación transceptora base (210a-c).
- 10
13. Un procedimiento para estimar el ruido en un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM, (200), el procedimiento que comprende:
- recibir símbolos OFDM en un sistema de comunicación celular inalámbrico, con los símbolos OFDM correspondientes a un período de símbolos;
- determinar una subportadora no asignada durante el período del símbolo;
- determinar una potencia, durante el período de símbolos, de una señal en una banda de frecuencias correspondiente a la subportadora no asignada, **caracterizada por**:
- almacenar un valor de la potencia de la señal en una memoria; y
- calcular un promedio ponderado de la potencia de la señal con valores previamente almacenados para generar una estimación de ruido, en el que las ponderaciones para el promedio ponderado se basan en las edades del al menos uno de los valores previamente almacenados.
- 15
- 20
- 25
14. Un aparato para estimar el ruido en un sistema (200) de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM, el aparato que comprende:
- un receptor inalámbrico (410) configurado para recibir de forma inalámbrica los símbolos OFDM correspondientes a un período de símbolos OFDM;
- un detector (450) configurado para detectar un nivel de potencia recibido de señales recibidas por el receptor inalámbrico (410) durante el período de símbolos OFDM;
- un procesador (460) acoplado al detector (450), y configurado para determinar una subportadora no asignada durante el período del símbolo OFDM y determinar una estimación de ruido basándose en parte en un nivel de potencia del receptor en una banda de frecuencias correspondiente a la subportadora no asignada y **caracterizado por** una memoria (470) acoplada al procesador (460) y que almacena un número predeterminado de estimaciones de ruido previamente determinadas correspondientes a la subportadora no asignada, con el procesador (460) configurado además para calcular un promedio ponderado de la potencia recibida con al menos una medición de potencia recibida almacenada previamente para la banda de frecuencias de subportadora no asignada, en el que una ponderación para el promedio ponderado se basa en una antigüedad de la al menos una medición de potencia recibida almacenada previamente.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
15. El aparato según la reivindicación 14, que comprende además una memoria (470) acoplada al procesador (460), el procesador (460) que almacena la estimación de ruido en la memoria (470).
16. El aparato de la reivindicación 14, en el que el receptor inalámbrico comprende: una parte de receptor de RF (410) configurada para recibir de manera inalámbrica los símbolos RF OFDM y convertir los símbolos RF OFDM en los símbolos OFDM;
- un módulo de Transformada Rápida de Fourier, FFT (430) configurado para recibir los símbolos OFDM de la parte del receptor de RF (410) y transformar los símbolos OFDM para modular subportadoras; y
- un desmodulador (440) acoplado al módulo FFT (430) y configurado para desmodular las subportadoras moduladas.
17. El aparato de la reivindicación 16, en el que el detector (450) detecta los niveles de potencia recibidos de una salida del desmodulador (440).
18. El aparato de la reivindicación 14, en el que el detector (450) detecta el nivel de potencia recibido determinando uno de una magnitud, una amplitud o una magnitud cuadrada de las señales recibidas por el receptor inalámbrico (410) durante el período del símbolo OFDM.

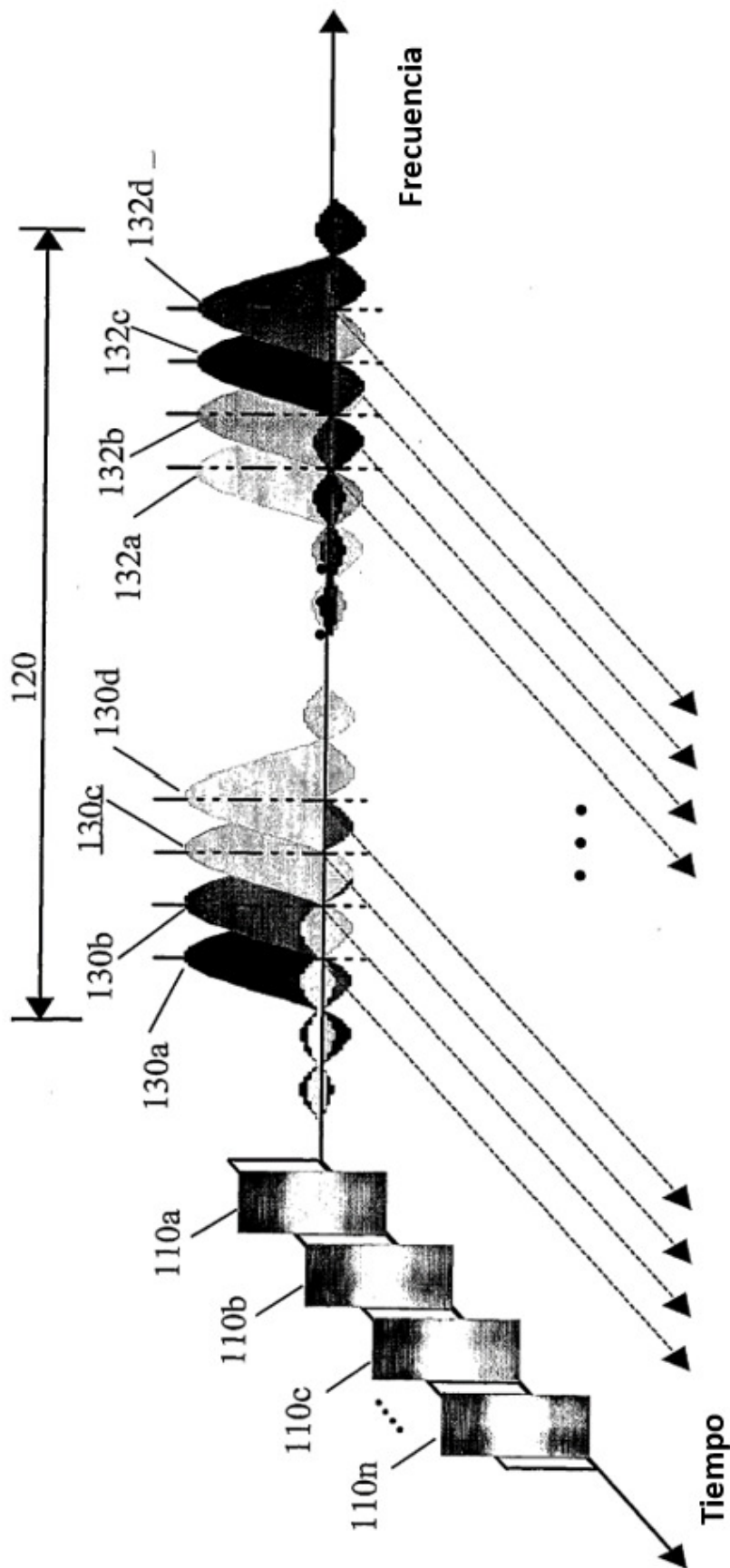


FIG. 1

Técnica anterior

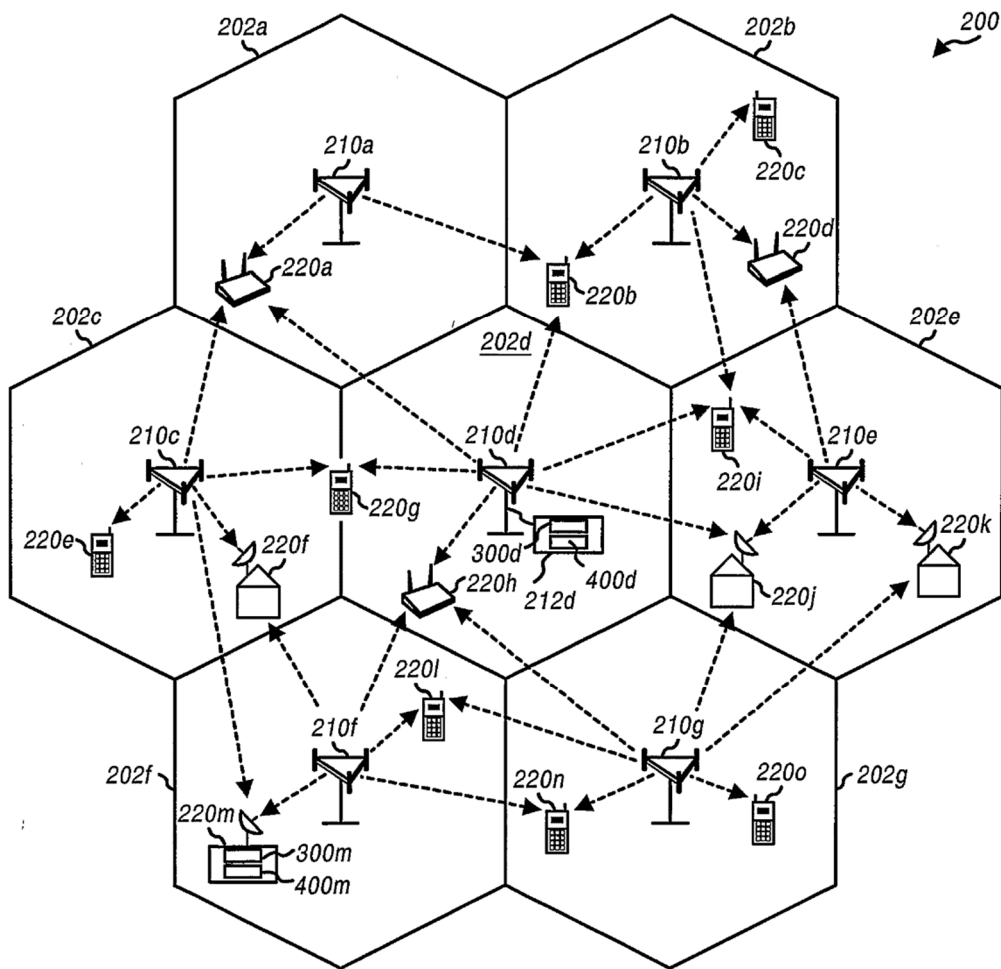


FIG. 2

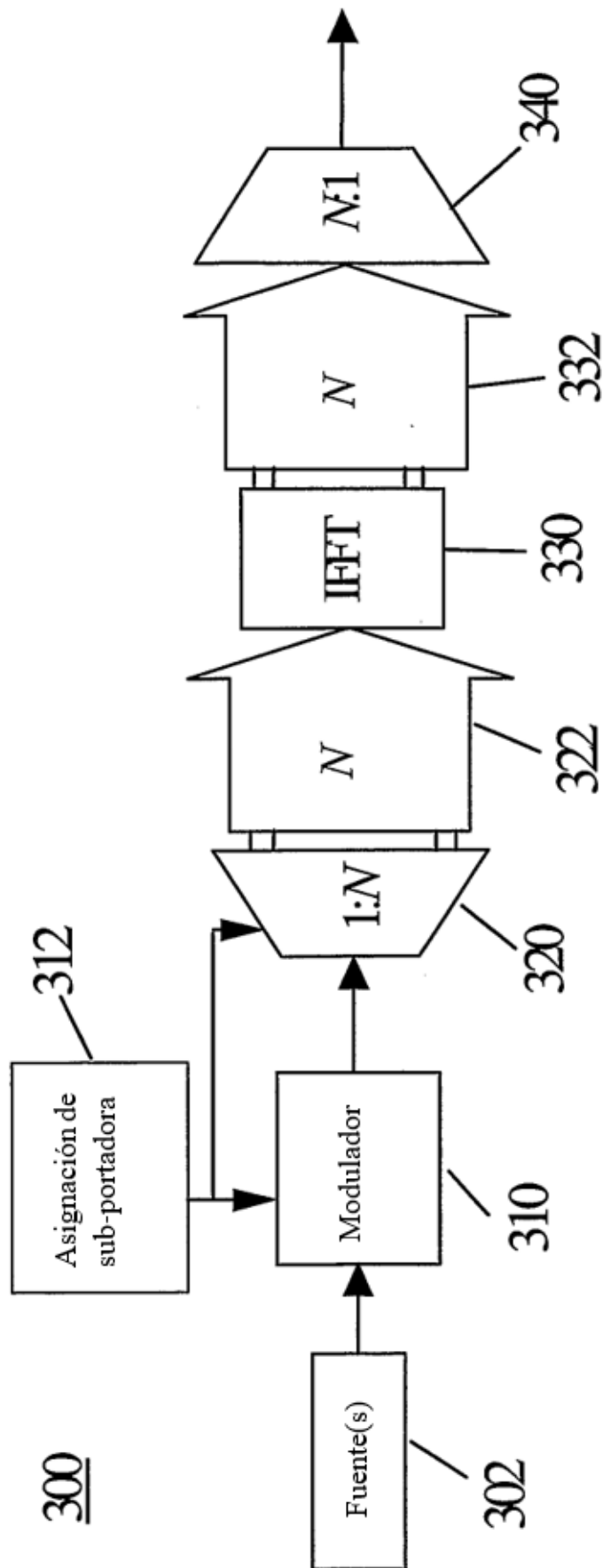


FIG. 3

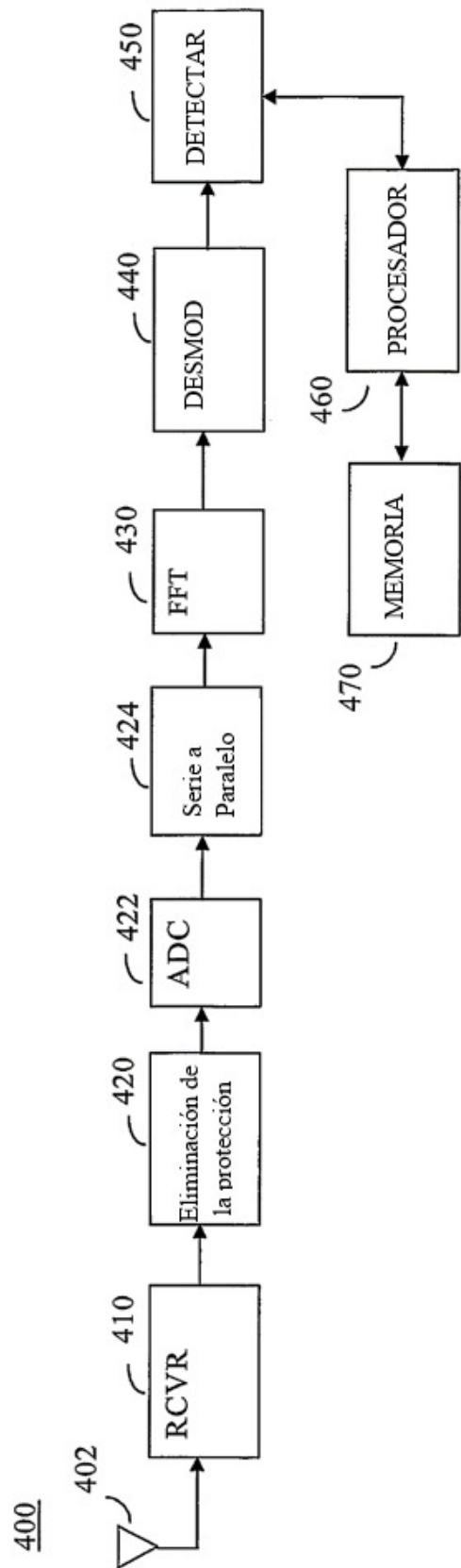


FIG. 4A

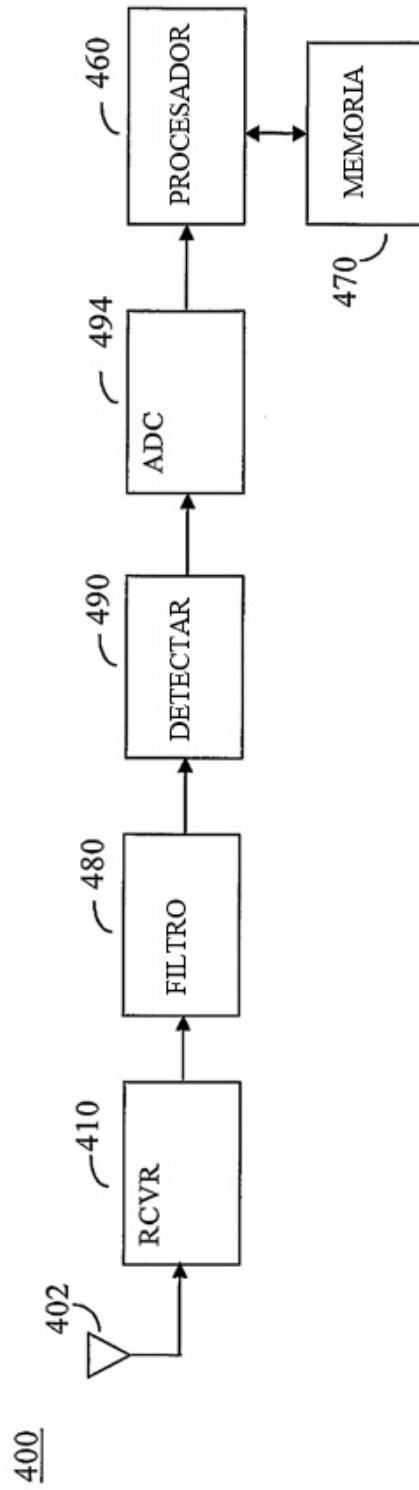


FIG. 4B

500

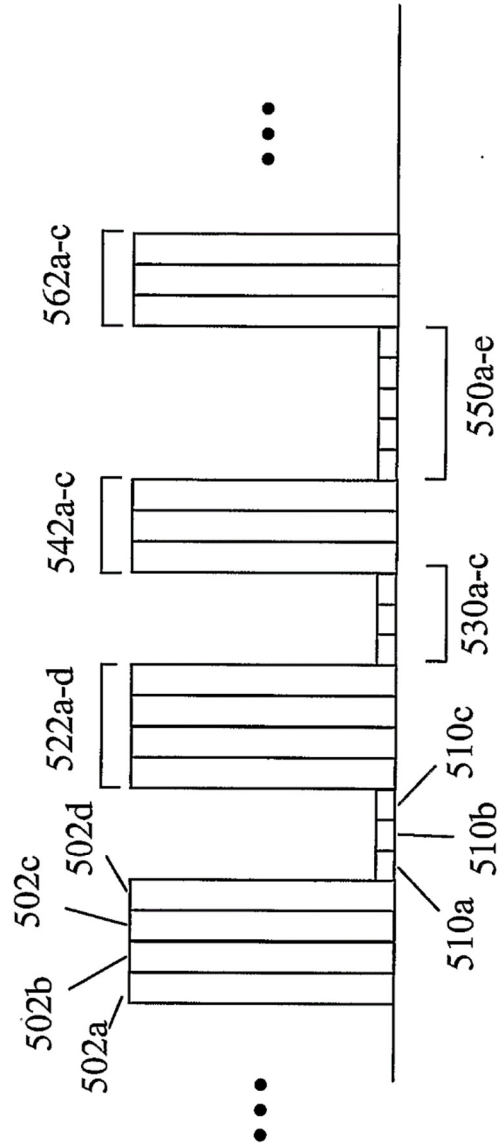


FIG. 5

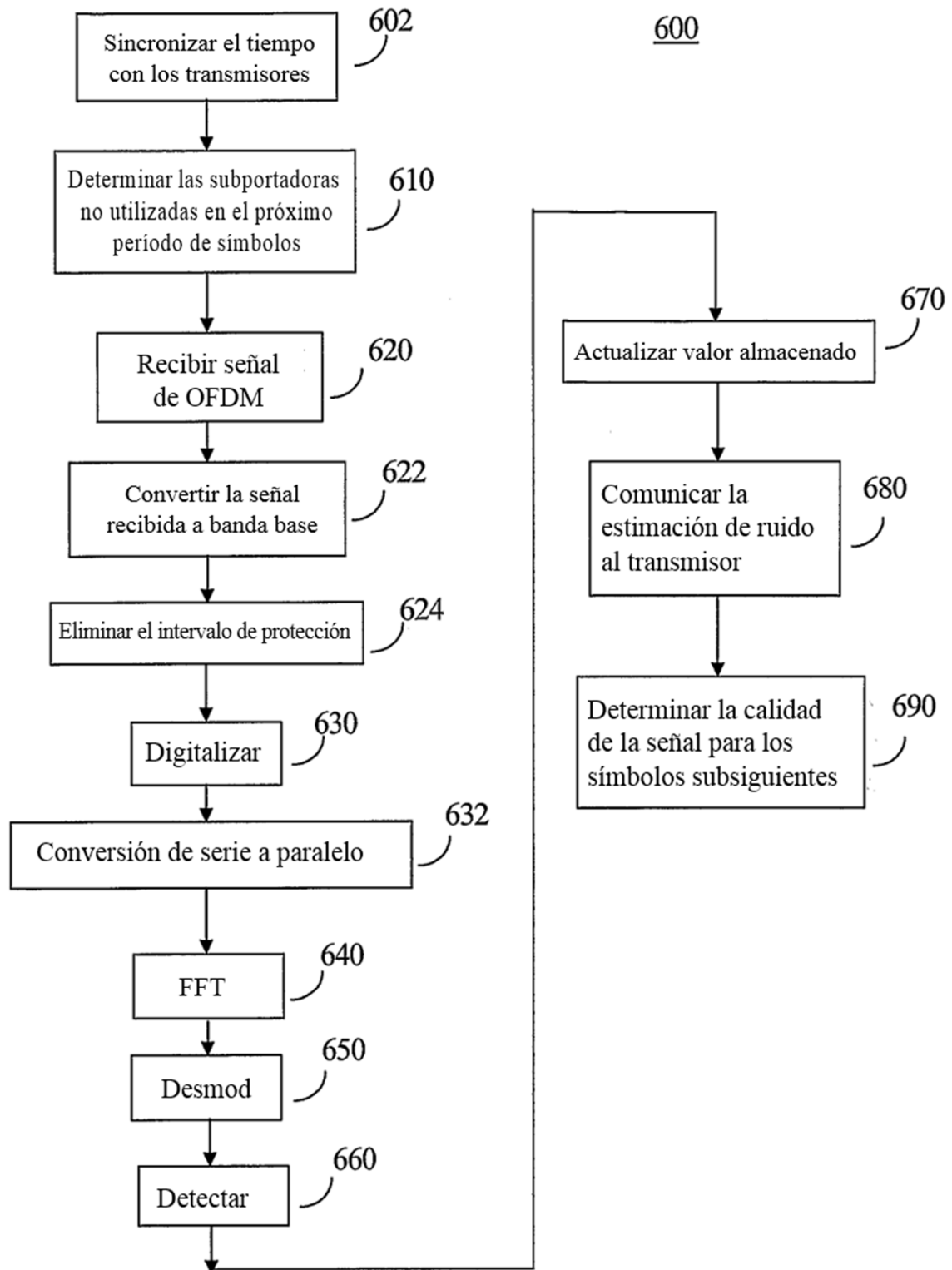


FIG. 6