



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 163**

51 Int. Cl.:
H04B 1/713 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06750828 .3**

96 Fecha de presentación : **19.04.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1875625**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2008**

54

Título: **Diseño de salto de frecuencia para sistemas IFDMA, LFDMA y OFDMA.**

30

Prioridad: **22.08.2005 US 209246**
19.04.2005 US 672575 P
16.06.2005 US 691755 P

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.07.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.07.2011

73

Titular/es: **QUALCOMM Incorporated**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121, US

72

Inventor/es: **Palanki, Ravi**

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 363 163 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

Diseño de salto de frecuencia para sistemas IFDMA, LFDMA y OFDMA

Referencia cruzada a solicitudes de patente relacionadas

Antecedentes

5 **I. Campo**

La siguiente descripción versa en general acerca de comunicaciones inalámbricas, y más en particular acerca de la mitigación de la interferencia entre dispositivos de usuario en sectores de comunicación cercanos empleando un salto de frecuencia en un entorno de red FDMA de una sola portadora.

II. Antecedentes

10 Los sistemas de comunicaciones inalámbricas se han convertido en un medio muy extendido mediante el cual una mayoría de gente en todo el mundo ha llegado a comunicarse. Los dispositivos de comunicación inalámbrica se han hecho más pequeños y más potentes para satisfacer las necesidades de los consumidores y para mejorar la portabilidad y la comodidad. El aumento en potencia de procesamiento en dispositivos móviles como los teléfonos móviles ha llevado a un aumento en las demandas de los sistemas de transmisión de redes inalámbricas.

15 Típicamente, tales sistemas no se actualizan tal fácilmente como los dispositivos móviles que se comunican a través de los mismos. A medida que se amplían las prestaciones de los dispositivos móviles, puede ser difícil mantener un sistema de red inalámbrica más antiguo de manera que facilite el aprovechamiento pleno de prestaciones nuevas y mejoradas de los dispositivos inalámbricos.

Más en particular, las técnicas basadas en la división de la frecuencia separan típicamente el espectro en canales diferenciados dividiéndolo en bloques uniformes de ancho de banda; por ejemplo, la división de la banda de frecuencia asignada para la comunicación inalámbrica puede dividirla en 30 canales, cada uno de los cuales puede llevar una conversación de voz o, con el servicio digital, llevar datos digitales. Cada canal puede ser asignado a solamente un usuario en un momento dado. Una variante conocida es una técnica de división de frecuencias ortogonales que parte de forma efectiva el ancho de banda global del sistema en múltiples subbandas ortogonales.

20 También se alude a estas subbandas como tonos, portadoras, subportadoras, gamas y canales de frecuencias. Cada subbanda está asociada con una subportadora que puede ser modulada con datos. Con las técnicas basadas en la división del tiempo, una banda es dividida en sentido temporal en fracciones de tiempo o ranuras de tiempo secuenciales. Se proporciona a cada usuario de un canal con una fracción de tiempo para transmitir y recibir información con asignación cíclica. Por ejemplo, en cualquier momento dado t , al usuario se le proporciona acceso al canal durante una ráfaga breve. A continuación, el acceso pasa a otro usuario, a quien se le proporciona acceso durante una ráfaga breve de tiempo para transmitir y recibir información. El ciclo de "toma de turnos" prosigue, y, al final, a cada usuario se le proporcionan múltiples ráfagas de transmisión y recepción.

Una red típica de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, que emplee técnicas de división de la frecuencia, el tiempo y el código) incluye una o más estaciones base que proporcionan una zona de cobertura y uno o más terminales móviles (por ejemplo, inalámbricos) que pueden transmitir y recibir datos dentro de la zona de cobertura. Una estación base típica puede transmitir simultáneamente múltiples corrientes de datos para servicios de radiodifusión, radiodifusión múltiple y/o unidifusión, en la que una corriente de datos es una corriente de datos que puede ser de interés de recepción independiente para un terminal móvil. Un terminal móvil dentro de la zona de cobertura de esa estación base puede estar interesado en recibir una, más de una o todas las corrientes de datos transportadas por la corriente compuesta. Así mismo, un terminal móvil puede transmitir datos a la estación base o a otro terminal móvil. Tal comunicación entre estación base y terminal móvil o entre terminales móviles puede degradarse debido a variaciones en el canal y/o a variaciones en la potencia de interferencia. Por ejemplo, las variaciones mencionadas pueden afectar a la programación de la estación base, al control de potencia y/o a la predicción de velocidad para uno o más terminales móviles.

45 En el caso de los sistemas basados en OFDMA, las formas de onda particulares y la potencia requeridas para transmitir señales de comunicaciones por los mismos presentan típicamente una relación cresta-promedio (PAR) indeseablemente elevada, que limita la cobertura de los sistemas OFDMA debido a las ineficiencias de los amplificadores no lineales de potencia. Los sistemas FDMA de portadora única pueden mitigar los problemas asociados con una PAR indeseablemente elevada, pero siguen estando sujetos a una variedad de limitaciones que crean una necesidad en la técnica de un sistema y/o una metodología de un primer conjunto de subportadoras según un patrón predeterminado para facilitar el salto de frecuencia y generar (1006, 1206) al menos otro símbolo FDMA de única portadora para su transmisión sobre el segundo conjunto de subportadoras..

Según otro aspecto, un aparato para generar símbolos de Accesos múltiple por división de frecuencia (FDMA) en una sistema de comunicación inalámbrica que comprende un: medios para obtener (1004, 1204) una primera asignación de conjunto de subportadoras que comprende un primer conjunto de subportadoras, incluyendo el primer conjunto un número configurable de subportadoras; medios para generar (1006, 1206) al menos un símbolo FDMA de única portadora para transmitir sobre el primer conjunto de subportadoras; medios para obtener (1004, 1204) una

segunda asignación de conjunto de subportadoras que comprende un segundo conjunto de subportadoras, variando el segundo conjunto de subportadoras desde el primer conjunto de subportadoras según un patrón predeterminado para facilitar el salto de frecuencia; y medios para generar (1006, 1206) al menos otro símbolo FDMA de única portadora para transmitir sobre el segundo conjunto de subportadoras.

5 Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 ilustra un árbol binario de canales que puede ser empleado junto con una red de FDMA de una sola portadora para facilitar la variación de desfases de los dispositivos de usuario según diversos aspectos.

La FIG. 2 es una ilustración de un árbol binario de canales que facilita la determinación de un desfase para un usuario en un entorno de comunicaciones inalámbricas de FDMA de una sola portadora según diversos aspectos.

10 La FIG. 3 es una ilustración de un árbol no binario de canales en el que a los dispositivos de usuario se les asignan nodos del árbol y a cada nodo se asigna un valor según diversos aspectos.

La FIG. 4 ilustra un sistema que facilita el salto de frecuencia en un entorno de comunicaciones inalámbricas de FDMA de una sola portadora según uno o más aspectos.

15 La FIG. 5 es una ilustración de un sistema que facilita el empleo de una técnica de salto de frecuencia en un entorno de FDMA de una sola portadora, como un entorno de comunicaciones inalámbricas de IFDMA según diversos aspectos.

La FIG. 6 es una ilustración de un sistema que facilita el empleo de una técnica de salto de frecuencia en un entorno de FDMA de una sola portadora, como un entorno de comunicaciones inalámbricas de LFDMA según diversos aspectos.

20 La FIG. 7 es una ilustración de un sistema que facilita el salto de frecuencia en un entorno de comunicaciones inalámbricas de FDMA de una sola portadora según diversos aspectos.

La FIG. 8 es una ilustración de un sistema que facilita la técnica del salto de frecuencia en un entorno de comunicaciones inalámbricas de FDMA según diversos aspectos.

25 La FIG. 9 es una ilustración de una metodología para generar una señal usando un protocolo IFDMA, como el que puede ser empleado junto con un protocolo de salto de frecuencia para mejorar la diversidad de interferencia.

La FIG. 10 es una ilustración de una metodología para llevar a cabo un salto de frecuencia junto con un protocolo de modulación IFDMA según uno o más aspectos.

La FIG. 11 ilustra una metodología para generar una señal usando un protocolo LFDMA, como el que puede ser empleado junto con un protocolo de salto de frecuencia según uno o más aspectos.

30 La FIG. 12 ilustra una metodología para alterar las asignaciones de desfase para usuarios en un entorno de comunicaciones inalámbricas de LFDMA según uno o más aspectos.

La FIG. 13 es una ilustración de un entorno de una red inalámbrica que puede ser empleado junto con diversos sistemas y procedimientos descritos en el presente documento según uno o más aspectos.

Descripción detallada

35 En lo que sigue se describen diversas realizaciones con referencia a los dibujos, en los que se usan, de comienzo a fin, números de referencia semejantes para referirse a elementos similares. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión exhaustiva de una o más realizaciones. Sin embargo, puede que resulte evidente que tal realización o realizaciones pueden ser practicadas sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran en forma de diagrama de bloques estructuras y dispositivos bien conocidos para facilitar la descripción de una o más realizaciones.

40 Tal como se usan en la presente solicitud, se contempla que los términos "componente", "sistema" y similares se refieran a una entidad relacionada con los ordenadores, ya sea *hardware*, una combinación de *hardware* y *software*, *software* o *software* en ejecución. Por ejemplo, un componente puede ser, sin limitación, un proceso que corre en un procesador, un procesador, un objeto, un ejecutable, un hilo de ejecución, un programa y/o un ordenador. Uno o más componentes pueden residir dentro de un proceso y/o hilo de ejecución, y un componente puede estar localizado en un ordenador y/o distribuido entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ejecutarse desde diversos medios legibles por ordenador que tienen diversas estructuras de datos almacenados en los mismos. Los componentes pueden comunicarse por medio de procesos locales y/o remotos, como según con una señal que tiene uno o más paquetes de datos (por ejemplo, datos de un componente interactuando con otro

componente en un sistema local, un sistema distribuido y/o en una red, tal como Internet, con otros sistemas por medio de la señal).

Además, se describen en el presente documento diversas realizaciones en conexión con una estación de abonado. Una estación de abonado puede denominarse también sistema, unidad de abonado, estación móvil, móvil, estación remota, punto de acceso, estación base, terminal remoto, terminal de acceso, terminal de usuario, agente de usuario, dispositivo de usuario o equipo de usuario. Una estación de abonado puede ser un teléfono móvil, un teléfono sin hilo, un teléfono con Protocolo de Inicio de Sesión (SIP), una estación de bucle local inalámbrico (WLL), una agenda electrónica (PDA), un dispositivo portátil que tenga prestaciones de conexión inalámbrica u otro dispositivo de procesamiento conectado a un módem inalámbrico.

5 Además, diversos aspectos o características descritos en el presente documento pueden implementarse como un procedimiento, un aparato o un artículo de fabricación usando técnicas de programación y/o de ingeniería estándar. Tal como se usa en el presente documento, se contempla que la expresión "artículo de fabricación" abarque un programa de ordenador accesible desde cualquier dispositivo, portadora o medio legible por ordenador. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, sin limitación, dispositivos de almacenamiento magnético (por ejemplo, discos duros, disquetes, tiras magnéticas...), discos ópticos (por ejemplo, discos compactos (CD), discos digitales versátiles (DVD)...), tarjetas inteligentes, dispositivos de memoria *flash* (por ejemplo, tarjeta, barrita, unidad de llave...) y circuitos integrados, como memorias de solo lectura, memorias de solo lectura programables y memorias de solo lectura programables borrables eléctricamente.

20 Para facilitar el salto de frecuencia puede emplearse una técnica de modulación de FDMA de una sola portadora en una red inalámbrica. Por ejemplo, puede emplearse un multiplexado por división de frecuencia intercalada (IFDM) para mantener los beneficios asociados con los protocolos de multiplexado por división de frecuencias ortogonales (OFDM). Además, en algunos casos, las técnicas de modulación FDMA de una sola portadora pueden tener un problema de relación cresta-promedio (PAR) inferior en comparación con el OFDM. De modo similar, según un aspecto relacionado, puede emplearse el multiplexado por división de frecuencia localizada (LFDMA), que también puede presentar una PAR inferior, a la vez que mantiene otros beneficios asociados con los protocolos de OFDM. El también LFDMA es denominado FDMA "de banda estrecha", FDMA clásico o FDMA a secas, y es un protocolo de FDMA de una sola portadora.

30 Los símbolos de modulación del OFDMA están en el dominio frecuencial y, por lo tanto, la señal del dominio temporal obtenida realizando una técnica de Fourier rápida en la secuencia del símbolo de modulación puede tener una PAR indeseablemente elevada. En cambio, los símbolos de modulación del IFDMA están en el dominio temporal y, por lo tanto, las técnicas de modulación del IFDMA no presentan las PAR elevadas típicamente asociadas con las técnicas de OFDMA. Así, los protocolos de modulación de IFDMA (y, de modo similar, los de LFDMA) reducen la PAR indeseablemente elevada y los problemas asociados con la misma.

35 En un sistema de IFDMA, puede usarse un total de N_{FFT} subportadoras, que se divide entre una pluralidad de usuarios. A cada usuario pueden asignarse N portadoras (donde N puede variar de un usuario a otro), así como un desfase U de subportadora específico para cada usuario. Así, un usuario con el desfase U ocupa las portadoras $\{U, U+N_{FFT}/N, U+2N_{FFT}/N \dots U+(N-1)N_{FFT}/N\}$. Por ejemplo, en un sistema de IFDMA puede dividirse un total de N_{FFT} subportadoras entre varios usuarios. A cada usuario pueden asignarse N portadoras (pudiendo variar N de dispositivo de usuario a dispositivo de usuario), así como un desfase U de subportadora específico para cada dispositivo de usuario, siendo $0 \leq U < N_{FFT}/N$. Cuando un dispositivo de usuario transmite N símbolos de modulación $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$, el dispositivo de usuario construye un símbolo de IFDMA llevando a cabo las siguientes acciones:

- (1) Repetir los N símbolos para obtener un total de N_{FFT} símbolos $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1} d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1} d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$
- (2) Multiplicar el símbolo de orden k en la secuencia por $e^{-jk\Phi U}$, siendo $\Phi = 2\pi/N_{FFT}$ $[d_0 d_1 e^{-j\Phi U} d_2 e^{-2j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N-1)j\Phi U} \dots d_{N-2} e^{-(N_{FFT}-2)j\Phi U} d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}]$
- (3) Opcionalmente, copiar los últimos N_{CP} símbolos del anterior símbolo al comienzo (prefijo cíclico) $[\dots d_{N-2} e^{-(N_{FFT}-2)j\Phi U} d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}] [d_0 d_1 e^{-j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N-1)j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}]$

50 A continuación, un símbolo de IFDMA resultante puede convertirse en un símbolo analógico usando una portadora y puede ser transmitido de manera similar a aquella en la que se transmite un símbolo de OFDMA. Lo anterior es ilustrativo de la generación de símbolos de IFDMA tanto en un enlace inverso como en un enlace directo. Además, dado que la señal de IFDMA es periódica en el dominio temporal (con la excepción de la fase, $e^{-jk\Phi U}$), la señal puede ocupar un "peine" en frecuencia (por ejemplo, solo un conjunto de N subportadoras separadas por igual puede tener una potencia distinta de cero, ...). Más específicamente, un usuario con un desfase U ocupa un conjunto de subportadoras $\{U, U+N_{FFT}/N, U+2N_{FFT}/N \dots U+(N-1)N_{FFT}/N\}$, estando indexado el conjunto total de subportadoras de 0 a $N_{FFT}-1$, de tal modo que puede mantenerse la ortogonalidad del dispositivo de usuario porque los dispositivos de usuario con desfases diferentes ocupan diferentes conjuntos de subportadoras.

55 De modo similar, en un sistema de LFDMA, a un usuario puede asignarse un número N de subportadoras contiguas (por ejemplo, subportadoras que son consecutivas en el dominio frecuencial, ...). Por ejemplo, puede

existir un total de N_{FFT} subportadoras, que puede dividirse entre varios usuarios. A cada usuario puede asignársele un desfase U de subportadora específico por usuario, de modo que un usuario con un desfase U ocupe las portadoras $[U, U+1, \dots, U+N-1]$. A un usuario puede asignársele un número N de subportadoras contiguas (por ejemplo, subportadoras que son consecutivas en el dominio frecuencial, ...). A cada usuario pueden asignarse N portadoras contiguas (pudiendo variar N de dispositivo de usuario a dispositivo de usuario), así como un desfase U de subportadora específico para cada usuario, siendo $0 \leq U < N_{\text{FFT}}-N$, y estando indexado el conjunto total de subportadoras de 0 a $N_{\text{FFT}}-1$. Un usuario que transmite un conjunto de N símbolos de modulación $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$ puede generar una señal de transmisión llevando a cabo las siguientes acciones:

- (1) Tomar una transformada rápida de Fourier (FFT) de N puntos de $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$ para obtener $[D_0 D_1 D_2 \dots D_{N-1}]$.
- (2) Colocar $[D_0 D_1 D_2 \dots D_{N-1}]$ en las subportadoras asignadas $[U, U+1, \dots, U+N-1]$.
- (3) Tomar una transformada rápida inversa de Fourier de N_{FFT} puntos para obtener N_{FFT} muestras de dominio temporal.
- (4) Opcionalmente, copiar las últimas N_{CP} muestras de dominio temporal al comienzo del símbolo como un prefijo cíclico para obtener el símbolo de dominio temporal de LFDMA.

Con referencia ahora a los dibujos, la **Fig. 1** ilustra un árbol binario 100 de canales que puede ser empleado junto con una red de FDMA de una sola portadora para facilitar la variación de desfases de dispositivos de usuario según diversos aspectos. El árbol de 100 comprende una pluralidad de nodos, cada uno de los cuales puede estar asociado con un dispositivo de usuario. Por ejemplo, un primer nodo 102 está asociado con el usuario A, y los nodos 104 y 106 están asignados a los usuarios B y C, respectivamente. Diversas realizaciones descritas en el presente documento facilitan el cambio de desfases de usuario, por ejemplo conjuntos de salto de subportadoras de desfase. Las variaciones en el desfase de los usuarios pueden llevarse a cabo usando técnicas de salto en la velocidad de símbolos (por ejemplo, variado en la transmisión de cada símbolo), técnicas de salto de bloque (por ejemplo, variado en la transmisión de una pluralidad de símbolos), y similares. Además, puede emplearse una tabla de consulta que comprende información relativa a desfases, conjuntos de subportadoras, etc., para facilitar la asignación y la variación de la asignación de desfases a los usuarios. La variación de la asignación de desfases puede llevarse a cabo según un patrón predefinido, tal como tras la transmisión de un solo símbolo, de un número predeterminado de símbolos, de un número variable de símbolos, de un periodo de tiempo fijo o variable, de un número fijo o variable de tramas, etc.

Cuando se emplea un protocolo de IFDMA o un protocolo de LFDMA en un sistema con $N_{\text{FFT}} = 2^n$ subportadoras asignables, a un usuario concreto pueden asignársele $N=2^m$ subportadoras (siendo m menor o igual a n). Además, diferentes usuarios pueden tener valores de m diferentes. El árbol binario 100 puede facilitar la asignación de desfases de usuario a pesar de la variación de m entre los usuarios. Por ejemplo, a cada usuario puede asignársele un nodo en el árbol 100 tal como se ha descrito más arriba. Puede emplearse un algoritmo de lectura del árbol para calcular un desfase para un usuario dado. Las realizaciones de tales algoritmos y enfoques se exponen en relación con la Fig. 2.

Además, junto con diversos aspectos presentados en el presente documento, la asignación de desfases puede ser una función de un protocolo de permutación por medio del cual un conjunto predeterminado de desfases se permuta en los nodos de un árbol de canales, y así se permuta en un conjunto de dispositivos de usuario, asignados a nodos en el árbol de canales. Por ejemplo, a los nodos del árbol 100 de canales puede asignárseles un primer conjunto de desfases, y tales asignaciones de desfase pueden variarse según un patrón predeterminado (por ejemplo, cada trama, cada 2 tramas, cada símbolo o grupo de los mismos, cada uno o más nanosegundos, etc.). Además, los protocolos de permutación, los conjuntos predeterminados de desfases, los programas y similares pueden ser únicos a sectores individuales y/o zonas en una red inalámbrica.

La **Fig. 2** es una ilustración de un árbol binario 200 de canales que facilita la determinación de un desfase para un usuario en un entorno de comunicaciones inalámbricas de FDMA de una sola portadora según diversos aspectos. El árbol 200 comprende una pluralidad de nodos, cada uno de los cuales tiene o bien un valor "0" o un valor "1". Los nodos pueden ser asignados a los usuarios de la red inalámbrica, y los desfases para cada usuario pueden ser evaluados leyendo el árbol 200 en una dirección ya sea ascendente o descendente.

Por ejemplo, cuando se emplea un protocolo de IFDMA junto con la red inalámbrica, se asignan un "0" y un "1" a cada hijo de un nodo padre. La asignación puede variar de un momento a otro o de sector en sector, para facilitar el salto de frecuencia y la diversidad de interferencia. El desfase U de cada usuario de la red basada en IFDMA es la secuencia leída de manera ascendente desde el nodo asignado al usuario, representando el nodo asignado al usuario el bit más significativo del desfase U , y representando el nodo hijo del nodo raíz el bit menos significativo del desfase U . Así, el usuario A tiene el desfase 1, porque tiene asignado el primer nodo hijo del nodo raíz. El usuario B tiene el desfase 0, dado que el bit más significativo del desfase de B es un "0" y es leído de forma ascendente pasando por el nodo hijo "0" del nodo raíz, para un valor global de "00". El usuario C tiene el desfase 2, dado que el usuario C tiene asignado un nodo "1" que es leído de forma ascendente pasando por el nodo hijo "0" del nodo raíz,

para un valor total de 10 binario, o 2 decimal. La información relativa a desfases asociados con nodos asignados a usuarios puede recuperarse de una tabla de consulta que comprende información de ese tipo tras la asignación de un desfase particular a un usuario.

5 Además, la asignación de nodos a dispositivos de usuario puede estar relacionada con un número de subportadoras requerido por el dispositivo concreto de usuario. Por ejemplo, el usuario A está asignado a un primer nodo hijo en el árbol 200, de modo que hay dos bits en el linaje del usuario A (por ejemplo, el nodo hijo asignado y el nodo raíz del usuario A). En un escenario en el que N_{FFT} es 512 (por ejemplo, un árbol con una profundidad de 9 bits), el usuario A puede tener un requisito de subportadoras de al menos $N_{FFT}/2$. Los usuarios B y C tienen un linaje de 3 bits de longitud, incluyendo el nodo raíz, y, por lo tanto, están posicionados en un tercer bit binario que representa un valor decimal de 4. Así, los desfases de los usuarios B y C pueden comprender un número de subportadoras igual a $N_{FFT}/4$, y así sucesivamente. Se apreciará que el número de bits, nodos, usuarios, subportadoras totales y similares descrito en el presente documento es de naturaleza ilustrativa y no debe interpretarse en sentido limitador, y también puede variar por los parámetros de diseño del sistema. Antes bien, los diversos aspectos, realizaciones, sistemas, procedimientos, técnicas, etc., expuestos en el presente documento pueden emplear cualquier número adecuado a lo anterior para lograr la diversidad de interferencia y el salto de frecuencia.

20 Según un ejemplo relacionado, cuando se emplea un protocolo LFDMA, el árbol binario 200 puede ser leído de arriba abajo para determinar el desfase de un usuario. Las asignaciones de nodo de "0" y "1" pueden variar con el tiempo y entre sectores en una red inalámbrica. Así, un desfase para un usuario es una cantidad de n bits que, si es necesario, puede estar rellena con ceros para los bits menos significativos. Cuando se lee el árbol 200 en dirección descendente, el usuario A tiene un desfase 2 (es decir, 10 binario), el usuario B tiene un desfase 0 (es decir, 00 binario) y el usuario C tiene un desfase 1 (es decir, 01 binario). La información relativa a tales desfases puede colegirse de una tabla de consulta y, en este ejemplo, puede corresponder, respectivamente, a $N_{FFT}/2$, 0, y $N_{FFT}/4$. A continuación, pueden asignarse a los usuarios números de subportadoras asociadas con los respectivos desfases.

25 Una persona experta en la técnica apreciará que aunque diversas realizaciones descritas en el presente documento se relacionan con los protocolos IFDMA y LFDMA, tales realizaciones pueden ser empleadas conjuntamente con cualquier otro sistema OFDMA adecuado. Además, las asignaciones de valores binarios de algunos nodos y de sus antecesores puede llevarse a cabo con independencia del sector, de tal modo que un usuario asignado a tal nodo pueda mantener el mismo desfase con independencia de en qué sector esté el usuario. De esta manera, puede soportarse la reutilización de la frecuencia, por ejemplo cuando los sectores no usan tales nodos, mientras que los sectores que sí emplean tales nodos pueden asignar a los mismos usuarios más débiles.

35 La **Fig. 3** es una ilustración de un árbol no binario 300 de canales en el que a los dispositivos de usuario se asignan nodos del árbol y a cada nodo se le asigna un valor según diversos aspectos. El árbol no binario 300 de canales es similar al árbol de asignación binaria descrito en relación con la Fig. 2. Sin embargo, las asignaciones de nodo dentro del árbol 300 de canales no están limitadas a los valores binarios de 1 o 0, sino que, más bien, pueden comprender cualquier entero no negativo. Por ejemplo, para un nodo que tenga cuatro hijos, a los nodos hijos pueden asignárseles los valores 0-3 (por ejemplo, los valores binarios 00, 01, 10 y 11, los valores enteros de 0, 1, 2 y 3, etc.), mientras que un nodo padre con solo un par de nodos hijos puede hacer que a sus hijos se les asignen valores de 0 y 1, tal como se ha expuesto con relación al árbol binario de canales de la Fig. 2.

40 En el árbol no binario 300 de canales, un número de subportadoras correspondientes a un nodo particular puede depender no solo de la distancia del nodo al nodo raíz, sino también del número de nodos hermanos de cada antecesor del nodo particular. Por ejemplo, el nodo A puede tener $N_{FFT}/16$ portadoras, porque el padre del nodo A es uno de cuatro hermanos y, por lo tanto, recibe $N_{FFT}/4$ subportadoras, que entonces se dividen ulteriormente en cuartos entre los cuatro hijos del padre del nodo A (es decir, el nodo A y sus tres hermanos), lo que resulta en una asignación al nodo A de $1/4$ de las $N_{FFT}/4$ o $N_{FFT}/16$ subportadoras. Al nodo B pueden asignársele $N_{FFT}/8$ subportadoras, porque tiene un hermano y su padre es uno de cuatro hermanos. Así, al nodo B puede asignársele $1/2$ de la asignación de $N_{FFT}/4$ subportadoras o de $N_{FFT}/8$ subportadoras. Los nodos C y D, al ser nodos en un conjunto de cuatro hermanos que penden directamente del nodo raíz del árbol no binario 300 de canales, pueden recibir cada uno una asignación de subportadoras igual a $N_{FFT}/4$. La información relativa a relaciones nodales, desfases y/o conjuntos de subportadoras puede almacenarse en una tabla de consulta que puede ser consultada para determinar el desfase asignado a un usuario. Se apreciará que el árbol no binario de canales puede emplearse para facilitar la asignación de cualquiera de los conjuntos de subportadoras de IFDMA y LFDMA o de ambos.

55 Cuando se lleva a cabo el cálculo del desfase junto con un entorno de comunicaciones de IFDMA, los desfases pueden calcularse leyendo el árbol 300 de canales de abajo arriba. Por ejemplo, el nodo A tiene un desfase de 1101 cuando se lee a través de su padre hacia el nodo raíz, y se le puede asignar un desfase 13 que comprende $N_{FFT}/16$ subportadoras. El nodo D puede recibir un desfase 2 (es decir, 10 binario). Se notará que se representa que los nodos B y C tienen valores de desfase de 3 (es decir, 011 y 11, respectivamente). En un escenario tal, a ambos nodos puede asignárseles el desfase 3, y no se les asignará tal desfase simultáneamente, sino más bien de forma alterna para mitigar el conflicto.

En un entorno de comunicaciones de LFDMA, pueden calcularse desfases leyendo el árbol no binario 300 de canales de arriba abajo (por ejemplo, desde un nodo raíz de forma descendente pasando por un hijo nodo particular). Puede emplearse una técnica de relleno de ceros para rellenar los valores de desfase leídos desde el nodo raíz hasta el nodo hijo en base, al menos en parte, al valor de N_{FFT} . Por ejemplo, si $N_{FFT} = 512$, entonces se requiere un total de 9 bits para representar N_{FFT} como un número binario. Puede emplearse el relleno con ceros para rellenar con ceros cada desfase leído hasta que el desfase sea un valor de 9 bits. Por ejemplo, A tiene un desfase de 0111 cuando se lee desde el nodo raíz hasta el nodo A, que puede ser relleno con 5 ceros para hacer del desfase de A un número de 9 bits, 0111-00000 = 224. Así, al nodo A puede asignarse el desfase de 224, lo que, según el ejemplo, comprenderá 512/16 o 32 portadoras. De modo similar, el nodo B tiene un desfase de 011-000000 = 192, el nodo C tiene un desfase de 11-0000000 = 384, y el nodo D tiene un desfase de 10-0000000 = 256. Descrito más en general, el nodo A tiene un desfase igual a $9N_{FFT}/16$, al nodo B se asigna un desfase de $3N_{FFT}/8$, al nodo C se asigna un desfase de $3N_{FFT}/4$, y al nodo D se asigna un desfase de $N_{FFT}/2$.

Se apreciará que el árbol no binario 300 de canales puede emplear un conjunto de desfases predeterminados que pueden permutarse entre dispositivos de usuario y/o nodos, tal como se ha descrito más arriba en relación con la Figura 1. Además, el cambio de los desfases puede llevarse a cabo según un patrón predeterminado (por ejemplo, cada trama, cada símbolo, tras el transcurso de un periodo de tiempo, etc.), y tales programas pueden ser específicos a los sectores.

Con respecto a las Figuras 1-3, las asignaciones y las secuencias de saltos de los nodos pueden ser transmitidas desde una estación base a un dispositivo de usuario en su inicialización en el tiempo. Esto puede actualizarse según sea apropiado. Por ejemplo, las asignaciones pueden determinarse leyendo las tablas de consulta en el dispositivo de usuario para su transmisión a la estación base, enlace ascendente, y para la recepción en el dispositivo de usuario, enlace descendente, en base a instrucciones transmitidas desde la estación base. Según un aspecto, las instrucciones pueden comprender un identificador de una secuencia, que puede repetirse dependiendo de la longitud de la secuencia que está almacenada en el dispositivo de usuario. En otros aspectos, los valores de los nodos pueden actualizarse de forma regular, en base a los mensajes del canal de control procedentes de la estación base.

En algunas realizaciones, las asignaciones de canales y las transmisiones de una sola portadora pueden aplicarse únicamente al enlace ascendente, mientras que las transmisiones del enlace descendente usan uno o más sistemas de OFDM. En estos casos, pueden utilizarse uno o más sistemas de acceso de tipo OFDM en el enlace descendente que sean independientes de los sistemas utilizados en el enlace ascendente.

La Fig. 4 ilustra un sistema 400 que facilita el salto de frecuencia en un entorno de comunicaciones inalámbricas de FDMA de una sola portadora según uno o más aspectos. Un componente 402 de salto de frecuencia está asociado de manera operativa con una estación base 408 (por ejemplo, un punto de acceso). La red inalámbrica 404 puede comprender una o más estaciones base 408 en uno o más sectores y/o zonas que comprenden una pluralidad de sectores, etc., como apreciará una persona experta en la técnica. Los dispositivos 406 de usuario pueden comprender, sin limitación, teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, PDA, ordenadores portátiles, ordenadores personales y/o cualquier otro dispositivo adecuado con el que un usuario pueda comunicarse en una red inalámbrica 404. Un componente 410 separado de salto de frecuencia reside en el dispositivo 406 de usuario y puede variar los desfases según las instrucciones procedentes del componente 402 de salto de frecuencia.

El componente 402 de salto de frecuencia puede variar las asignaciones de valores a los nodos para uno o más dispositivos 406 de usuario asignados a nodos en un árbol de canales, como los árboles descritos en relación con las Figuras 1, 2 y 3. Los valores de nodos (por ejemplo, no binarios, binarios, etc.) pueden asignarse a los nodos del árbol y canales, y el árbol puede ser atravesado para determinar una asignación de desfase global. En el caso de un árbol binario de canales, puede asignarse a los nodos hijos de cada nodo padre del árbol de canales un 1 y un 0, de tal modo que cada nodo padre tiene un hijo 1 y un hijo 0. Los dispositivos 406 de usuario pueden ser asignados a tales nodos y, dependiendo del protocolo de FDMA de una sola portadora empleado, el componente 402 de salto de frecuencia puede leer el árbol binario para evaluar las asignaciones de desfase de usuarios y puede evaluar una tabla de consulta que comprende información relativa a los respectivos desfases (por ejemplo, identidad de desfase, número de subportadora, ...). Además, el componente 402 de salto de frecuencia puede cambiar las asignaciones de valor de los nodos (por ejemplo, unos y ceros y/u otros valores binarios de nodos, valores no binarios de nodos, etc.) para diferentes sectores y en momentos diferentes para facilitar el salto de frecuencia y la alteración de las asignaciones de desfases de usuarios. Ha de apreciarse que el componente 402 de salto de frecuencia puede ser integral a una o más estaciones base 408 en la red inalámbrica 404 y/o el o los dispositivos 406 de usuario.

Aunque la Fig. 4 representa el componente 402 de salto de frecuencia residiendo en la estación base, debería hacerse notar que el componente 402 de salto de frecuencia puede implementarse como una combinación de funcionalidad tanto en la estación base 408, un controlador de estaciones base (no mostrado) o similar de la red inalámbrica 404, como en el dispositivo 406 de usuario (por ejemplo, el componente 410 de salto de frecuencia). En tales aspectos, es posible que contenga tablas de consulta separadas en el dispositivo 406 de usuario y la estación base 408 cada una de las cuales corresponde a desfases, que son conocidos a ambos dispositivos, por ejemplo, mediante instrucciones procedentes de la estación base 408 que se corresponde con el dispositivo 406 de usuario u otro medio.

En diversas realizaciones, cuando el componente 402 de salto de frecuencia reside en la estación base 408, el dispositivo 406 de usuario puede tener una tabla de consulta que se corresponde a una secuencia para variar el desfase U en base a instrucciones, órdenes o similares transmitidas desde la estación base 408 y generadas por el componente 402 de salto de frecuencia.

5 La **Fig. 5** es una ilustración de un sistema 500 que facilita el empleo de una técnica de salto de frecuencia en un entorno de FDMA de una sola portadora, como un entorno de comunicaciones inalámbricas de IFDMA según uno o más aspectos. Un componente 502 de salto de frecuencia está asociado de forma operativa con la estación base 508 y forma parte integral de la misma. Un componente 512 separado de salto de frecuencia reside en el dispositivo 506 de usuario y variará los desfases según las instrucciones procedentes del componente 502 de salto de frecuencia.

Además, los componentes 502 y 512 de salto de frecuencia están asociados, respectivamente, con componentes 510 y 514 de IFDMA, lo que facilita la comunicación inalámbrica usando un protocolo de IFDMA. Por ejemplo, en un sistema de IFDMA un total de N_{FFT} subportadoras puede dividirse entre varios dispositivos 506 de usuario. A cada dispositivo 506 de usuario pueden asignársele N portadoras (variando N de un dispositivo de usuario a otro), así como un desfase U de subportadora específico para cada dispositivo de usuario, siendo $0 \leq U < N_{FFT}/N$. Cuando un dispositivo 506 de usuario transmite N símbolos de modulación $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$, el dispositivo 506 de usuario construye un símbolo de IFDMA llevando a cabo las siguientes acciones:

- (1) Repetir los N símbolos para obtener un total de N_{FFT} símbolos $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1} d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1} d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$
- 20 (2) Multiplicar el símbolo de orden k en la secuencia por $e^{-jk\Phi U}$, siendo $\Phi = 2\pi/N_{FFT}$ $[d_0 d_1 e^{-j\Phi U} d_2 e^{-2j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N-1)j\Phi U} \dots d_{N-2} e^{-(N_{FFT}-2)j\Phi U} d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}]$
- (3) Opcionalmente, copiar los últimos N_{CP} símbolos del anterior símbolo al comienzo (prefijo cíclico) $[d_0 d_1 e^{-j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N-1)j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}]$

A continuación, un símbolo de IFDMA resultante puede convertirse en un símbolo analógico modulado usando una portadora y puede ser transmitido. Lo anterior es ilustrativo de la generación de símbolos de IFDMA tanto en un enlace inverso como en un enlace directo. Además, dado que la señal de IFDMA es periódica en el dominio temporal (con la excepción de la fase, $e^{-jk\Phi U}$), la señal puede ocupar un "peine" en frecuencia (por ejemplo, solo un conjunto de N subportadoras separadas por igual puede tener una potencia distinta de cero, ...). Más específicamente, un dispositivo 506 de usuario con un desfase U ocupa un conjunto de subportadoras $\{U, U+N_{FFT}/N, U+2N_{FFT}/N \dots U+(N-1)N_{FFT}/N\}$, estando indexado el conjunto total de subportadoras de 0 a $N_{FFT}-1$, de tal modo que puede mantenerse la ortogonalidad del dispositivo de usuario porque los dispositivos de usuario con desfases diferentes ocupan diferentes conjuntos de subportadoras. El componente 502 de salto de frecuencia puede generar o almacenar tablas de consulta que corresponden a desfases, asignaciones de valores a nodos, etc., y puede asignar dispositivos 506 de usuario a nodos, tal como se describe en relación con las Figuras 1-3. Además, cuando se utiliza un protocolo de IFDMA, el componente 502 de salto de frecuencia puede leer el árbol desde el nodo raíz de forma descendente para identificar el desfase U de un dispositivo de usuario particular. Ha de apreciarse que la manera de asignación de dispositivos de usuario a nodos particulares puede abarcar asignaciones arbitrarias, asignaciones de nodos en un árbol de canales usando valores de nodo no binarios, valores de nodo binarios, o cualquier otra manera adecuada de asociar desfases con nodos y/o dispositivos 506 de usuario. Además, se entenderá que las asignaciones de valores a nodos pueden ser variadas de forma arbitraria, aleatoria, según un patrón predeterminado y/o al darse una circunstancia (por ejemplo, la transmisión de uno o más símbolos, una o más tramas, la caducidad de un periodo de tiempo, ...), etc.

Aunque la Fig. 5 representa el componente 502 de salto de frecuencia residiendo en la estación base, debería hacerse notar que el componente 502 de salto de frecuencia puede implementarse como una combinación de funcionalidad tanto en la estación base 508, un controlador de estaciones base (no mostrado), como en el dispositivo 506 de usuario (por ejemplo, el componente 512 de salto de frecuencia). En tales aspectos, es posible que contenga tablas de consulta separadas en el dispositivo 506 de usuario y la estación base 508 cada una de las cuales corresponde a secuencias para el desfase U para el dispositivo de usuario, que son conocidos a ambos dispositivos, por ejemplo, mediante instrucciones procedentes de la estación base 508 que se corresponde con el dispositivo 506 de usuario u otro medio.

En las realizaciones, cuando el componente 502 de salto de frecuencia reside en la estación base 508, el dispositivo 506 de usuario puede tener una tabla de consulta que se corresponde a una secuencia para variar el desfase U en base a instrucciones, órdenes o similares transmitidas desde la estación base 508 y generadas por el componente 502 de salto de frecuencia.

55 La **Fig. 6** es una ilustración de un sistema 600 que facilita el empleo de una técnica de salto de frecuencia en un entorno de FDMA de una sola portadora, como un entorno de comunicaciones inalámbricas de LFDMA según uno o más aspectos. El sistema 600 comprende un componente 602 de salto de frecuencia que está asociado de forma operativa con un punto 608 de acceso. Un componente 614 separado de salto de frecuencia reside en el dispositivo

606 de usuario y variará los desfases según las instrucciones procedentes del componente 602 de salto de frecuencia.

El componente 602 de salto de frecuencia puede además estar asociado de forma operativa con un componente 610 de IFDMA que facilita la comunicación en una red inalámbrica 604, tal como se ha descrito más arriba en relación con la Fig. 5. Además y/o de forma alternativa, el componente 602 de salto de frecuencia puede estar acoplado ulteriormente a un componente 612 de LFDMA, lo que puede facilitar la comunicación por LFDMA entre la estación base 608 y el dispositivo 606 de usuario. De manera similar, el componente 614 de salto de frecuencia puede estar acoplado de forma operativa con un componente 616 de IFDMA y con una componente 618 de LFDMA en el dispositivo 606 de usuario. El componente 602 de salto de frecuencia puede generar un árbol de canales para la asignación de desfases al dispositivo 606 de usuario, de tal modo que cada uno de una pluralidad de dispositivos 606 de usuario pueda ser asignado a un nodo en el árbol de desfases. Cada nodo en el árbol puede tener un valor, y tales valores de nodos pueden ser cambiados por el componente 602 de salto de frecuencia de un momento a otro y/o de sector en sector para proporcionar una funcionalidad de diversidad de interferencia y de salto de frecuencia. Tras una determinación de un valor asociado con un nodo particular, el componente 602 de salto de frecuencia puede llevar a cabo una búsqueda en una tabla para evaluar un desfase asociado para su asignación a un dispositivo 606 de usuario.

En lo que respecta a los componentes 612 y 618 de LFDMA, a un dispositivo 606 de usuario puede asignársele un número N de subportadoras contiguas (por ejemplo, subportadoras que son consecutivas en el dominio frecuencial, ...). Por ejemplo, en un sistema de LFDMA un total de N_{FFT} subportadoras puede dividirse entre varios dispositivos 606 de usuario. A cada dispositivo 606 de usuario pueden asignarse N portadoras contiguas (pudiendo variar N de dispositivo de usuario a dispositivo de usuario), así como un desfase U de subportadora específico para cada dispositivo de usuario, siendo $0 \leq U < N_{\text{FFT}} - N$, y estando indexado el conjunto total de subportadoras de 0 a $N_{\text{FFT}} - 1$. Un dispositivo de usuario que transmite un conjunto de N símbolos de modulación $[d_0 \ d_1 \ d_2 \ \dots \ d_{N-1}]$ puede generar una señal de transmisión llevando a cabo las siguientes acciones:

- (1) Tomar una transformada rápida de Fourier (FFT) de N puntos de $[d_0 \ d_1 \ d_2 \ \dots \ d_{N-1}]$ para obtener $[D_0 \ D_1 \ D_2 \ \dots \ D_{N-1}]$.
- (2) Colocar $[D_0 \ D_1 \ D_2 \ \dots \ D_{N-1}]$ en las subportadoras asignadas $[U, U+1, \dots U+N-1]$.
- (3) Tomar una transformada rápida inversa de Fourier de N_{FFT} puntos para obtener N_{FFT} muestras de dominio temporal.
- (4) Opcionalmente, copiar las últimas N_{CP} muestras de dominio temporal al comienzo del símbolo como un prefijo cíclico para obtener el símbolo de dominio temporal de LFDMA.

En el ejemplo anterior de la generación de una señal de LFDMA, pueden asignarse a diferentes dispositivos 606 de usuario conjuntos disjuntos de subportadoras para garantizar que los dispositivos 606 de usuario son ortogonales entre sí. Acto seguido, el componente 602 de salto de frecuencia puede generar un árbol de asignaciones y evaluar las asignaciones de los dispositivos 606 de usuario a los nodos que hay en el mismo, tal como se ha descrito en relación con las Figuras 1-3 y, cuando se utiliza un protocolo de LFDMA, puede leer el árbol desde el nodo raíz de forma descendente para identificar el desfase U de un dispositivo de usuario particular.

Aunque la Fig. 6 representa el componente 602 de salto de frecuencia residiendo en la estación base, debería hacerse notar que el componente 602 de salto de frecuencia puede implementarse como una combinación de funcionalidad tanto en la estación base 608, un controlador de estaciones base (no mostrado) o similar de la red inalámbrica 604, como en el dispositivo 606 de usuario (por ejemplo, el componente 614 de salto de frecuencia). En tales aspectos, es posible que contenga tablas de consulta separadas en el dispositivo 606 de usuario y la estación base 608 cada una de las cuales corresponde a secuencias para el desfase U para el dispositivo 606 de usuario, que son conocidos a ambos dispositivos, por ejemplo, mediante instrucciones procedentes de la estación base 608 que se corresponde con el dispositivo 606 de usuario u otro medio.

En las realizaciones, cuando el componente 602 de salto de frecuencia reside en la estación base 608, el dispositivo 606 de usuario puede tener una tabla de consulta que se corresponde a una secuencia para variar el desfase U en base a instrucciones, órdenes o similares transmitidas desde la estación base 608 y generadas por el componente 602 de salto de frecuencia.

Además, los componentes 610 y 616 de IFDMA y los componentes 612 y 618 de LFDMA pueden emplearse en conjunción mutua para facilitar la generación de asignaciones de subportadoras que comprende subportadoras separadas por igual que abarcan menos que el ancho de banda total disponible, según diversos aspectos expuestos en el presente documento. Además, cuando se emplea el protocolo IFDMA, pueden emplearse técnicas de salto rápido, potencialmente en una fracción del ancho de banda disponible. En un enlace ascendente de OFDMA típico, a un dispositivo de usuario puede asignársele un conjunto de subportadoras, que se mantiene constante durante un tiempo para permitir que el dispositivo de usuario estime el canal en ese conjunto de subportadoras. Sin embargo, si la asignación del dispositivo de usuario es lo suficientemente grande, de modo que el dispositivo de usuario pueda estimar el canal en todo el ancho de banda, entonces puede utilizarse un protocolo de salto de tasa de símbolo (por

ejemplo, variando una asignación de un conjunto de subportadoras para un dispositivo de usuario tras la transmisión de cada símbolo), porque no hay detrimento alguno en saltar tras cada símbolo.

La **Fig. 7** es una ilustración de un sistema 700 que facilita un salto de frecuencia en un entorno de red inalámbrica de FDMA de una sola portadora. Un componente 702 de salto de frecuencia puede estar asociado de forma operativa con una estación base 708 en una red inalámbrica 704. Un componente 718 separado de salto de frecuencia reside en el dispositivo 706 de usuario y puede variar los desfases según instrucciones procedentes del componente 702 de salto de frecuencia.

La red inalámbrica 704 puede comprender una o más estaciones base 708 en uno o más sectores y/o zonas que comprenden una pluralidad de sectores, etc., como apreciará una persona experta en la técnica. Los dispositivos 706 de usuario pueden comprender, sin limitación, teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, PDA, ordenadores portátiles, ordenadores personales y/o cualquier otro dispositivo adecuado con el que un usuario pueda comunicarse en una red inalámbrica 704. El componente 702 de salto de frecuencia en la estación base 708 puede estar asociado con un componente 710 de IFDMA y/o con un componente 712 de LFDMA o con cualquier otro sistema adecuado de FDMA de una sola portadora, para facilitar la generación de símbolos, tal como se ha descrito más arriba con respecto a las figuras precedentes. De forma similar, el componente 718 de salto de frecuencia en el dispositivo 706 de usuario puede estar acoplado de forma operativa a cada uno de un componente 720 de IFDMA y un componente 722 de LFDMA.

La estación base 708 y/o el dispositivo 706 de usuario pueden adicional y respectivamente comprender memorias 714 y 724, que están acopladas de forma operativa a los componentes 702 y 718 de salto de frecuencia y que almacenan información relativa a la generación del árbol de canales o información generada previamente del árbol de canales que puede ser utilizada, la asignación de valores a nodos (por ejemplo, no binarios, binarios, enteros, etc.) de nodos en el árbol de canales, asignación de nodos a dispositivos de usuario, algoritmos de lectura del árbol (por ejemplo, de arriba abajo para LFDMA, de abajo arriba para IFDMA, ...), algoritmos de generación de señales (por ejemplo, para generar señales usando IFDMA, LFDMA, FDMA de una sola portadora, ...), tablas de tiempos para la variación de la asignación de valores a los nodos (por ejemplo, salto de frecuencia, ...), tablas de consulta relacionadas con la información de desfases y/o las asignaciones de valores a los nodos, y cualquier otra información adecuada relativa a facilitación de la diversidad de interferencia (por ejemplo, saltando de frecuencia) para mitigar la interferencia de uno o más dispositivos 706 de usuario. Los procesadores 716 y 726 pueden estar conectados de forma operativa, respectivamente, a los componentes 702 y 718 de salto de frecuencia y/o a las memorias 714 y 724 para facilitar el análisis de la información relativa al salto de frecuencia, a la asignación de nodos y/o a la asignación a uno o más dispositivos 706 de usuario, los algoritmos de lectura del árbol, la generación de señales y similares. Debe apreciarse que el procesador 716 puede ser un procesador dedicado a analizar y/o generar información recibida por el componente 702 de salto de frecuencia, un procesador que controle uno o más componentes de la estación base 708, y/o un procesador que, a la vez, analice y genere la información recibida por el componente 702 de salto de frecuencia y controle uno o más componentes de la estación base 708. De forma similar, el procesador 726 puede ser un procesador dedicado a analizar la información recibida por el componente 718 de salto de frecuencia, un procesador que controle uno o más componentes del dispositivo 706 de usuario, y/o un procesador que, a la vez, analice la información recibida por el componente 718 de salto de frecuencia y controle uno o más componentes del dispositivo 706 de usuario.

Las memorias 714 y 724 pueden, además, almacenar protocolos asociados con la generación de señales, símbolos, árboles de canales, tablas de consulta, etc., de tal modo que el dispositivo 706 de usuario y/o la estación base 708 puedan emplear los protocolos y/o los algoritmos almacenados para lograr la diversidad de interferencia, tal como se describe en el presente documento. Se apreciará que los componentes de almacenamiento de datos (por ejemplo, las memorias) descritos en el presente documento pueden ser o bien memoria volátil o memoria no volátil, o pueden incluir tanto memoria volátil como no volátil. A título de ilustración, y no de limitación, la memoria no volátil puede incluir memoria de solo lectura (ROM), ROM programable (PROM), ROM programable eléctricamente (EPROM), ROM borrable eléctricamente (EEPROM) o memoria *flash*. La memoria volátil puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM), que actúa como memoria intermedia externa. A título de ilustración, y no de limitación, la RAM está disponible en muchas formas, como la RAM síncrona (SRAM), la RAM dinámica (DRAM), la DRAM síncrona (SDRAM), la SDRAM con doble tasa de transferencia (DDR SDRAM), la SDRAM mejorada (ESDRAM), la DRAM de enlace síncrono (SLDRAM) y la RAM Rambus (DRRAM). Las memorias 714 y 724 de los presentes sistemas y procedimientos se contempla que comprendan, sin limitación, estos y otros tipos adecuados de memoria.

Aunque la Fig. 7 representa el componente 702 de salto de frecuencia residiendo en la estación base 708, debería hacerse notar que el componente 702 de salto de frecuencia puede implementarse como una combinación de funcionalidad tanto en la estación base 708, un controlador de estaciones base (no mostrado) o similar de la red inalámbrica 704, como en el dispositivo 706 de usuario (por ejemplo, el componente 718 de salto de frecuencia). En tales aspectos, es posible que contenga tablas de consulta separadas en el dispositivo 706 de usuario y la estación base 708 cada una de las cuales corresponde a secuencias para el desfase U para el dispositivo de usuario, que son conocidos a ambos dispositivos, por ejemplo, mediante instrucciones procedentes de la estación base 708 que se corresponde con el dispositivo 706 de usuario u otro medio.

En las realizaciones, cuando el componente 702 de salto de frecuencia reside en la estación base 708, el dispositivo 706 de usuario puede tener una tabla de consulta que se corresponde a una secuencia para variar el desfase U en base a instrucciones, órdenes o similares transmitidas desde la estación base 708 y generadas por el componente 702 de salto de frecuencia.

5 La **Fig. 8** es una ilustración de un sistema 800 que facilita la técnica del salto de frecuencia en un entorno de red inalámbrica de FDMA según diversos aspectos. Un componente 802 de salto de frecuencia puede estar asociado de forma operativa con una estación base 808. Un componente 824 separado de salto de frecuencia reside en el dispositivo 806 de usuario y puede variar los desfases según instrucciones procedentes del componente 802 de salto de frecuencia.

10 La red inalámbrica 804 puede comprender una o más estaciones base 808, repetidores, transceptores, etc. (no mostrados) en uno o más sectores y/o zonas que comprenden una pluralidad de sectores, etc., como apreciará una persona experta en la técnica. Los dispositivos 806 de usuario pueden comprender, sin limitación, teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, PDA, ordenadores portátiles, ordenadores personales y/o cualquier otro dispositivo adecuado con el que un usuario pueda comunicarse en una red inalámbrica 804. El componente 802 de salto de frecuencia en la estación base 808 puede estar asociado con un componente 810 de IFDMA y/o con un componente 812 de LFDMA o con cualquier otro sistema adecuado de FDMA de una sola portadora, para facilitar la generación de símbolos de comunicaciones, tal como se ha descrito más arriba con respecto a las figuras precedentes. De forma similar, el componente 824 de salto de frecuencia en el dispositivo 806 de usuario puede estar asociado de forma operativa a cada uno de un componente 826 de IFDMA y un componente 828 de LFDMA. El componente 802 de salto de frecuencia puede estar asociado, además, con un componente 820 de asignación en la estación base 808 que asigna nodos a los dispositivos 806 de usuario en base, al menos en parte, a la información de desfase almacenada en una tabla de consulta, que puede mantenerse en la memoria 814 y/o en la memoria 830. Tales asignaciones pueden ser transmitidas a un receptor 822 de asignaciones en el dispositivo 806 de usuario y decodificadas por el componente 824 de salto de frecuencia en el dispositivo 806 de usuario. El componente 820 de asignación puede asignar nodos del árbol de canales a los dispositivos de usuario, y el componente 802 de salto de canal puede variar los desfases (por ejemplo, permutando/cambiando las asignaciones de valores de los nodos) para mantener la diversidad de desfases y facilitar la mitigación de interferencia entre los dispositivos 806 de usuario y/o los sectores de la red en la que se comunican los dispositivos 806 de usuario. Además, el componente 802 de salto de frecuencia puede asignar valores de nodo a los nodos en un árbol binario de canales, tal como se ha descrito en relación con la Fig. 2, y/o a nodos en un árbol no binario de canales, tal como se ha descrito en relación con la Fig. 3, para facilitar la facilitación de desfases a los dispositivos 806 de usuario. Además, el componente 802 de salto de frecuencia puede emplear un árbol no binario de canales junto con el protocolo de permutación para optimizar la reducción de interferencia.

35 El componente 802 de salto de frecuencia puede asignar conjuntos de subportadoras (por ejemplo, desfases) a dispositivos 806 de usuario para la transmisión de uno o más símbolos durante un evento de comunicación, tal como se ha descrito más arriba. Por ejemplo, el componente 802 de salto de frecuencia puede generar y/o transmitir una asignación de desfase en un primer instante temporal, y tal asignación puede variarse (por ejemplo, cambiando las asignaciones de valores a nodos) según un patrón predeterminado (por ejemplo, tras la transmisión/recepción de cada símbolo, grupo de símbolos, una o más tramas, ...). Para continuar este ejemplo, las asignaciones de conjuntos de subportadoras a dispositivos 806 de usuario pueden variarse después de un periodo predeterminado, que puede estar definido por la transmisión de un número fijo de símbolos (por ejemplo, símbolos de IFDMA, símbolos de LFDMA o cualesquiera otros símbolos adecuados de FDMA de una sola portadora).

45 El receptor 822 de asignaciones en el dispositivo 806 de usuario recibe una asignación de un conjunto de subportadoras (por ejemplo, una asignación de desfases) para permitir que el dispositivo 806 de usuario ejerza control sobre el conjunto asignado de subportadoras para la transmisión de uno o más símbolos (por ejemplo, de IFDMA, LFDMA, ...) durante un evento de comunicación. El receptor 822 de asignaciones puede recibir y/o aceptar una asignación de nodo y puede determinarse un desfase para el dispositivo 806 en un primer instante de tiempo. A continuación, puede determinarse un segundo desfase y/o calcularse tras la alteración de las asignaciones de los valores de los nodos tras un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, tras la transmisión/recepción de cada símbolo, grupo de símbolos, ...). Según este ejemplo, las asignaciones de desfase al dispositivo 806 de usuario pueden variarse (por ejemplo, variando los valores de nodo para los nodos a los que se asignan los dispositivos de usuario, etc.) después de un periodo predeterminado que puede estar definido por la transmisión de un número de símbolos (por ejemplo, símbolos de IFDMA, símbolos de LFDMA o cualesquiera otros símbolos de FDMA de una sola portadora). Además, la estación base 808 puede emplear una memoria 814, un procesador 816 y un componente 818 de IA para facilitar la asignación, la variación de la asignación, el acuse de recibo, la utilización y similares junto con los diversos protocolos de salto de frecuencia descritos en el presente documento. El dispositivo 806 de usuario puede emplear una memoria 830, un procesador 832 y un componente 834 de IA para fines similares.

60 Los componentes 818 y 834 de IA puede estar asociados respectiva y operativamente con los componentes 802 y 824 de salto de frecuencia ya sea de la estación base 808 o del dispositivo 806 de usuario, o en ambos, y pueden realizar inferencias relativas a la generación del árbol de canales, a las asignaciones de valores a los nodos y las alteraciones de las mismas, la asignación de nodos al dispositivo 806 de usuario, etc. Tal como se usa en el

presente documento, el término “inferir” o “inferencia” se refiere generalmente al proceso de inferir o razonar acerca de los estados del sistema, el entorno y/o el usuario a partir de un conjunto de observaciones tal como son capturadas por medio de eventos y/o de datos. La inferencia puede emplearse para identificar un contexto o una acción específicos, o puede generar una distribución de probabilidad, por ejemplo, sobre los estados. La inferencia puede ser probabilista; es decir, el cálculo de una distribución de probabilidad sobre estados de interés en base a una consideración de los datos y los eventos. La inferencia puede referirse también a las técnicas empleadas para la composición de eventos de mayor nivel a partir de un conjunto de eventos y/o de datos. Tal inferencia da como resultado la construcción de nuevos eventos o acciones a partir de un conjunto de eventos observados y/o de datos de evento almacenados, con independencia de si los eventos están o no correlacionados en proximidad temporal estrecha, y con independencia de si los eventos y los datos provienen de una o varias fuentes de eventos y de datos.

Según un ejemplo, los componentes 818 y/o 834 de IA pueden inferir una estructura apropiada de árbol para representar desfases de los dispositivos de usuario en base, al menos en parte, por ejemplo, a la calidad del canal, la interferencia detectada, el número de subportadoras disponibles, el número de dispositivos 806 de usuario que operan en la red inalámbrica 804, etc. Según este ejemplo, puede determinarse que un sector o sectores particulares en la red inalámbrica 804 están experimentando un elevado volumen de transmisiones y similares. El componente 818 de IA, junto con el procesador 816 y/o la memoria 814, puede determinar que la interferencia entre los dispositivos 806 de usuario y/o los sectores es elevada. El componente 818 de IA puede inferir que es apropiado un ajuste de frecuencia para aumentar la diversidad de interferencia y aliviar el problema de interferencia, y puede dirigir al componente 802 de salto de frecuencia para que altere las asignaciones de valores de los nodos hijos en un árbol de canales, lo que tendrá el resultado de alterar las asignaciones de desfase a los dispositivos 806 de usuario asignados a tales nodos hijos alterados. En tal caso, el componente 818 de IA puede facilitar el salto de frecuencia de la forma más rentable posible para mitigar la interferencia entre células y mejorar la diversidad de interferencia. Se apreciará que los ejemplos precedentes son de naturaleza ilustrativa, y no se contempla que limiten el alcance de las inferencias que los componentes 818 y 834 de IA puedan realizar, ni la manera en que los componentes 818 y 834 de IA realicen tales inferencias.

Aunque la Fig. 8 representa el componente 802 de salto de frecuencia residiendo en la estación base 808, debería hacerse notar que el componente 802 de salto de frecuencia puede implementarse como una combinación de funcionalidad tanto en la estación base 808, un controlador de estaciones base (no mostrado) o similar de la red inalámbrica 804, como en el dispositivo 806 de usuario (por ejemplo, el componente 824 de salto de frecuencia). En tales aspectos, es posible que contenga tablas de consulta separadas en el dispositivo 806 de usuario y la estación base 808 cada una de las cuales corresponde a secuencias para el desfase U para el dispositivo de usuario, que son conocidos a ambos dispositivos, por ejemplo, mediante instrucciones procedentes de la estación base 808 que se corresponde con el dispositivo 806 de usuario u otro medio.

En las realizaciones, cuando el componente 802 de salto de frecuencia reside en la estación base 808, el dispositivo 806 de usuario puede tener una tabla de consulta que se corresponde a una secuencia para variar el desfase U en base a instrucciones, órdenes o similares transmitidas desde la estación base 808 y generadas por el componente 802 de salto de frecuencia.

La Fig. 9 es una ilustración de una metodología 900 para generar una señal usando un protocolo de IFDMA, tal como puede emplearse junto con un protocolo de salto de frecuencia para mejorar la diversidad de interferencia. En 902, un dispositivo de usuario puede iniciar la generación de una señal que comprende N símbolos de modulación, por ejemplo $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$, repitiendo los N símbolos para obtener un total de N_{FFT} símbolos, tal como:

$$[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1} d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1} d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1} \dots d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$$

En 904, el dispositivo de usuario puede multiplicar el símbolo de orden k en la secuencia por $e^{-jk\Phi U}$, siendo $\Phi = 2\pi/N_{FFT}$, tal como:

$$[d_0 d_1 e^{-j\Phi U} d_2 e^{-2j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N-1)j\Phi U} \dots d_{N-2} e^{-(N_{FFT}-2)j\Phi U} d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}]$$

En 906, puede añadirse opcionalmente a la señal un prefijo cíclico copiando los últimos N_{CP} símbolos de la señal generada en 904 al comienzo de la expresión del símbolo, tal como:

$$[\dots d_{N-2} e^{-(N_{FFT}-2)j\Phi U} d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}] [d_0 d_1 e^{-j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N-1)j\Phi U} \dots d_{N-1} e^{-(N_{FFT}-1)j\Phi U}]$$

El procedimiento 900 puede emplearse en un entorno de comunicaciones de IFDMA junto con las técnicas de salto de frecuencia expuestas en el presente documento para mitigar la interferencia entre usuarios y/o sectores en un entorno de comunicaciones inalámbricas. Una persona experta en la técnica apreciará que, aunque en el presente documento se describen diversos procedimientos y/o sistemas con respecto a un sistema de IFDMA, puede emplearse una disposición de un sistema adecuado de FDMA que tenga las características y/o las ventajas descritas de un sistema de IFDMA.

La Fig. 10 es una ilustración de una metodología 1000 para llevar a cabo un salto de frecuencia junto con un protocolo de modulación de IFDMA en un entorno de comunicaciones de una red inalámbrica. En 1002, puede

generarse un árbol de canales para facilitar el salto de frecuencia de los desfases de usuario. El árbol de canales puede tener un nodo raíz, y a cada nodo hijo del nodo raíz y/o a otros nodos padres del árbol puede asignárseles un valor de nodo (por ejemplo, no binario, binario, entero, etc.). En el caso de un árbol binario de canales, descrito aquí con fines de la simplicidad de la ilustración, cada nodo hijo puede tener un valor binario de 0 o 1, de tal modo que un nodo padre tiene un hijo 0 y un hijo 1. Los nodos pueden estar asignados a dispositivos de usuario dependiendo de las necesidades de subportadoras de los dispositivos de usuario, de tal modo que un dispositivo de usuario que requiera un número relativamente grande de subportadoras pueda ser asignado a un nodo más cercano al nodo raíz que un dispositivo de usuario que requiera un número relativamente pequeño de subportadoras, tal como se detalla en relación con las Figuras 1-3. En ciertos aspectos, el árbol de canales es generado previamente, y los nodos, su relación y los valores se almacenan en una memoria en forma de una tabla de consulta o similar.

En 1004 las secuencias de nodos para los dispositivos de usuario pueden ser leídas de forma ascendente desde un nodo asignado a un usuario hasta un primer nodo hijo del árbol de canales para determinar un valor para el desfase del usuario, tal como se detalla en relación con las Figuras 2 y 3. La información relativa a un desfase identificado en 1004 puede colegirse de una tabla de consulta para facilitar la asignación de un conjunto específico de subportadoras al usuario. Por ejemplo, a un usuario al que se asigna un nodo que tiene un valor de 1 que pende del nodo padre con un valor 1, que, a su vez, pende de un nodo raíz del árbol, puede asignársele un desfase de 3. Además, dado que el nodo asignado al usuario está a tres nodos de la cima del árbol (incluyendo el nodo asignado y el nodo raíz, que no se lee con fines de determinación del desfase U , pero se cuenta para la determinación del número de subportadoras), puede asignársele un número de subportadoras de desfase igual a $N_{FFT}/4$. Según otro ejemplo que ilustra un árbol binario de canales, a un usuario que tenga asignado un nodo que esté a cuatro nodos del nodo raíz (incluyendo el nodo raíz) y tenga un linaje todo de unos (por ejemplo, nodo asignado = 1, padre = 1, abuelo = 1, nodo raíz) puede asignarse un desfase de 7 (es decir, 111 en binario), que puede tener un número de subportadoras igual a $N_{FFT}/8$, etc. Según otro ejemplo adicional, si el anterior linaje fuese 101 (es decir, nodo asignado = 1, padre = 0, abuelo = 1, nodo raíz), al usuario puede asignársele un desfase de 5, que tiene un número de subportadoras igual a $N_{FFT}/8$, etc.

En 1006, pueden generarse símbolos de IFDMA, tal como se detalla en relación con la Fig. 9. Tales símbolos/señales pueden convertirse en una señal analógica en 1008 para facilitar la transmisión de los mismos. En 1010, pueden modificarse las asignaciones de valores a los nodos para facilitar el salto de frecuencia para mitigar la interferencia. Por ejemplo, una o más asignaciones de valores a nodos hijos en el árbol de canales pueden alterarse para variar el desfase asociado en ese momento con el nodo asignado a un usuario. Por ejemplo, en el ejemplo anterior, al usuario al que se ha asignado un desfase de 7 (es decir, 111 binario), que comprende $N_{FFT}/8$ subportadoras puede ocurrirle que el par de su nodo padre sea alterado a 1010, de modo que su linaje de asignación de nodos se convierta en 101 binario, lo que, a su vez, puede resultar en una reasignación del desfase 5 al usuario, y así sucesivamente. Según el ejemplo, según el ejemplo, la asignación de nodos del usuario puede ser estática durante la variación de la asignación de valores a los nodos para garantizar que el usuario mantenga un número de subportadoras igual a $N_{FFT}/8$. Además, la modificación del desfase puede llevarse a cabo según un programa predeterminado y/o según un evento desencadenante, tal como tras la transmisión de cada símbolo de IFDMA (salto por tasa de símbolo), cada pocos símbolos (salto de bloque), etc.

Se apreciará que aunque los ejemplos precedentes describen un árbol de canales que utiliza asignaciones de valores binarios a los nodos, pueden asignarse valores no binarios a tales nodos. Además, los nodos padres pueden tener cualquier número adecuado de nodos hijos asociados con los mismos para facilitar la asignación de desfases a los dispositivos de usuario y la realización del salto de frecuencia para mitigar la interferencia.

La **Fig. 11** ilustra una metodología 1100 para generar una señal usando un protocolo de LFDMA, tal como puede emplearse junto con un protocolo de salto de frecuencia para mejorar la diversidad de interferencia. En 1102 un dispositivo de usuario puede iniciar la generación de una señal que comprende N símbolos de modulación, por ejemplo $[d_0 d_1 d_2 \dots d_{N-1}]$, tomando una transformada rápida de Fourier (FFT) de N puntos de los N símbolos de modulación para obtener $[D_0 D_1 D_2 \dots D_{N-1}]$. A continuación, los símbolos transformados pueden colocarse en las subportadoras asignadas $[U, U+1, \dots U+N-1]$ en 1104. En 1106, puede llevarse a cabo una transformada rápida de Fourier inversa de N_{FFT} puntos para obtener N_{FFT} muestras de dominio temporal. Si se desea, opcionalmente puede añadirse al símbolo un prefijo cíclico en 1108 copiando las últimas N_{CP} muestras de dominio temporal al comienzo del símbolo para obtener el símbolo de dominio temporal de LFDMA.

El procedimiento 1100 puede emplearse para generar una señal de comunicaciones de LFDMA junto con una técnica de salto de frecuencia para mitigar la interferencia entre dispositivos y/o entre sectores. Por ejemplo, el salto de frecuencia puede llevarse a cabo después de cada símbolo de LFDMA (por ejemplo, utilizando una técnica de salto de tasa de símbolo), tras cada pocos símbolos de LFDMA (por ejemplo, utilizando una técnica de salto de bloque), etc.

La **Fig. 12** ilustra una metodología 1200 para alterar las asignaciones de desfases para los usuarios en un entorno de comunicaciones inalámbricas de LFDMA. En 1202 puede generarse un árbol de canales para establecer una correspondencia de asignaciones de desfases a usuario, y los nodos del árbol pueden ser asignados a los usuarios individuales en una red inalámbrica. La asignación de nodos puede llevarse a cabo de manera similar a la descrita

en relación con las Figuras 1, 2 y 3. En ciertos aspectos, el árbol de canales es generado previamente, y los nodos, su relación y los valores son almacenados en una memoria en forma de tabla de consulta o similar.

En 1204, el árbol de canales puede ser leído de arriba abajo para evaluar las asignaciones de desfases a usuarios. Aunque el siguiente ejemplo describe asignaciones de valores binarios a nodos con fines de simplicidad, se apreciará que a los nodos del árbol de canales pueden asignarse valores no binarios y/o cualesquiera otros valores adecuados. Por ejemplo, a un usuario al que se haya asignado un nodo que tiene un valor de 1 que pende de un nodo padre con un valor de 0 que, a su vez, pende de un nodo raíz del árbol, se le puede asignar un desfase de 1. Además, dado que el nodo asignado al usuario está a tres nodos de la cima del árbol (incluyendo el nodo raíz, que no se lee con fines de determinación del desfase U , pero se cuenta para la determinación del número de subportadoras), puede asignársele un número de subportadoras de desfase igual a $N_{FFT}/4$. Según otro ejemplo, a un usuario que tenga asignado un nodo que esté a cuatro nodos del nodo raíz (incluyendo el nodo raíz) y tenga un linaje de 110 binario (por ejemplo, nodo asignado = 1, padre = 1, abuelo = 0, nodo raíz) puede asignarse un desfase de 6 (es decir, 110 en binario), que puede tener un número de subportadoras igual a $N_{FFT}/8$, etc. Según otro ejemplo adicional, si el anterior linaje fuese 101 (es decir, nodo asignado = 1, padre = 0, abuelo = 1, nodo raíz), al usuario puede asignársele un desfase de 5, que tiene un número de subportadoras igual a $N_{FFT}/8$, etc.

En 1206 puede generarse una señal de LFDMA tal como se describe en relación con la Figura 10 y convertirse en una señal analógica para su transmisión. En 1208, pueden variarse las asignaciones de valores a los nodos en el árbol de canales para facilitar el salto de frecuencia, tal como se describe en relación con la Fig. 11. Si se desea, puede mantenerse la asignación de nodos (por ejemplo, de forma estática) durante la variación de la asignación de valores a los nodos para mantener una distancia constante desde el nodo raíz del árbol de desfases, lo que, a su vez, puede facilitar el garantizar que se asigne un número preciso de subportadoras a un usuario dado a pesar del salto de frecuencia. Según un aspecto relacionado, un usuario cuyos requisitos de frecuencia y/o de subportadoras hayan cambiado desde una iteración previa de la asignación de nodos puede ser reasignado dinámicamente a un nodo más arriba o más abajo en el árbol de canales en base, al menos en parte, a la información relativa a los requisitos de recursos del usuario. De esta manera, el salto de frecuencia puede emplearse en un sistema de FDMA de una sola portadora, tal como un sistema de LFDMA, para mejorar la diversidad de interferencia y proporcionar una experiencia de comunicaciones más robustas a los usuarios de la red inalámbrica empleando el procedimiento 1200.

La Fig. 13 muestra un sistema ejemplar 1300 de comunicaciones inalámbricas. En aras de la brevedad, el sistema 1300 de comunicaciones inalámbricas representa una estación base y un terminal. Sin embargo, debe apreciarse que el sistema puede incluir más de una estación base y/o más de un terminal, pudiendo ser las estaciones base y/o los terminales adicionales sustanciales similares o diferentes para la estación base y el terminal ejemplares descritos más abajo. Además, debe apreciarse que la estación base y/o el terminal pueden emplear los sistemas (**Figuras 1-8**) y/o los procedimientos (**Figuras 9-12**) descritos en el presente documento para facilitar la comunicación inalámbrica entre los mismos.

Con referencia en lo que sigue a la **Fig. 13**, en un enlace descendente, en el punto 1305 de acceso, un procesador 1310 de transmisión (TX) de datos recibe, formatea, codifica, intercala y modula (o establece una correspondencia de símbolos) datos de tráfico y proporciona símbolos de modulación ("símbolos de datos"). Un modulador 1315 de símbolos recibe y procesa los símbolos de datos y los símbolos piloto y proporciona una corriente de símbolos. El modulador 1315 de símbolos multiplexa los símbolos de datos y piloto en las subbandas debidas, proporciona un valor de señal de cero para cada subbanda no usada y obtiene un conjunto de N símbolos de transmisión para las N subbandas para cada periodo de símbolo. Cada símbolo de transmisión puede ser un símbolo de datos, un símbolo piloto o un valor de señal de cero. Los símbolos piloto pueden enviarse de forma continua en cada periodo de símbolo. Se apreciará que los símbolos piloto pueden estar multiplexados por división de tiempo (TDM), multiplexados por división de frecuencia (FDM) o multiplexados por división de código (CDM). El modulador 1315 de símbolos puede transformar cada conjunto de N símbolos de transmisión al dominio temporal usando una IFFT de N puntos para obtener un símbolo "transformado" que contiene N chips de dominio temporal. Típicamente, el modulador 1315 repite una porción de cada símbolo transformado para obtener un símbolo correspondiente. La porción repetida se denomina prefijo cíclico y se usa para combatir la dispersión de los tiempos de propagación en el canal inalámbrico.

Una unidad transmisora (TMTR) 1320 recibe la corriente de símbolos y la convierte en una o más señales analógicas, y acondiciona adicionalmente las señales analógicas (por ejemplo, las amplifica, las filtra y aumenta su frecuencia) para generar una señal de enlace descendente adecuada para su transmisión por el canal inalámbrico. Acto seguido, la señal del enlace descendente es transmitida por medio de una antena 1325 a los terminales. En el terminal 1330, una antena 1335 recibe la señal del enlace descendente y proporciona una señal recibida a una unidad receptora (RCVR) 1340. La unidad receptora 1340 acondiciona la señal recibida (por ejemplo, la filtra, la amplifica, y disminuye su frecuencia) y digitaliza la señal acondicionada para obtener muestras. Un demodulador 1345 de símbolos elimina el prefijo cíclico añadido a cada símbolo, transforma cada símbolo transformado recibido al dominio frecuencial usando una FFT de N puntos, obtiene los N símbolos recibidos para las N subbandas para cada periodo de símbolo y proporciona los símbolos piloto recibidos a un procesador 1350 para la estimación del canal. El demodulador 1345 de símbolos recibe del procesador 1350, además, una estimación de la respuesta de frecuencia para el enlace descendente, lleva a cabo una demodulación de datos en los símbolos de datos recibidos para

obtener estimaciones de símbolos de datos (que son estimaciones de los símbolos de datos transmitidos) y proporciona las estimaciones de los símbolos de datos a un procesador 1355 de datos de RX, que demodula (es decir, resuelve la correspondencia de símbolos), desintercala y decodifica las estimaciones de símbolos de datos para recuperar los datos de tráfico transmitidos. El procesamiento del demodulador 1345 de símbolos y del procesador 1355 de datos de RX es complementario del procesamiento del modulador 1315 de símbolos y del procesador 1310 de datos de TX, respectivamente, en el punto 1305 de acceso.

En el enlace ascendente, un procesador 1360 de datos de TX procesa los datos de tráfico y proporciona símbolos de datos. Un modulador 1365 de símbolos recibe y multiplexa los símbolos de datos con símbolos piloto, lleva a cabo una modulación de símbolos y proporciona una corriente de símbolos. Los símbolos piloto pueden ser transmitidos por subbandas que han sido asignadas al terminal 1330 para la transmisión de pilotos, pudiendo ser el número de subbandas piloto para el enlace ascendente igual o diferente al número de subbandas piloto para el enlace descendente. Acto seguido, una unidad transmisora 1370 recibe y procesa la corriente de símbolos para generar una señal de enlace ascendente, que es transmitida por la antena 1335 al punto 1305 de acceso.

En el punto 1305 de acceso, la señal del enlace ascendente procedente del terminal 1330 es recibida por la antena 1325 y es procesada por una unidad receptora 1375 para obtener muestras. Acto seguido, un demodulador 1380 de símbolos procesa las muestras y proporciona estimaciones de los símbolos piloto y de los símbolos de datos para el enlace ascendente. Un procesador 1385 de datos de RX procesa las estimaciones de los símbolos de datos para recuperar los datos de tráfico transmitidos por el terminal 1330. Un procesador 1390 lleva a cabo la estimación de canales para cada terminal activo que transmite por el enlace ascendente. Múltiples terminales pueden transmitir pilotos de forma simultánea por el enlace ascendente en sus respectivos conjuntos asignados de subbandas piloto, pudiendo estar entrelazados los conjuntos de subbandas piloto.

Los procesadores 1390 y 1350 dirigen la operación (por ejemplo, la controlar, coordinan, gestionan, etc.) en el punto 1305 de acceso y el terminal 1330, respectivamente. Los procesadores respectivos 1390 y 1350 pueden estar asociados con unidades de memoria (no mostradas) que almacenan códigos y datos de programa. Los procesadores 1390 y 1350 también puede llevar a cabo cálculos para derivar estimaciones de respuesta de frecuencia y de impulso para el enlace ascendente y el enlace descendente, respectivamente.

En aspectos adicionales, es posible proporcionar un transmisor de múltiples antenas. En tales aspectos, puede proporcionarse un desmultiplexor en la entrada del procesador 1310 de datos de TX, que genera múltiples corrientes de datos que son procesadas, codificadas y moduladas por separado según diferentes subbandas. Además, puede proporcionarse un procesamiento MIMO en la salida del procesador 1310 de datos de TX o del modulador 1315 de símbolos para que se creen múltiples corrientes de transmisión antes de la transmisión, pero después del procesamiento de datos. En el receptor 1330 pueden utilizarse diversas técnicas para decodificar las señales procedentes de las múltiples antenas.

Para sistemas de acceso múltiple (por ejemplo, un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), etc.), múltiples terminales pueden transmitir simultáneamente por el enlace ascendente. Para tal sistema, las subbandas piloto pueden ser compartidas entre diferentes terminales. Las técnicas de estimación del canal pueden usarse en casos en los que las subbandas piloto para cada terminal ocupan toda la banda operativa (posiblemente con excepción de los extremos de la banda). Tal estructura de la subbanda piloto sería deseable para obtener diversidad de frecuencia para cada terminal. Las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en *hardware*, *software* o en una combinación de los mismos. Para una implementación por *hardware*, las unidades de procesamiento usadas para la estimación del canal pueden implementarse en uno o más circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables in situ (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para llevar a cabo las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos. Con *software*, la implementación puede ser a través de módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etcétera) que llevan a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de *software* pueden almacenarse en una unidad de memoria y ser ejecutados por los procesadores 1390 y 1350.

Lo que se ha descrito en lo que antecede incluye ejemplos de una o más realizaciones. Por supuesto, no es posible describir toda combinación concebible de componentes o metodologías con el propósito de describir las realizaciones mencionadas anteriormente, pero una persona con un dominio normal de la técnica puede reconocer que son posibles muchas combinaciones y permutaciones adicionales de las diversas realizaciones. En consecuencia, se entiende que las realizaciones descritas abarcan todas las alteraciones, las modificaciones y las variaciones de aquellos tipos que caen dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Además, en la medida en que se usa el término "incluye" ya sea en la descripción detallada o en las reivindicaciones, se contempla que tal término sea incluyente, de una manera similar a la expresión "que comprende", tal como se interpreta "que comprende" cuando se emplea como palabra de transición en una reivindicación.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para generar símbolos de Accesos múltiple por división de frecuencia (FDMA) en una sistema de comunicación inalámbrica que comprende:
- 5 obtener (1004, 1204) una primera asignación de conjunto de N subportadoras que comprende un primer conjunto de subportadoras para un dispositivo de usuario, incluyendo el primer conjunto un número configurable de subportadoras entre un total de N_{FFT} subportadoras formado con FDMA de única portadora, donde N es inferior o igual a N_{FFT} .
- generar (1006, 1206) al menos un símbolo FDMA de única portadora para transmitir sobre el primer conjunto de subportadoras;
- 10 obtener (1004, 1204) una segunda asignación de conjunto de N subportadoras que comprende un segundo conjunto de subportadoras para el dispositivo de usuario, variando el segundo conjunto de subportadoras desde el primer conjunto de subportadoras según un patrón predeterminado para facilitar el salto de frecuencia; y
- 15 generar (1006, 1206) al menos otro símbolo IFDMA de única portadora para transmitir sobre el segundo conjunto de subportadoras.
- 2.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el primer y segundo conjuntos de subportadoras están asociados a diferentes desfases en un conjunto predeterminado de desfases
- 3.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el patrón predeterminado se define tras la transmisión de un número de tramas.
- 20 4.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el patrón predeterminado está definido por expiración de un periodo de tiempo.
- 5.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el que cada uno del primer y el segundo conjuntos de símbolos de subportadoras es usado para transmitir un número predeterminado de símbolos FDMA de única portadora.
- 25 6.- El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la obtención de la primera asignación de conjunto de subportadora comprende:
- determinar un árbol de canales que incluye una pluralidad de nodos; y
- determinar el primer conjunto de subportadoras basado en un nodo en el árbol de canales asignado al dispositivo de usuario.
- 7.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 30 emplear un protocolo IFDMA para generar al menos un símbolo FDMA de única portadora.
- 8.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
- determinar el primer conjunto de subportadoras basado en la lectura de un árbol de canales de abajo arriba.
- 9.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 35 determinar el primer conjunto de subportadoras basado en la lectura de una trayectoria en un árbol de canales desde el nodo asignado al dispositivo de usuario hasta el nodo raíz del árbol de canales.
- 10.- El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende, además,
- evaluar (1004, 1204) el valor de los nodos en la trayectoria, empezando por el nodo asignado al dispositivo de usuario y terminando por un primer nodo hijo del nodo raíz.
- 40 11.- El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende, además,
- llevar a cabo una consulta de tabla para identificar el primer conjunto de subportadoras que corresponde al valor de la trayectoria desde el nodo asignado al dispositivo de usuario hasta el primer nodo hijo del nodo raíz.
- 45 12.- El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la pluralidad de nodos está asociada a los valores de nodos y en el que las asignaciones de valor de nodo varían periódicamente para alterar las asignaciones de conjunto de subportadoras. El procedimiento de la reivindicación 11 que, además, comprende:

- 13.- El procedimiento de la reivindicación 6, en el que cada nodo en el árbol de canales está asignado a un valor no binario.
- 14.- El procedimiento de la reivindicación 6, en el que cada nodo en el árbol de canales está asignado a un valor binario.
- 5 15.- El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además:
- emplear un protocolo IFDMA para generar símbolos FDMA de única portadora; y
- en el que las asignaciones de conjunto de subportadoras varían por la transmisión de cada símbolo FDMA de única portadora para permitir la estimación de canales en un el ancho de banda total disponible.
- 16.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 10 emplear un protocolo IFDMA para generar el al menos un símbolo FDMA de única portadora.
- 17.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las asignaciones de conjunto de subportadoras varían como una función de al menos una identidad de sector y tiempo.
- 18.- Un aparato para generar símbolos de Accesos múltiple por división de frecuencia (FDMA) en una sistema de comunicación inalámbrica que comprende:
- 15 medios para obtener (1004, 1204) una primera asignación de conjunto de N subportadoras que comprende un primer conjunto de subportadoras de dispositivo de usuario, incluyendo el primer conjunto un número configurable de subportadoras de N_{FFT} subportadoras formado con FDMA de única portadora, donde N es inferior o igual a N_{FFT} .
- 20 medios para generar (1006, 1206) al menos un símbolo FDMA de única portadora para transmitir sobre el primer conjunto de subportadoras;
- medios para obtener (1004, 1204) una segunda asignación de conjunto de subportadoras que comprende un segundo conjunto de N subportadoras para el dispositivo de usuario, variando el segundo conjunto de subportadoras desde el primer conjunto de subportadoras según un patrón predeterminado para facilitar el salto de frecuencia;
- 25 y medios para generar (1006, 1206) al menos otro símbolo IFDMA de única portadora para transmitir sobre el segundo conjunto de subportadoras.
- 19.- El aparato de la reivindicación 18 en el que el medio para obtener la primera asignación de conjunto de subportadoras comprende medios para determinar el primer conjunto de subportadoras sobre la base de un nodo en un árbol de canales asignado al dispositivo de usuario.
- 30 20.- El aparato de la reivindicación 19, en el que el medio para determinar el primer conjunto de subportadoras comprende medios de lectura de una trayectoria en el árbol de canales desde el nodo asignado al dispositivo de usuario hasta un nodo raíz para determinar un valor para nodos en la trayectoria que identifica el primer conjunto de subportadoras y un número de subportadoras a incluir en el primer conjunto.
- 35 21.- El aparato de la reivindicación 20 en el que los valores asignados a uno o más nodos en el árbol de canales son variados periódicamente para variar las asignaciones de conjunto de subportadoras.
- 22.- El aparato de la reivindicación 21, en el que el segundo conjunto de subportadoras está asociado al valor variado de la trayectoria desde el nodo asignado al dispositivo de usuario hasta el nodo raíz.
- 23.- El aparato de la reivindicación 22, en el que valores de nodo son variados tras la transmisión de al menos un símbolo FDMA de única portadora.
- 40 24.- Un soporte legible por ordenador que comprende un código para hacer que un ordenador efectúe un procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-17.
- 25.- El aparato de la reivindicación 18, que comprende, además:
- medios para emplear un protocolo IFDMA para generar el al menos un símbolo FDMA de única portadora.
- 26.- El aparato de la reivindicación 18, que comprende, además:
- 45 medios para emplear un protocolo LFDMA para generar el al menos un símbolo FDMA de única portadora.
- 27.- Un circuito integrado configurado para efectuar un procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17.

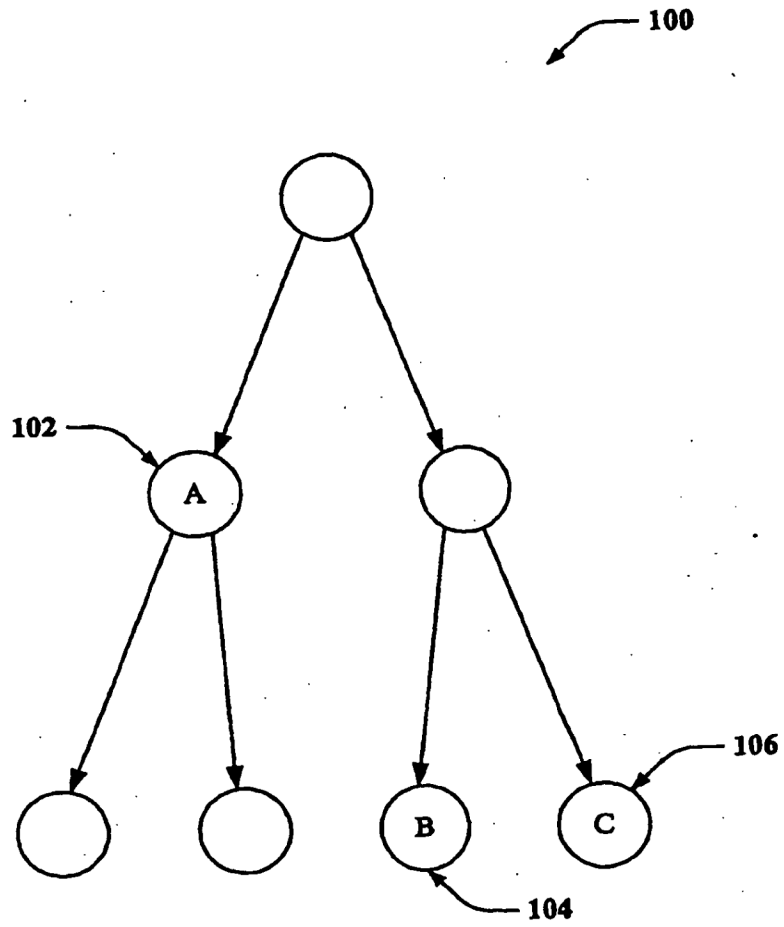


FIG. 1

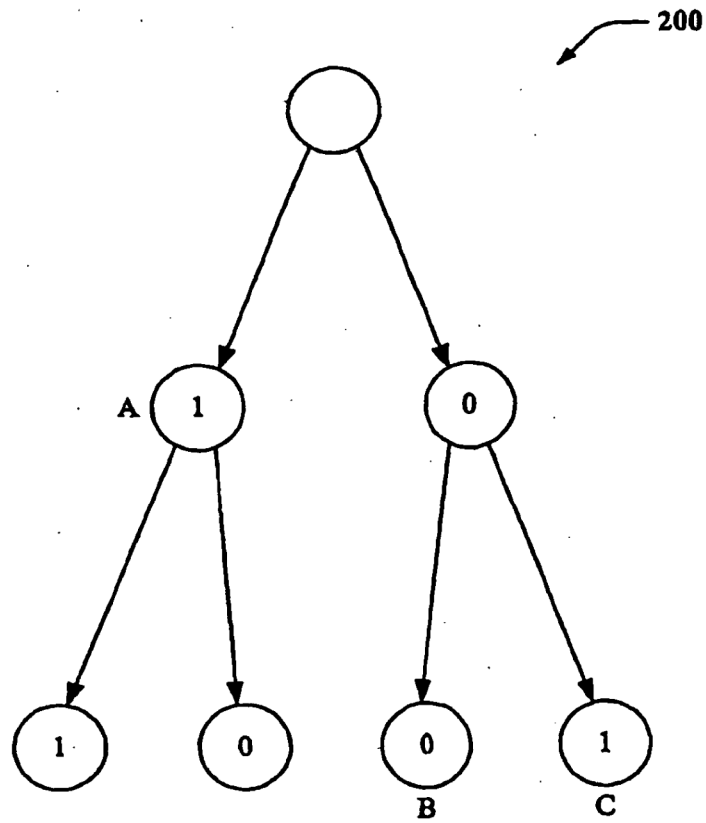


FIG. 2

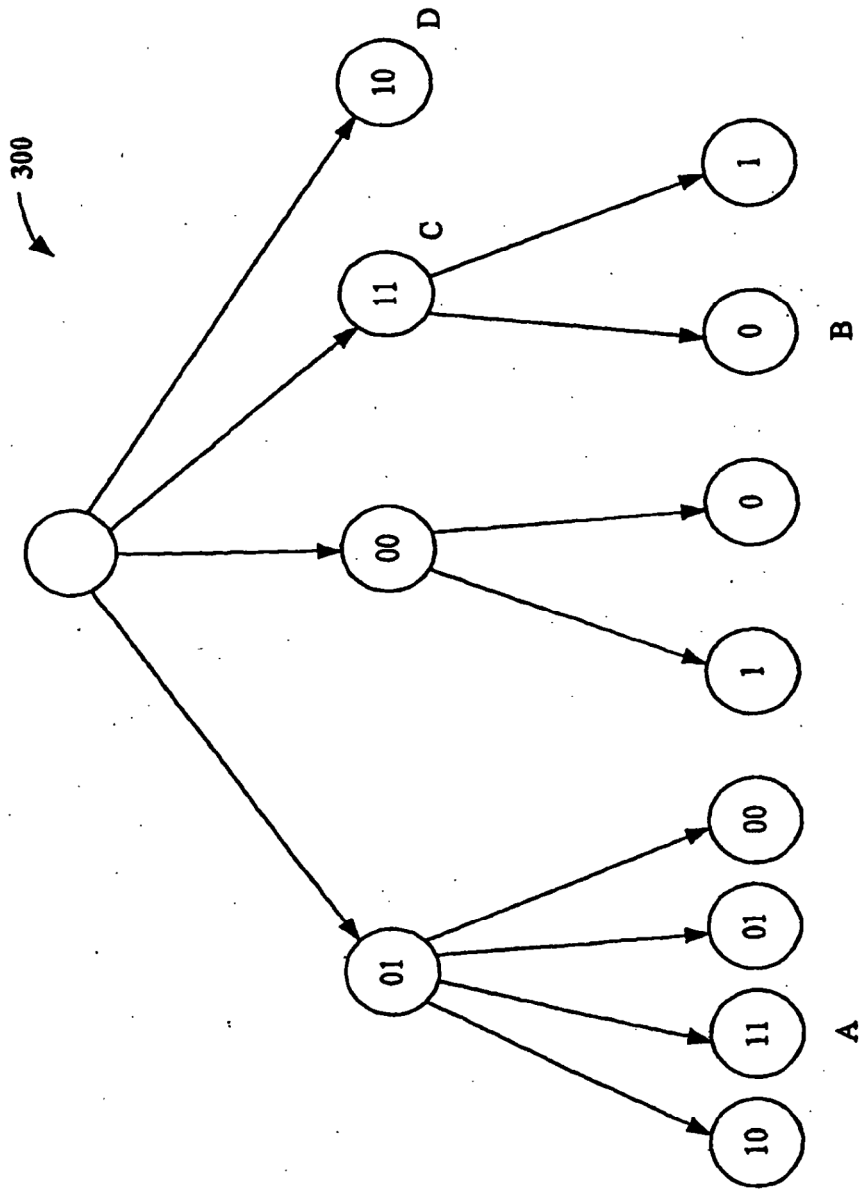


FIG. 3

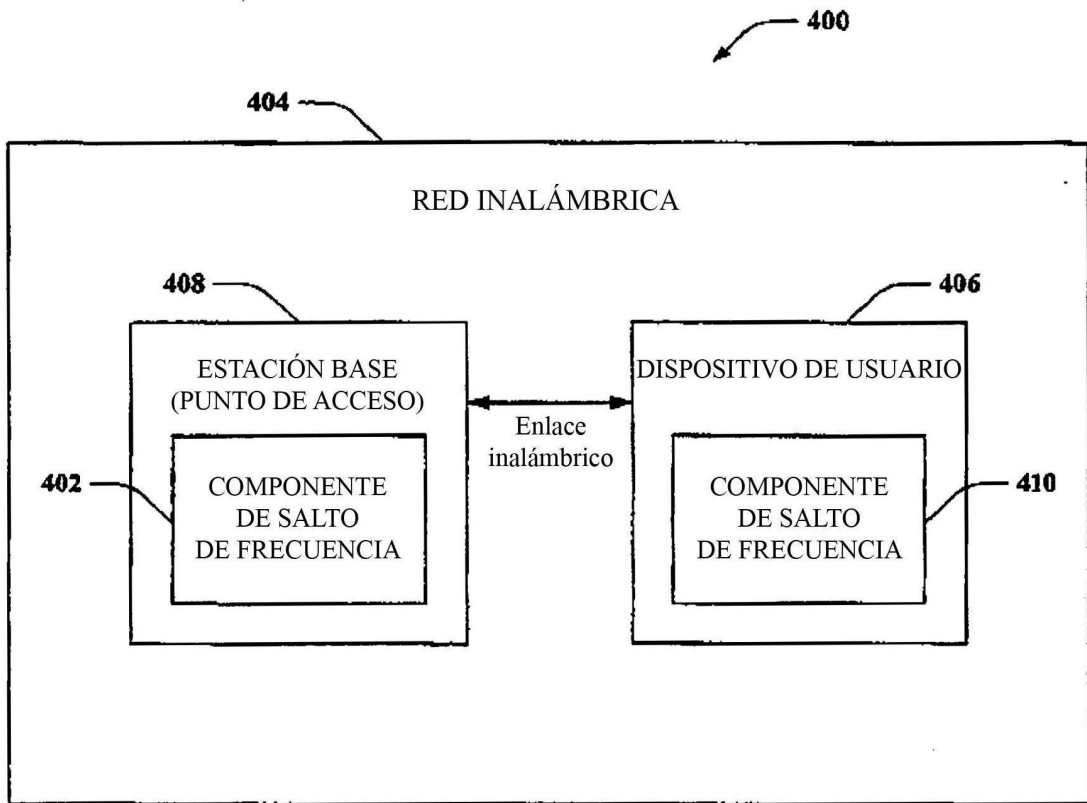


FIG. 4

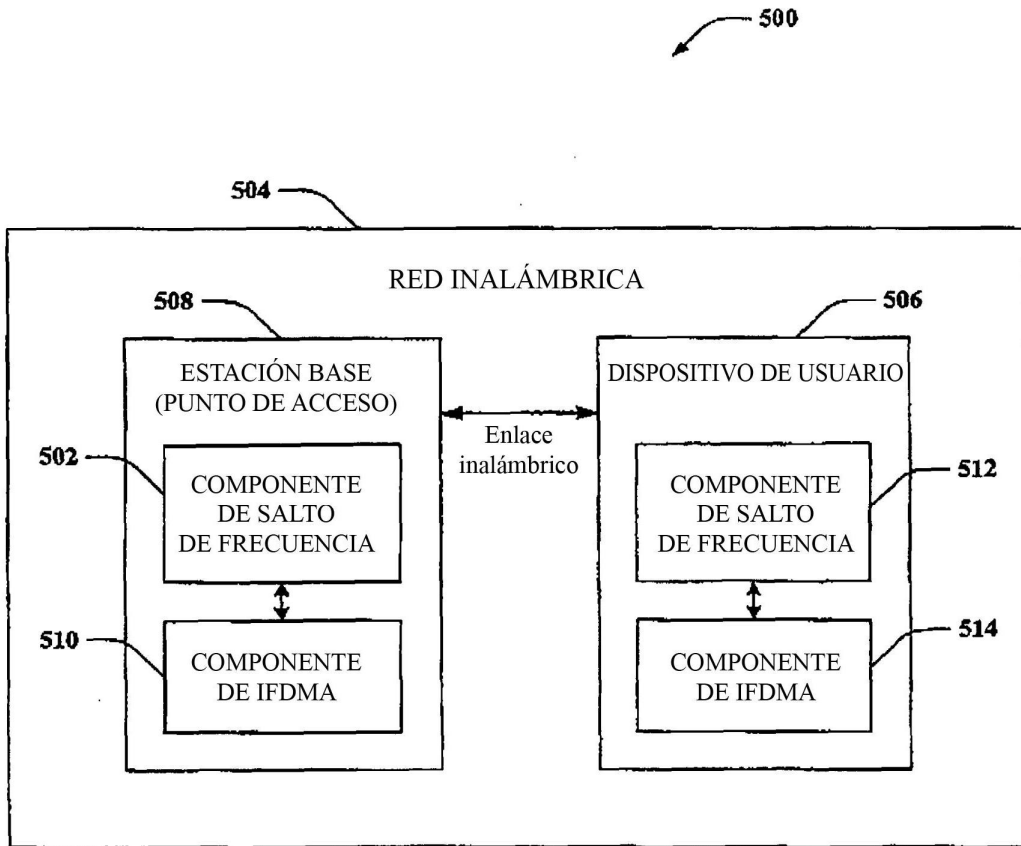


FIG. 5

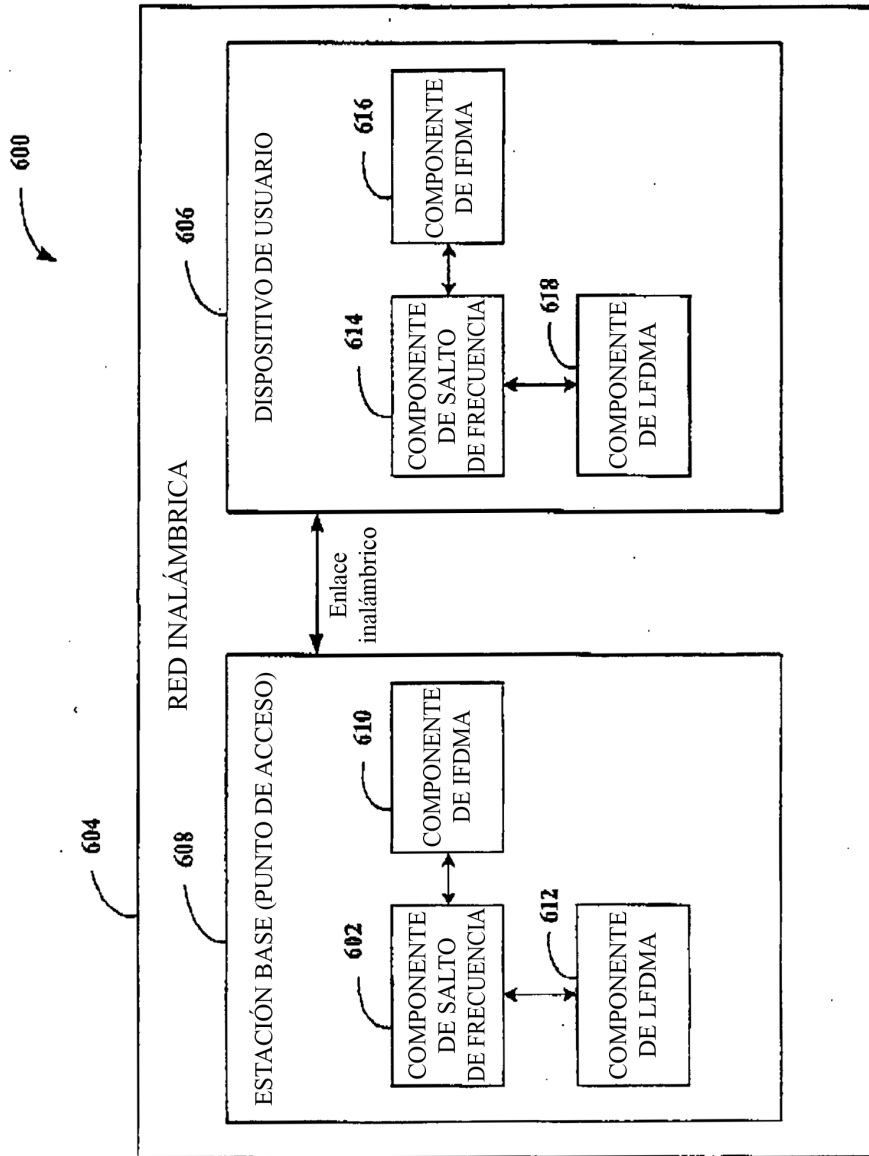


FIG. 6

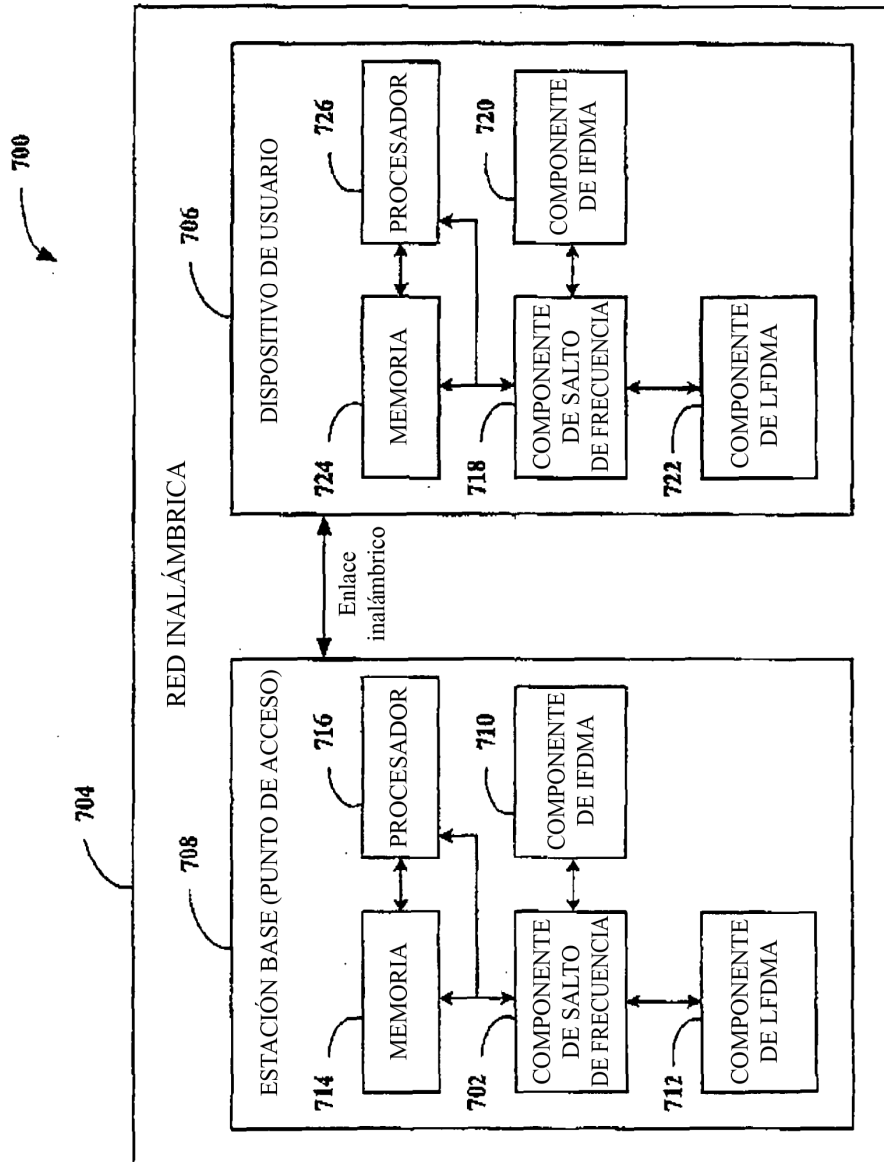


FIG. 7

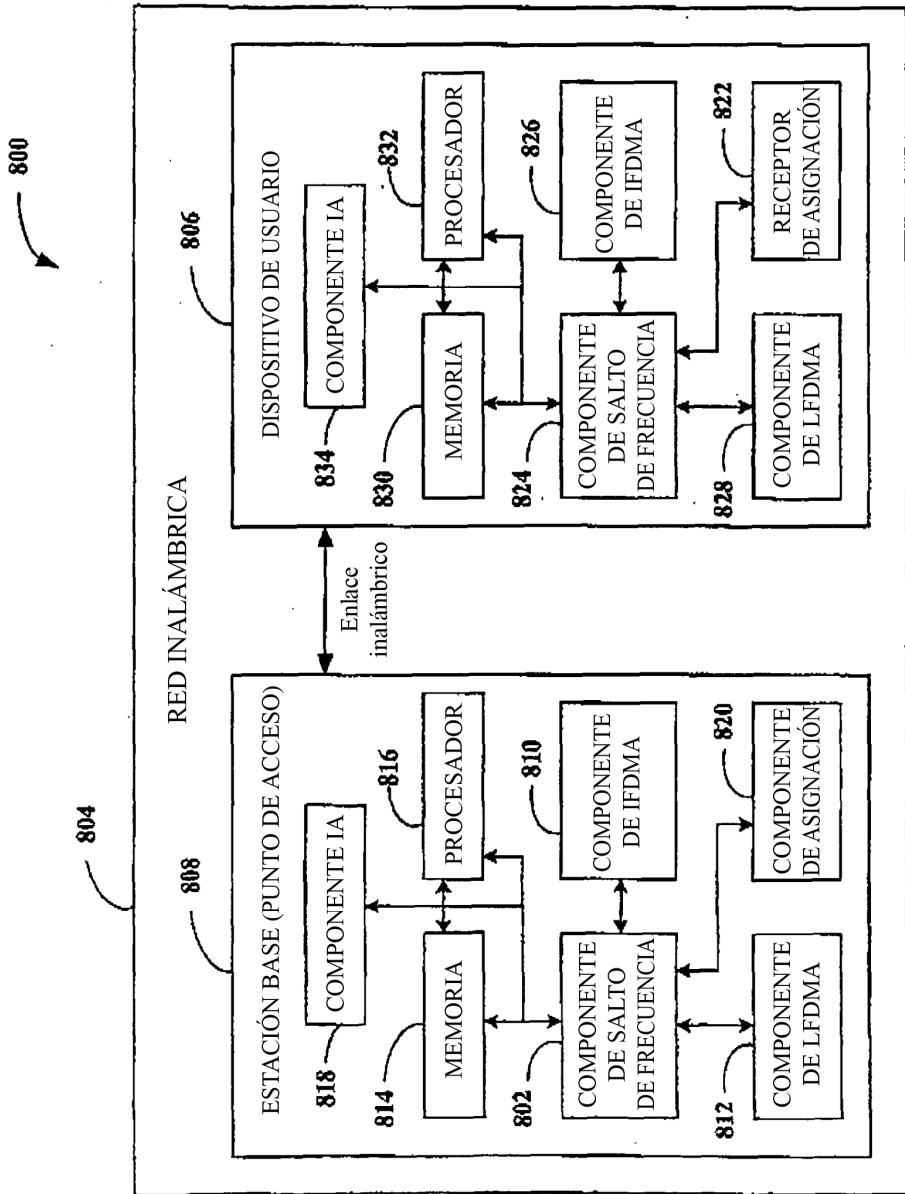


FIG. 8

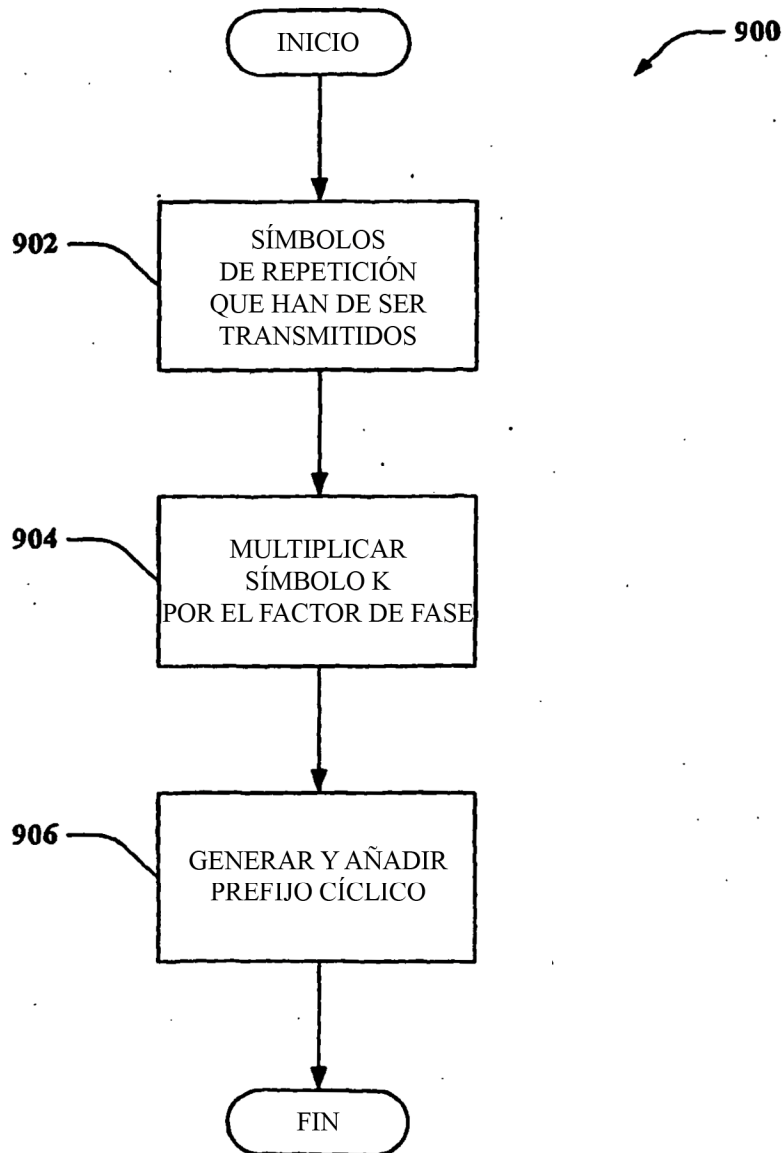


FIG. 9

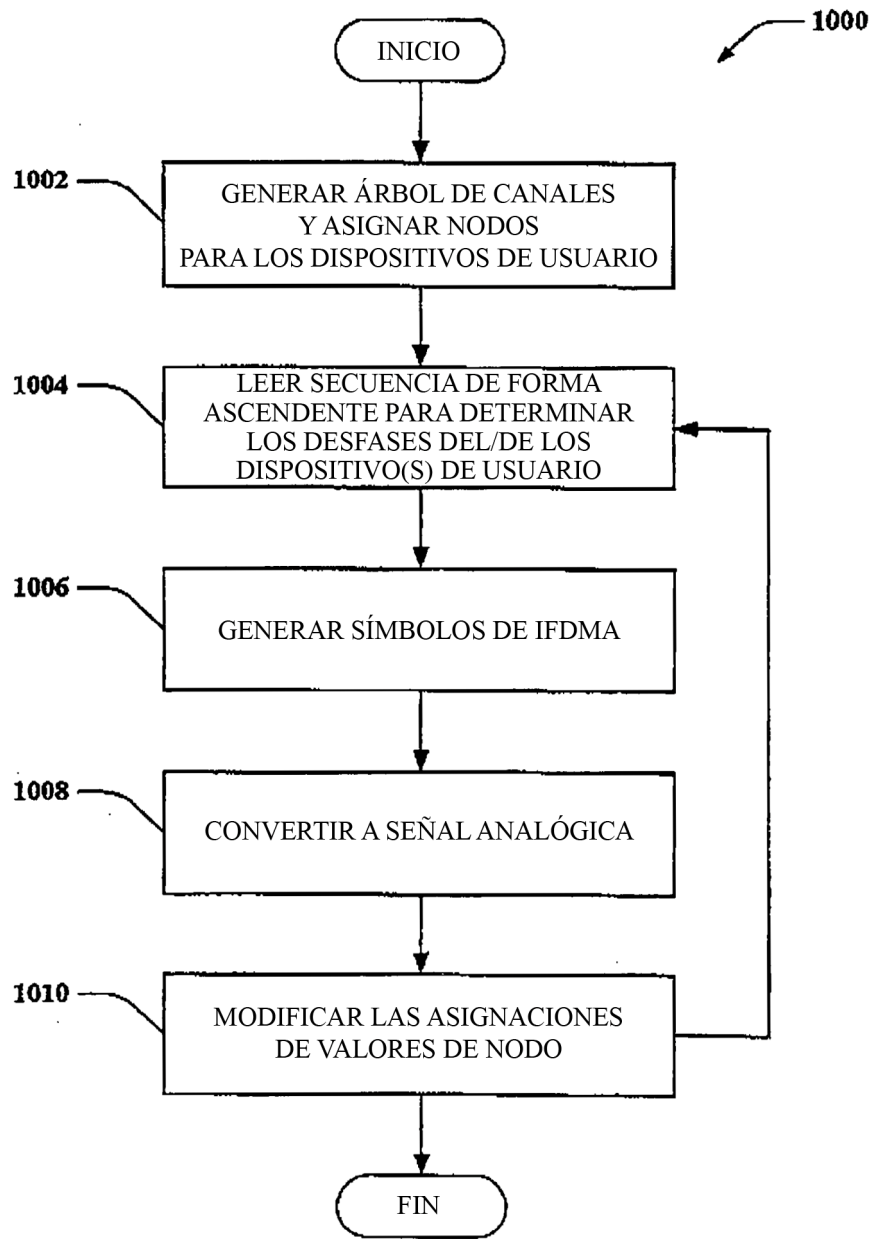


FIG. 10

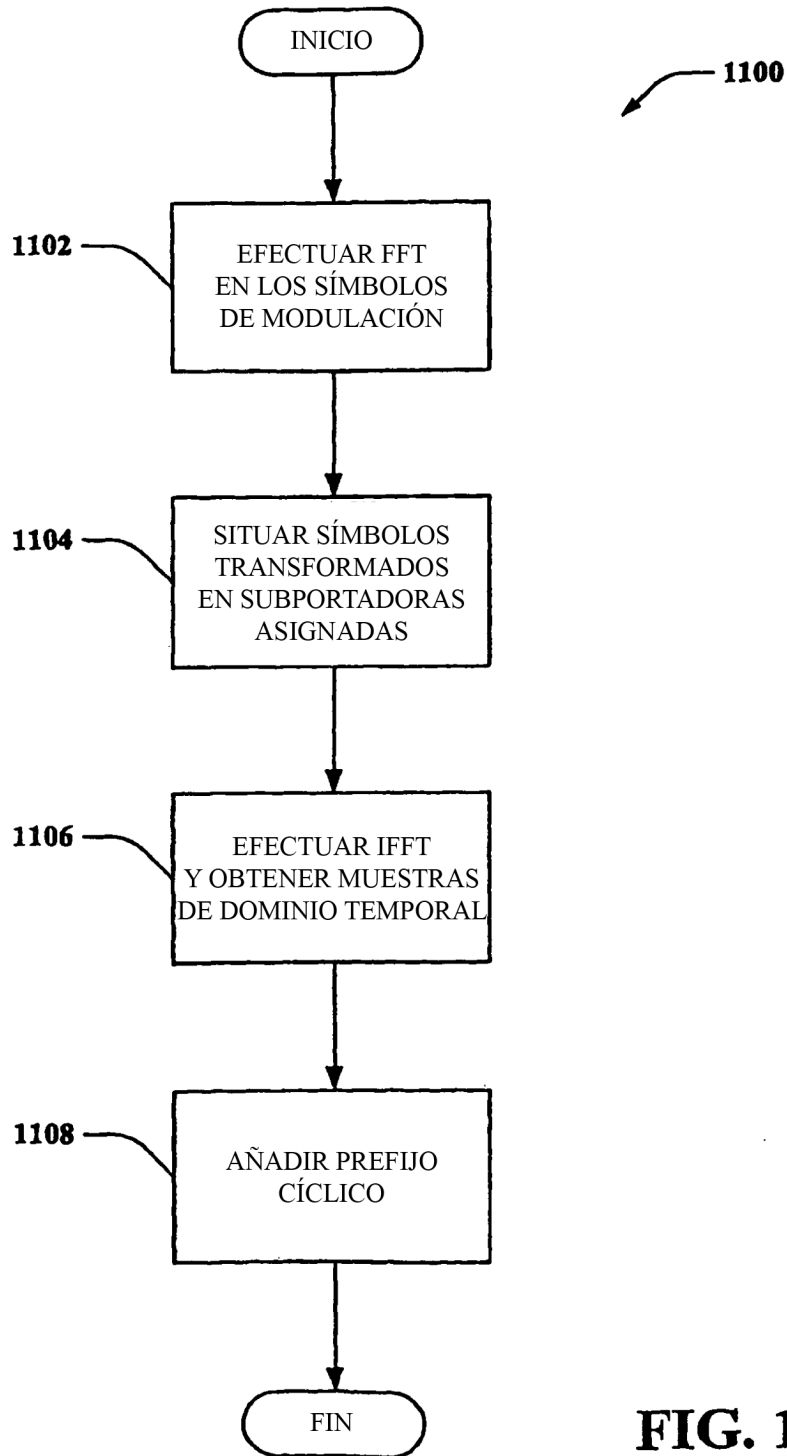


FIG. 11

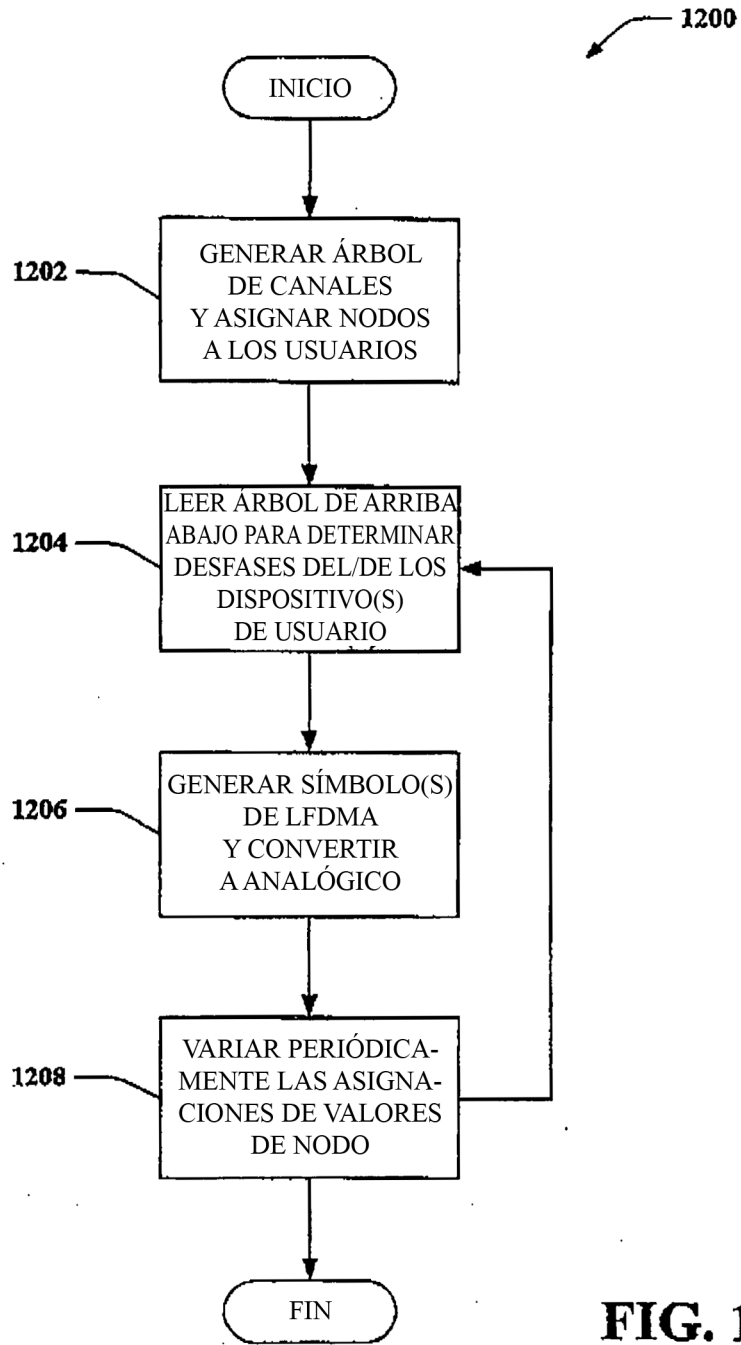


FIG. 12

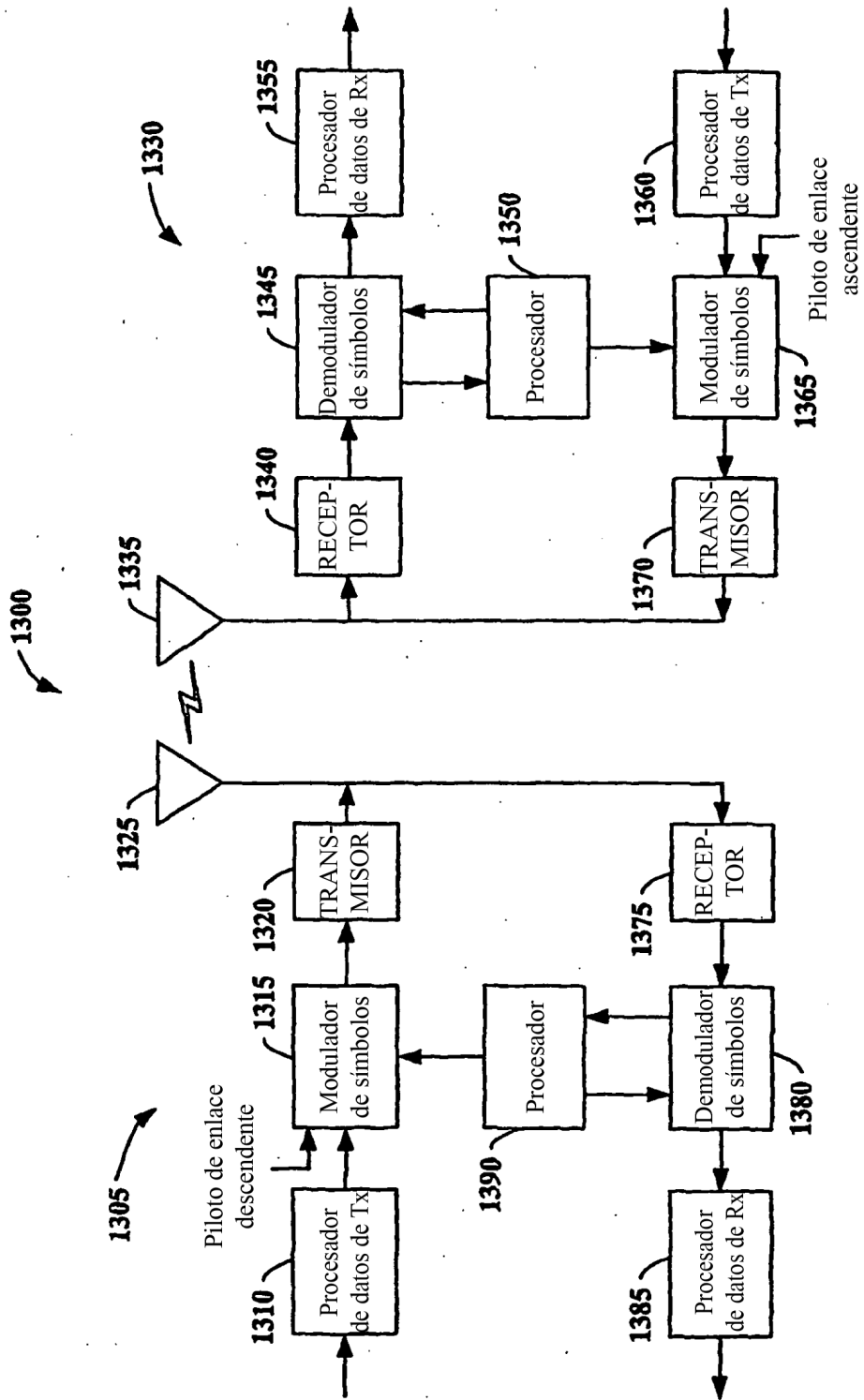


FIG. 13