

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 495**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 72/04 (2013.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04W 84/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2015** **E 21180622 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023** **EP 3902192**

54 Título: **Sistema y método para la asignación de tonos OFDMA en Redes Wi-Fi de próxima generación**

30 Prioridad:

12.06.2014 US 201462011475 P

03.07.2014 US 201462020902 P

23.07.2014 US 201462028208 P

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

23.10.2023

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)

Huawei Administration Building, Bantian,

Longgang District

Shenzhen Guangdong 518129, CN

72 Inventor/es:

SUH, JUNG HOON y

ABOUL-MAGD, OSAMA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 951 495 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

Sistema y método para la asignación de tonos OFDMA en Redes Wi-Fi de Próxima Generación

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método y un aparato para comunicaciones inalámbricas y, en realizaciones particulares, a un método y un aparato para la asignación de tonos OFDMA en las redes Wi-Fi de próxima generación.

Antecedentes

10 Las Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN) de próxima generación se implementarán en entornos de alta densidad que incluyen múltiples puntos de acceso que brindan acceso inalámbrico a un gran número de estaciones móviles en la misma área geográfica. Las WLAN de próxima generación también deberán admitir simultáneamente varios tipos de tráfico con diversos requisitos de calidad de servicio (QoS), ya que los dispositivos móviles se usan cada vez más para acceder a la transmisión de video, juegos móviles y otros servicios. Se está desarrollando la norma 802.11ax del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) para abordar estos desafíos y se espera que proporcione hasta cuatro veces el rendimiento de las redes 802.11ac IEEE.

15 El desplazamiento de frecuencia portadora se mide con frecuencia utilizando tonos o símbolos piloto, que son frecuencias o secuencias conocidas que se pueden medir con relación a sus frecuencias de diseño ideales para determinar el desplazamiento en una frecuencia recibida real. En la publicación de patente de EE. UU. 2011/0194655 de Sampath, et al., se divulga un esquema de desplazamiento de frecuencia portadora. Los autores utilizan los campos de entrenamiento largos de una trama para realizar una compensación de CFO gruesa, a continuación medir y aplicar un desplazamiento de fase (obtenido a partir de un error de fase de la constelación promedio en el símbolo SIG A modulado con VHT) a las subportadoras, lo que contrarresta el efecto del CFO residual.

20 Lars Häring et al. presentan otro planteamiento para tratar con el CFO residual en la publicación "Fine Frequency Synchronization in the Uplink of Multiuser OFDM systems", publicada en IEEE Transactions on Communications, Vol. 57, n.º 12 (diciembre de 2009), páginas 3743-3752, XP011286002.

25 Debido a que un equipo y movimiento de usuarios diferentes manifestarán desplazamientos de frecuencia diferentes en las subportadoras asignadas a los usuarios, se observa una rotación de fase dependiente del usuario. Los autores realizan una estimación de máxima probabilidad (ML) del CFO así como también un desplazamiento de frecuencia de muestreo utilizando bloques OFDM no adyacentes como símbolos piloto, con las subportadoras piloto distribuidas de manera simétrica en torno al tono DC para mantener la independencia de la estimación del CFO y el SFO.

Compendio de la invención

30 La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

Las ventajas técnicas generalmente se logran mediante realizaciones de esta descripción que describen un método para recibir una trama de enlace descendente en un sistema de comunicación inalámbrico de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6, y un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 7 a 12.

Breve descripción de los dibujos

35 Para una comprensión más completa de la presente descripción y las ventajas de la misma, ahora se hace referencia a las siguientes descripciones tomadas junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La FIG. 1 ilustra un diagrama de una red de comunicaciones inalámbricas de la realización;

La FIG. 2 ilustra un diagrama de una trama OFDMA de enlace ascendente de la realización;

40 La FIG. 3 ilustra un diagrama de un esquema de asignación de tonos de la realización para una carga útil de 256 tonos de una trama OFDMA;

La FIG. 4 ilustra un diagrama de un esquema de asignación de tonos de la realización para una unidad de recursos OFDMA (RU);

La FIG. 5 ilustra un diagrama de flujo de un método de la realización para recibir tramas OFDMA de enlace ascendente que no está cubierto por la invención que se reivindica;

45 La FIG. 6 ilustra un diagrama de una configuración de entrada/salida de un módulo IFFT;

La FIG. 7 ilustra un diagrama de un sistema de procesamiento de la realización; y

La FIG. 8 ilustra un diagrama de un transceptor de la realización.

Los números y símbolos correspondientes en las diferentes figuras generalmente se refieren a partes correspondientes

a menos que se indique lo contrario. Las figuras están dibujadas para ilustrar claramente los aspectos relevantes de las realizaciones y no están necesariamente dibujadas a escala.

Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

La fabricación y el uso de las realizaciones se analizan en detalle a continuación. Debe apreciarse, sin embargo, que la presente invención proporciona muchos conceptos inventivos aplicables que pueden incorporarse en una amplia variedad de contextos específicos. Las realizaciones específicas discutidas son meramente ilustrativas de formas específicas de hacer y usar la invención, y no limitan el alcance de la invención. Las asignaciones de tonos OFDMA se analizan en la Solicitud No Provisional de los EE.UU. 14/738,411.

Las redes IEEE 802.11ax utilizarán OFDMA para transmisiones de enlace ascendente de modo que diferentes unidades de recursos (RU) de una trama OFDMA única son comunicados mediante diferentes dispositivos móviles. En particular, las RU transmitidas por diferentes dispositivos móviles pueden no estar completamente alineadas en el dominio de la frecuencia, lo que puede provocar la pérdida de ortogonalidad entre las subportadoras. Los aspectos de esta descripción incluyen símbolos piloto en unidades de recursos (RU) de tramas OFDMA de enlace ascendente para permitir que los puntos de acceso (AP) realicen una compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual tras la recepción. Los puntos de acceso realizan una compensación de desplazamiento de frecuencia residual mediante el seguimiento de una fase de símbolos en las RU en función de los pilotos transportados en las respectivas RU. En algunas realizaciones, se transporta un solo piloto en cada RU. En otras realizaciones, se transportan múltiples pilotos en cada RU. En un ejemplo, la trama OFDMA de enlace ascendente transporta una RU de catorce tonos que consta de 12 tonos de datos y 2 tonos piloto. En otro ejemplo, la trama OFDMA de enlace ascendente transporta una RU de dieciséis tonos que consta de 14 tonos de datos y 2 tonos piloto. En otra realización más, la trama OFDMA de enlace ascendente transporta una RU de veintiocho tonos que consta de 26 tonos de datos y 2 tonos piloto.

Los aspectos de esta descripción proporcionan asignaciones de tono de trama OFDMA de la realización para redes 802.11ax IEEE. En una realización, una trama OFDMA incluye una carga útil de 256 tonos que consta de 228 tonos piloto y de datos y 28 tonos nulos. Los 28 tonos nulos consisten en tonos de protección y al menos un tono de corriente continua (DC). En un ejemplo, la carga útil de 256 tonos consta de 224 tonos de datos, 4 tonos piloto comunes y 28 tonos nulos. En otro ejemplo, la carga útil de 256 tonos consta de 222 tonos de datos, 6 tonos piloto comunes y 28 tonos nulos. En otro ejemplo más, la carga útil de 256 tonos puede constar de 220 tonos de datos, 8 tonos piloto comunes y 28 tonos nulos. La trama OFDMA puede ser una trama OFDMA de enlace descendente o una trama OFDMA de enlace ascendente.

En otra realización, una trama OFDMA incluye una carga útil de 256 tonos que consta de 224 tonos piloto y de datos y 32 tonos nulos. En un ejemplo, la carga útil de 256 tonos consta de 220 tonos de datos, 4 tonos piloto comunes y 32 tonos nulos. En otro ejemplo, la carga útil de 256 tonos consta de 218 tonos de datos, 6 tonos piloto comunes y 32 tonos nulos. En otro ejemplo más, la carga útil de 256 tonos consta de 216 tonos de datos, 8 tonos piloto comunes y 32 tonos nulos. La trama OFDMA puede ser una trama OFDMA de enlace descendente o una trama OFDMA de enlace ascendente. Estos y otros aspectos se describen con mayor detalle a continuación.

La FIG. 1 ilustra una red 100 inalámbrica para comunicar datos. La red 100 inalámbrica incluye un punto 110 de acceso (AP) que tiene un área 101 de cobertura, una pluralidad de dispositivos 120 móviles y una red 130 de retorno. El AP 110 puede comprender cualquier componente capaz de proporcionar acceso inalámbrico, entre otras cosas, estableciendo conexiones de enlace ascendente (línea discontinua) y/o de enlace descendente (línea punteada) con los dispositivos 120 móviles, como una estación base, una estación base mejorada (eNB), una femtocelda y otros dispositivos habilitados de forma inalámbrica. Los dispositivos 120 móviles pueden comprender cualquier componente capaz de establecer una conexión inalámbrica con el AP 110, como una estación móvil (STA) u otros dispositivos inalámbricos. La red 130 de retorno puede ser cualquier componente o conjunto de componentes que permitan el intercambio de datos entre el AP 110 y un extremo remoto. En algunas realizaciones, puede haber múltiples redes de este tipo, y/o la red puede comprender varios otros dispositivos inalámbricos, como retransmisores, nodos de baja potencia, etc.

Los aspectos de esta descripción incluyen señales piloto separadas en RU transportadas en tramas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) de enlace ascendente. La FIG. 2 ilustra una trama 200 OFDMA de enlace ascendente que transporta una pluralidad de RU 220, 230, 240, cada una de las cuales incluye uno o más tonos 222, 232, 242 piloto separados, respectivamente. Al menos algunas de las RU 220, 230, 240 son transmitidas por diferentes estaciones móviles. Debe apreciarse que el número de RU transportadas en una trama OFDMA puede depender de las características (por ejemplo, tamaños) de la trama OFDMA y/o las RU. Los tonos 222, 232, 242 piloto separados están dedicadas a las RU 220, 230, 240 correspondientes. En algunas realizaciones, cada una de las RU 220, 230, 240 lleva un solo tono piloto. En otras realizaciones, al menos una de las RU 220, 230, 240 transporta múltiples tonos piloto. En algunas implementaciones, diferentes RU 220, 230, 240 transportan diferentes números de tonos piloto. El punto de acceso (AP) que recibe la trama 200 OFDMA de enlace ascendente realiza una estimación de desplazamiento de frecuencia de portadora residual en la trama 200 OFDMA de enlace ascendente de acuerdo con los tonos 222, 232, 242 piloto separados transportados por las respectivas RU 220, 230, 240.

La FIG. 3 ilustra un diagrama de un esquema de asignación de tonos de realización para una carga útil 300 de 256

tonos de una trama OFDMA que se comunicará a través de un canal de frecuencia de 20MHz. La trama OFDMA puede ser una trama OFDMA de enlace descendente o una trama OFDMA de enlace ascendente. En la presente invención, la trama OFDMA es una trama OFDMA de enlace descendente.

Como se muestra, la carga útil 300 de 256 tonos incluye tonos 310 piloto y de datos, así como tonos 306 nulos. Los tonos 306 nulos consisten en tonos de protección y al menos un tono de corriente continua (DC). Los tonos de protección pueden evitar la superposición de símbolos OFDMA y reducir la interferencia entre símbolos. El tono o los tonos de DC pueden estar ubicados en la primera y/o última subportadora o subportadoras y los tonos de protección pueden estar ubicados alrededor o cerca de una subportadora central de la trama OFDMA. Los tonos 310 piloto y de datos se dividen en una pluralidad de unidades 320 de recursos (RU).

En una realización, la carga útil 300 de 256 tonos consiste en 228 tonos 310 de datos y piloto y 28 tonos 306 nulos. En un ejemplo, los 228 tonos 310 de datos y piloto consisten en 224 tonos de datos y 4 tonos piloto comunes. En otro ejemplo, los 228 tonos 310 piloto y de datos consisten en 222 tonos de datos y 6 tonos piloto comunes. En otro ejemplo más, los 228 tonos 310 piloto y de datos consisten en 220 tonos de datos y 8 tonos piloto comunes.

En otra realización, la carga útil 300 de 256 tonos consiste en 224 tonos 310 de datos y piloto y 32 tonos nulos 306. En un ejemplo, los 224 tonos 310 de datos y piloto consisten en 220 tonos de datos y 4 tonos piloto comunes. En otro ejemplo, los 224 tonos 310 piloto y de datos consisten en 218 tonos de datos y 6 tonos piloto comunes. En otro ejemplo más, los 224 tonos 310 piloto y de datos consisten en 216 tonos de datos y 8 tonos piloto comunes.

Al menos algunos de los tonos 310 de datos y piloto se dividen en una o más unidades 320 de recursos (RU), que se distribuyen en la trama 200 OFDMA. La FIG. 4 ilustra un diagrama de un esquema de asignación de tonos de la realización para una unidad 400 de recursos (RU) OFDMA. Como se muestra, la RU 400 OFDMA comprende tonos 421 de datos y tonos 422 piloto. En una realización, la RU 400 OFDMA es una RU de catorce tonos que consta de 12 tonos 421 de datos y 2 tonos 422 piloto. En otra realización más, la RU 400 OFDMA es una RU de veintiocho tonos que consta de 26 tonos 421 de datos y 2 tonos 422 piloto.

La FIG. 5 ilustra un diagrama de flujo de un método 500 de la realización para recibir tramas OFDMA de enlace ascendente, como lo podría realizar un punto de acceso (AP) y que no está cubierto por la invención que se reivindica.

Como se muestra, el método 500 comienza en el paso 510, donde el AP recibe una trama OFDMA que transporta RU comunicadas por diferentes estaciones móviles. Cada una de las RU transporta una señal piloto separada. A continuación, el método 500 pasa al paso 520, donde el AP realiza una estimación de desplazamiento de frecuencia portadora residual en la trama OFDMA de enlace ascendente de acuerdo con las señales piloto transportadas por cada una de las RU. La compensación de desplazamiento de frecuencia residual incluye la estimación de un desplazamiento de frecuencia portadora en base a pilotos dedicados transportados en transmisiones OFDMA. Para transmisiones OFDMA de enlace ascendente (UL), la compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual permite que el punto de acceso rastree una fase de cada símbolo en función de los pilotos transportados en las unidades de recursos (RU).

En particular, en la presente invención, la compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual también se realiza en transmisiones OFDMA de enlace descendente (DL) basadas en pilotos transportados en símbolos OFDM. La compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual puede representarse mediante la siguiente fórmula:

$$Y_{n,k} = H_k P_{n,k} e^{j2\pi n \epsilon}$$

donde Y es la señal recibida, n es el índice de símbolo, k es el índice de subportadora donde se ubican los pilotos, H es el canal, P es el piloto y ϵ es el desplazamiento de frecuencia residual de la portadora. En una realización, la compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual se puede realizar de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\hat{\epsilon} = \frac{\hat{\theta}_n}{2\pi}, \text{ donde } \hat{\theta}_n = \angle \left[\sum_{k=\text{pilotos}} Y_{n,k} (H_k P_{n,k})^* \right] = \angle \left[e^{j2\pi n \epsilon} \sum_{k=\text{pilotos}} |H_k|^2 \right].$$

Dado que 802.11 en TGax adopta OFDMA como el nuevo método de utilización del espectro, se necesitan técnicas para establecer la granularidad en las unidades mínimas de recursos (RU) en el dominio de la frecuencia. Las

asignaciones de tonos iniciales para las diversas combinaciones posibles de granularidad se propusieron en la Solicitud de Patente Provisional de los EE.UU. 62/001,394 archivada el 21 de mayo de 2014.

Los aspectos de esta descripción proporcionan diseños/patrones de asignación de tonos adicionales.

Las realizaciones de esta descripción establecen la asignación de tonos de un símbolo OFDM con FFT 256 por 20 MHz. La propuesta en la Solicitud de Patente Provisional de los EE.UU.62/001,394 establezca el número de tonos de protección en veintisiete y el nulo de CC en uno para FFT 256 por 20 MHz, proporcionando así 228 tonos disponibles para datos y señales piloto. En algunas implementaciones, es posible que 228 tonos no hayan sido suficientes para admitir la cantidad de pilotos en un símbolo OFDMA o una RU. Los aspectos de esta descripción proporcionan una asignación de tono alternativa.

En OFDMA de DL, puede haber cuatro, seis u ocho pilotos. Para OFDMA de UL, hay uno o más pilotos (por ejemplo, un piloto, dos pilotos, etc.) para cada RU. Los aspectos de esta descripción proporcionan 224 tonos disponibles para datos y pilotos, con treinta y dos tonos reservados para tonos de guardia y tonos nulos de DC. Si se proporcionan 224 tonos de datos y piloto para OFDMA de DL, entonces es posible admitir cuatro, seis u ocho pilotos en un símbolo OFDMA de 20 MHz, con 220, 218 o 216 tonos disponibles para transportar datos. En algunas realizaciones, los bits de entrada y salida en el codificador de canal son múltiplos enteros para algunos o todos los casos de MCS.

En cuanto a OFDMA de UL, se proporcionan pilotos para cada RU. Cuando hay dieciséis RU por símbolo OFDMA de 20 MHz, se pueden proporcionar catorce tonos (por ejemplo, doce tonos de datos y dos tonos piloto) para cada RU. Cuando hay catorce RU por símbolo OFDMA de 20 MHz, se pueden proporcionar dieciséis tonos (por ejemplo, catorce tonos de datos y dos tonos piloto) para cada RU. Cuando hay ocho RU por símbolo OFDMA de 20 MHz, se pueden proporcionar veintiocho tonos (por ejemplo, veintiséis tonos de datos y dos tonos piloto) para cada RU. También son posibles otras combinaciones.

La FIG. 6 ilustra una configuración de entrada/salida de un módulo IFFT. La configuración de entrada/salida del módulo de FFT inversa (IFFT) puede actualizarse en función de las asignaciones de tonos propuestas descritas anteriormente. Las realizaciones de esta descripción proporcionan una configuración de entrada/salida del módulo IFFT para FFT 256 por 20 MHz bajo la máscara espectral de TX 802.11ac para la asignación de tonos propuesta por esta descripción.

La FIG. 7 ilustra un diagrama de bloques de un sistema 700 de procesamiento de una realización para realizar los métodos descritos en este documento, que puede instalarse en un dispositivo principal. Como se muestra, el sistema 700 de procesamiento incluye un procesador 704, una memoria 706 y las interfaces 710-714, que pueden (o no) estar dispuestas como se muestra en la FIG. 7. El procesador 704 puede ser cualquier componente o colección de componentes adaptados para realizar cálculos y/u otras tareas relacionadas con el procesamiento, y la memoria 706 puede ser cualquier componente o colección de componentes adaptados para almacenar programación y/o instrucciones para que las ejecute el procesador 704. En una realización, la memoria 706 incluye un medio legible por ordenador no transitorio. Las interfaces 710, 712, 714 pueden ser cualquier componente o colección de componentes que permitan que el sistema 700 de procesamiento se comunice con otros dispositivos/componentes y/o un usuario. Por ejemplo, una o más de las interfaces 710, 712, 714 pueden adaptarse para comunicar mensajes de datos, control o gestión desde el procesador 704 a las aplicaciones instaladas en el dispositivo principal y/o un dispositivo remoto. Como otro ejemplo, una o más de las interfaces 710, 712, 714 pueden adaptarse para permitir que un usuario o dispositivo de usuario (por ejemplo, un ordenador personal (PC), etc.) interactúe/se comunique con el sistema 700 de procesamiento. El sistema 700 de procesamiento puede incluir componentes adicionales no representados en la FIG. 7, como almacenamiento a largo plazo (por ejemplo, memoria no volátil, etc.).

En algunas realizaciones, el sistema 700 de procesamiento está incluido en un dispositivo de red que accede a una red de telecomunicaciones o forma parte de ella. En un ejemplo, el sistema 700 de procesamiento está en un dispositivo del lado de la red en una red de telecomunicaciones por cable o inalámbrica, como una estación base, una estación repetidora, un programador, un controlador, una puerta de enlace, un enrutador, un servidor de aplicaciones o cualquier otro dispositivo de la red de telecomunicaciones. En otras realizaciones, el sistema 700 de procesamiento está en un dispositivo del lado del usuario que accede a una red de telecomunicaciones inalámbrica o por cable, como una estación móvil, un equipo de usuario (UE), un ordenador personal (PC), una tableta, un dispositivo de comunicaciones portátil (por ejemplo, un reloj inteligente, etc.), o cualquier otro dispositivo adaptado para acceder a una red de telecomunicaciones.

En algunas realizaciones, una o más de las interfaces 710, 712, 714 conectan el sistema 700 de procesamiento a un transceptor adaptado para transmitir y recibir señales a través de la red de telecomunicaciones. La FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques de un transceptor 800 adaptado para transmitir y recibir señalización a través de una red de telecomunicaciones. El transceptor 800 puede instalarse en un dispositivo principal. Como se muestra, el transceptor 800 comprende una interfaz 802 del lado de la red, un acoplador 804, un transmisor 806, un receptor 808, un procesador 810 de señal y una interfaz 812 del lado del dispositivo. La interfaz 802 del lado de la red puede incluir cualquier componente o colección de componentes adaptados para transmitir o recibir señales a través de una red de telecomunicaciones inalámbrica o por cable. El acoplador 804 puede incluir cualquier componente o colección de componentes adaptados para facilitar la comunicación bidireccional a través de la interfaz 802 del lado de la red. El transmisor 806 puede incluir cualquier componente o colección de componentes (por ejemplo, convertidor ascendente,

amplificador de potencia, etc.) adaptado para convertir una señal de banda base en una señal portadora modulada adecuada para la transmisión a través de la interfaz 802 del lado de la red. El receptor 808 puede incluir cualquier componente o colección de componentes (por ejemplo, convertidor descendente, amplificador de bajo ruido, etc.) adaptado para convertir una señal portadora recibida a través de la interfaz 802 del lado de la red en una señal de banda base. El procesador 810 de señal puede incluir cualquier componente o colección de componentes adaptados para convertir una señal de banda base en una señal de datos adecuada para la comunicación sobre la interfaz o las interfaces 812 del lado del dispositivo, o viceversa. La interfaz o las interfaces 812 del lado del dispositivo pueden incluir cualquier componente o colección de componentes adaptados para comunicar señales de datos entre el procesador 810 de señal y los componentes dentro del dispositivo principal (por ejemplo, el sistema 700 de procesamiento, puertos de red de área local (LAN), etc.).

Las siguientes referencias están relacionadas con el objetivo de la presente solicitud.

- [1] Mujtaba et al., IEEE 802.11-04/887r1, " TGn Sync Complete Proposal" (septiembre de 2004) (copia adjunta).
- [2] Suh et al., Solicitud de Patente Provisional de los EE.UU. N.º de Serie 61/974,282, "UL OFDMA Frame Format and Input/Output Configuration for IFFT module for OFDM(A) Numerologies" (2 de abril de 2014).

REIVINDICACIONES

1. Un método para recibir una trama de enlace descendente (300) en un sistema de comunicación inalámbrica (101), comprendiendo el método:
 - 5 recibir, mediante una primera estación, STA (120), una trama de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, de enlace descendente, y la trama OFDMA de enlace descendente comprende unidades de recursos, RU, diferentes RU en la trama OFDMA de enlace descendente están comunicadas mediante un punto de acceso, AP (110), con diferentes estaciones que incluyen la primera STA (120), en donde cada una de las RU en la trama OFDMA de enlace descendente transporta al menos dos tonos piloto; y
 - 10 realizar compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual (520) en la trama OFDMA de enlace descendente mediante el seguimiento de una fase de símbolos OFDMA en las RU con base en los tonos piloto transportados en cada una de las RU comunicadas por la primera STA, donde la compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual incluye estimar un desplazamiento de frecuencia portadora residual con base en los tonos piloto transportados en la trama OFDMA de enlace descendente.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los tonos piloto transportados en una primera RU en la trama OFDMA de enlace descendente están separados de los tonos piloto transportados en una segunda RU en la trama OFDMA de enlace descendente.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde las RU incluyen una primera RU que tiene un primer número de tonos piloto y una segunda RU que tiene un segundo número de tonos piloto diferente del primer número de tonos piloto.
4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la trama OFDMA de enlace descendente incluye además tonos de datos, y en donde al menos algunos de los tonos de datos y al menos algunos de los tonos piloto se dividen en una primera RU que tiene un primer número de tonos o una segunda RU que tiene un segundo número de tonos, siendo el segundo número el doble del primero.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la primera RU comprende 14 tonos que consisten en 12 tonos de datos y 2 tonos piloto, la segunda RU comprende 28 tonos que consisten en 26 tonos de datos y 2 tonos piloto.
6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la trama OFDMA de enlace descendente tiene una carga útil de 256 tonos en un canal de 20 MHz, que incluye tonos de datos, tonos nulos y tonos piloto.
7. Un aparato que comprende:
 - 30 un procesador (704); y
 - un medio (706) de almacenamiento legible por ordenador que almacena la programación para que la ejecute el procesador, la programación incluye instrucciones para:
 - 35 recibir una trama de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, de enlace descendente, donde la trama OFDMA de enlace descendente comprende unidades de recursos, RU, diferentes RU en la trama OFDMA de enlace descendente están comunicadas mediante un punto de acceso, AP, con diferentes estaciones que incluyen la primera STA, donde cada una de las RU en la trama OFDMA de enlace descendente transporta al menos dos tonos piloto; y
 - 40 realizar una compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual en la trama OFDMA de enlace descendente mediante el seguimiento de una fase de símbolos OFDMA en las RU con base en los tonos piloto transportados en cada una de las RU comunicadas por la primera STA, donde la compensación de desplazamiento de frecuencia portadora residual incluye una estimación de desplazamiento de frecuencia portadora residual con base en los tonos piloto transportado en la trama OFDMA de enlace descendente.
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde los tonos piloto transportados en una primera RU en la trama OFDMA de enlace descendente están separados de los tonos piloto transportados en una segunda RU en la trama OFDMA de enlace descendente.
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en donde las RU incluyen una primera RU que tiene un primer número de tonos piloto y una segunda RU que tiene un segundo número de tonos piloto diferente del primer número de tonos piloto.
10. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde la trama OFDMA de enlace descendente incluye además tonos de datos, y en donde al menos algunos de los tonos de datos y al menos algunos de los tonos piloto se dividen en una primera RU que tiene un primer número de tonos o una segunda RU que tiene un segundo número de tonos, siendo el segundo número el doble del primero.

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la primera RU comprende 14 tonos que consisten en 12 tonos de datos y 2 tonos piloto, la segunda RU comprende 28 tonos que consisten en 26 tonos de datos y 2 tonos piloto.

5 12. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en donde la trama OFDMA de enlace descendente tiene una carga útil de 256 tonos en un canal de 20 MHz, que incluye tonos de datos, tonos nulos y tonos piloto.

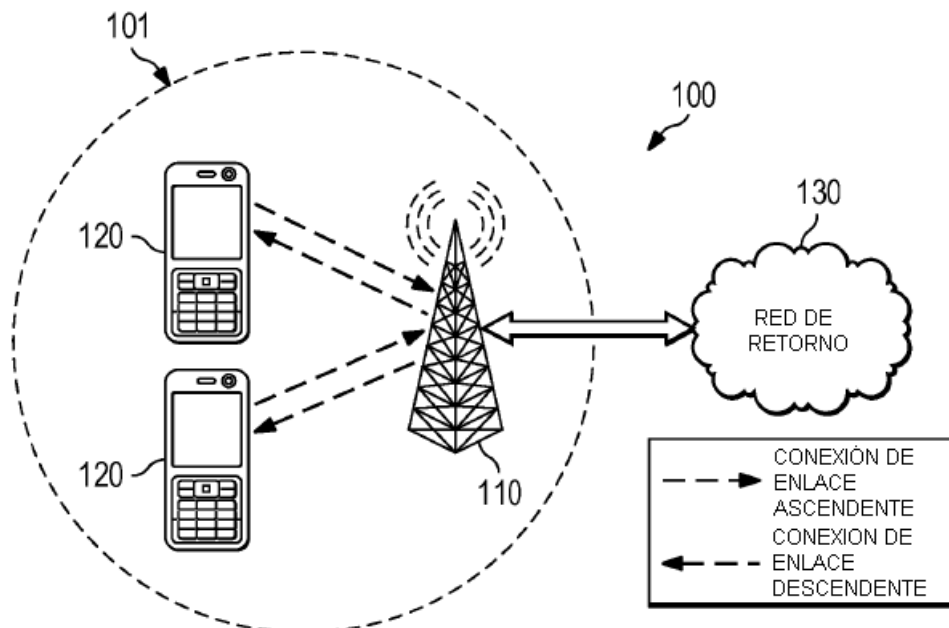


FIG. 1

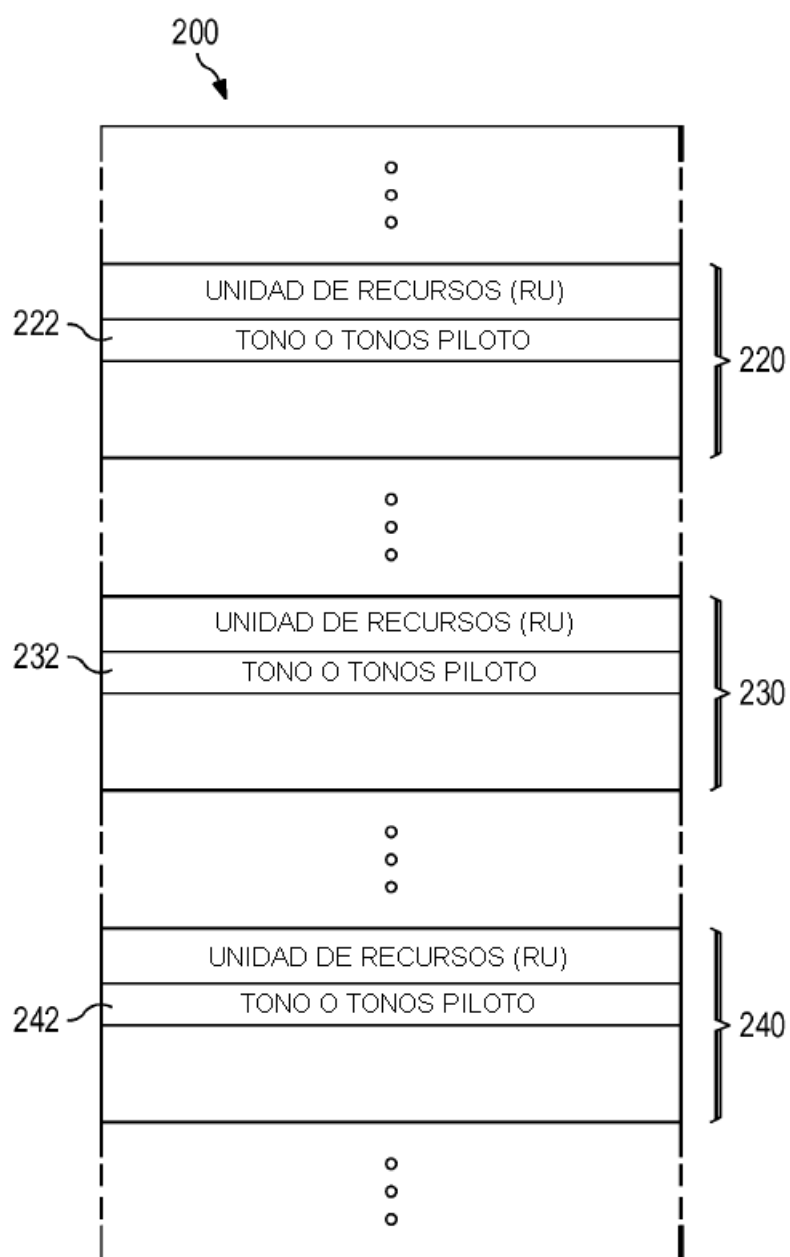


FIG. 2

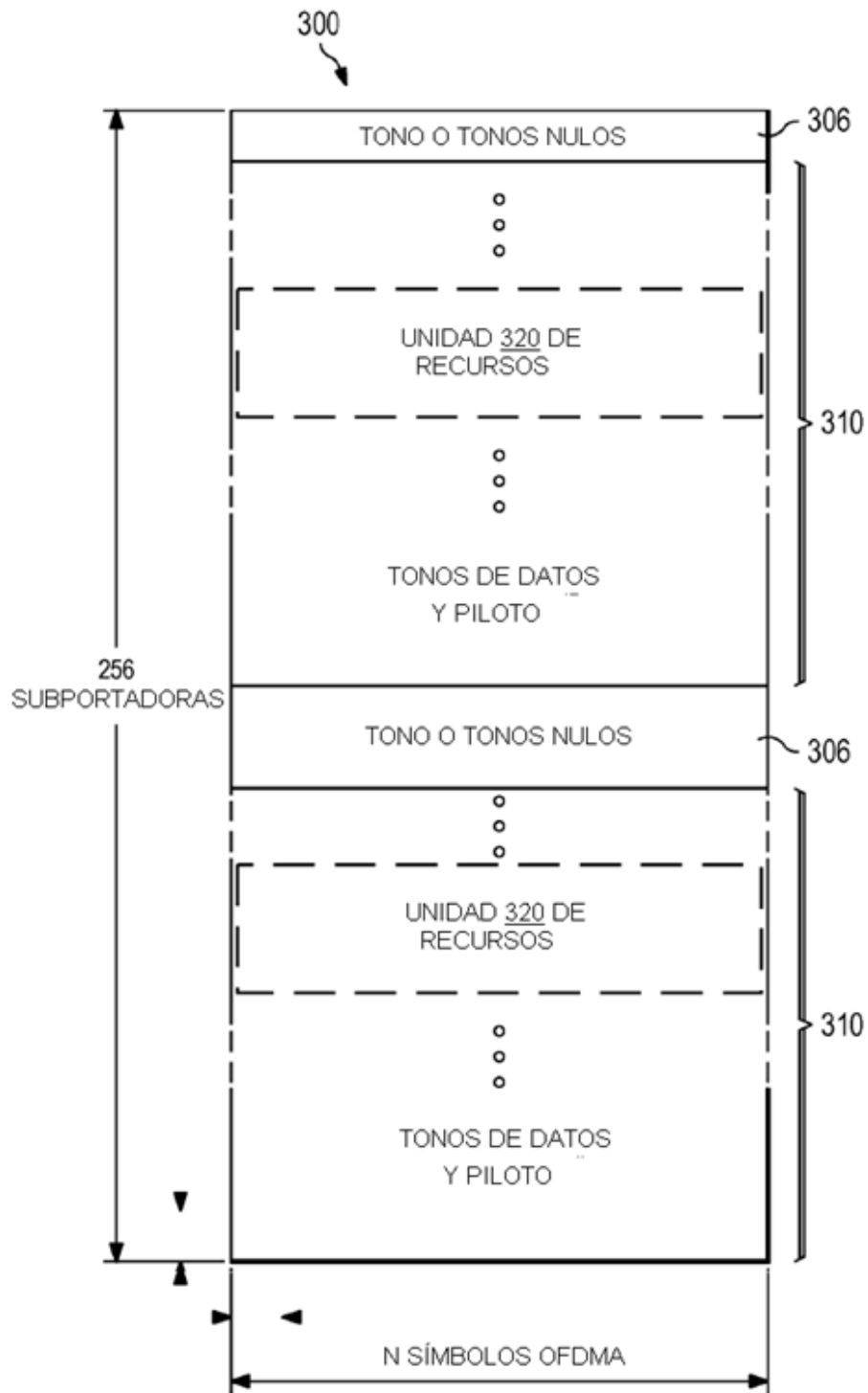


FIG. 3

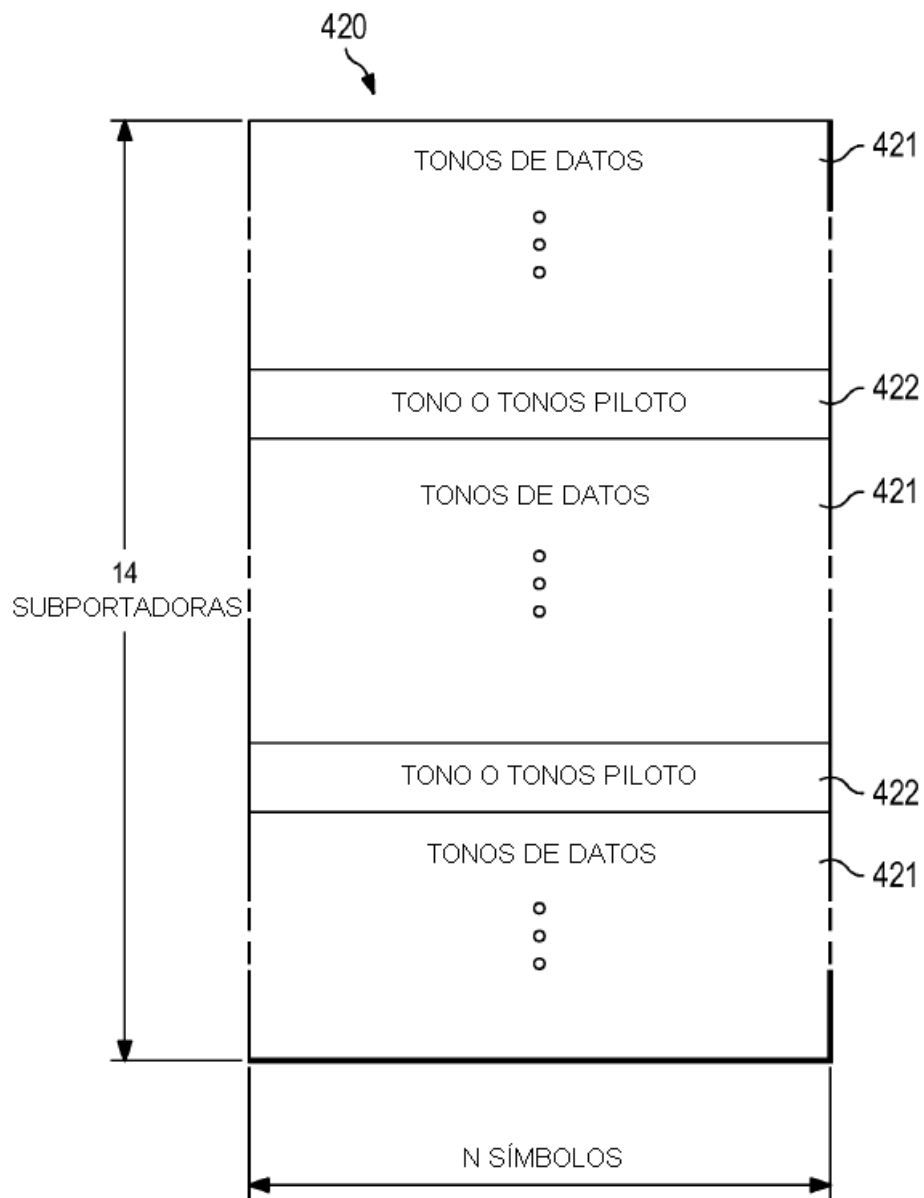


FIG. 4

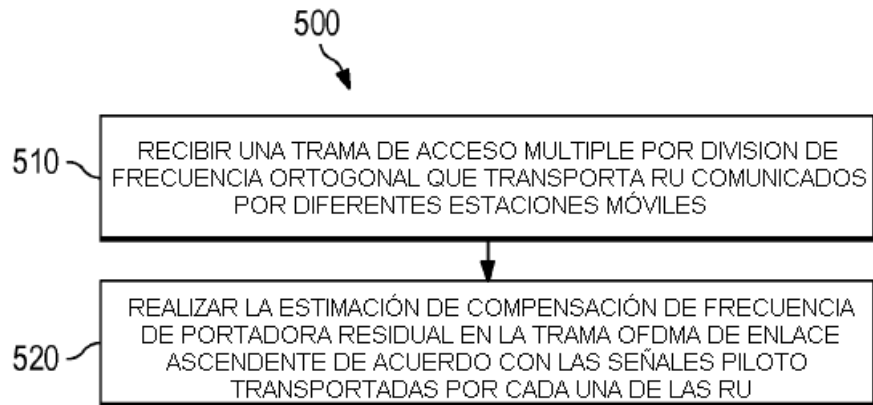


FIG. 5

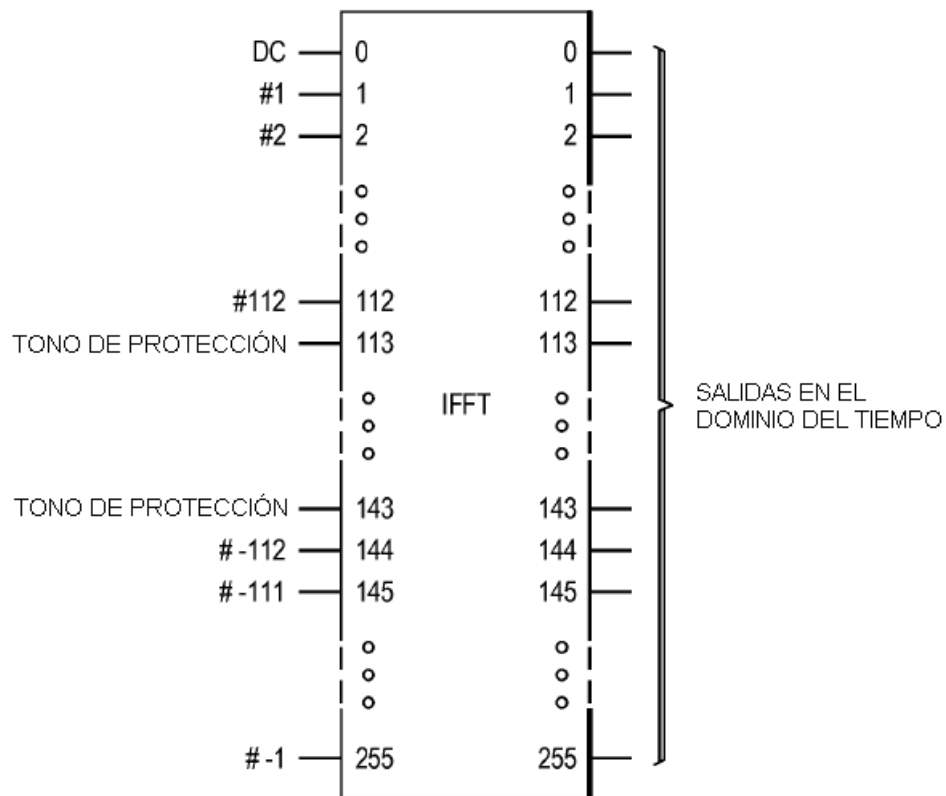


FIG. 6

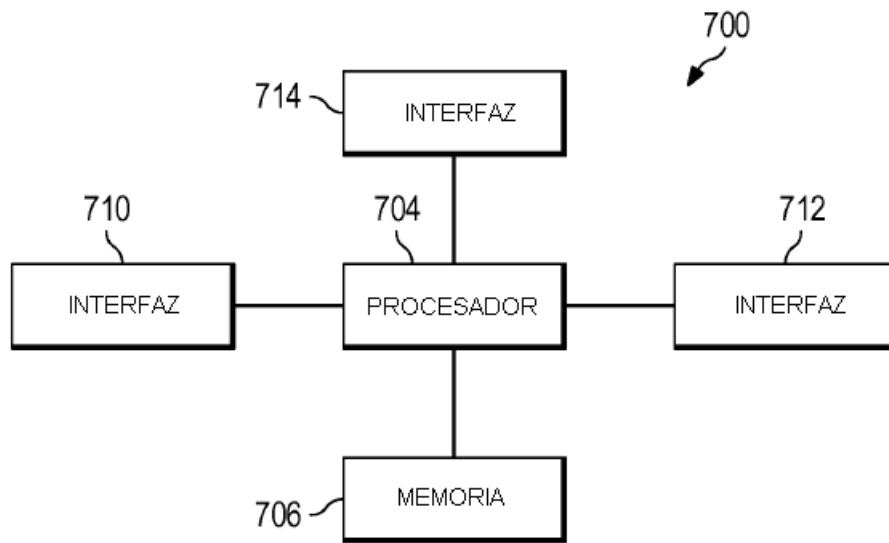


FIG. 7

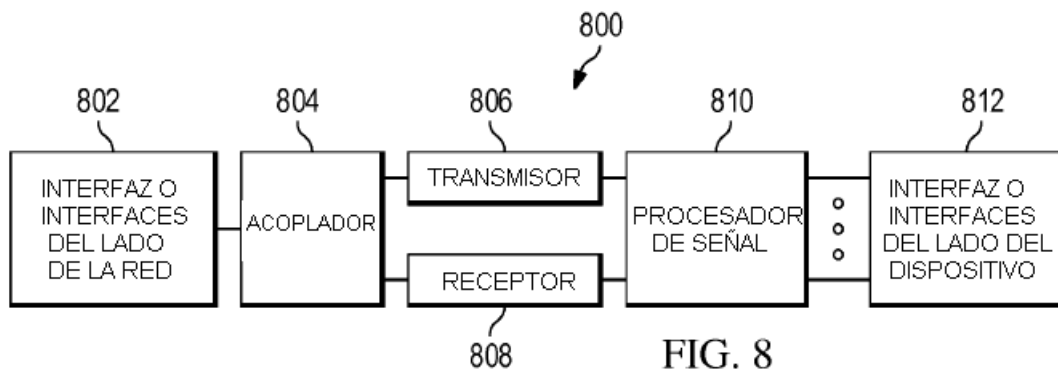


FIG. 8