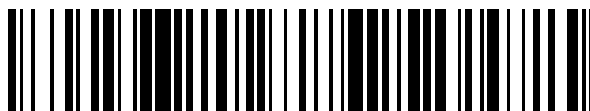


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 104**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2007 PCT/US2007/064302**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.09.2007 WO07109610**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2007 E 07758814 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 1997251**

54 Título: **Red de acceso inalámbrico y método para asignar recursos de tiempo y frecuencia**

30 Prioridad:

20.03.2006 US 784418 P
16.03.2007 US 687393

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2017

73 Titular/es:

INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 MISSION COLLEGE BOULEVARD
SANTA CLARA, CA 95052, US

72 Inventor/es:

LIN, XINTIAN;
LI, QINGHUA;
HO, MINNIE;
TALWAR, SHILPA y
SOMAYAZULU, VALLABHAJOSYULA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 639 104 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

Red de acceso inalámbrico y método para asignar recursos de tiempo y frecuencia

5 CAMPO TÉCNICO

Algunas formas de realización de la presente invención se refieren a redes de acceso inalámbrico. Algunas formas de realización de la presente invención se refieren a comunicaciones de multiportadora.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Algunas redes de acceso inalámbrico, tales como las redes de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) y las redes de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), utilizan una pluralidad de subportadoras de frecuencia individuales para la comunicación. En algunas redes de acceso inalámbrico, las estaciones base asignan estas subportadoras entre varias estaciones de usuario. Los problemas con la dirección de las técnicas de asignación de subportadoras incluyen maximizar el rendimiento para las diversas estaciones de usuarios y la utilización eficiente del ancho de banda.

En consecuencia, existen necesidades generales de redes de acceso inalámbrico y de métodos para asignar los recursos de tiempo y de frecuencia de un canal de comunicación. También hay necesidades generales de redes de acceso inalámbrico y de métodos para asignar los recursos de tiempo y frecuencia de un canal de comunicación que ayuden a maximizar el rendimiento para las estaciones de usuarios, mientras que utilizan eficientemente el ancho de banda del canal.

El documento WO0249305 se refiere a OFDMA con una configuración adaptativa de agrupamientos de subportadoras y una carga selectiva. El documento WO2005069514 se refiere a la transmisión de datos en una red de comunicaciones móviles. El documento WO2006000091 se refiere a preámbulos en un sistema OFDMA. El documento WO2005125250 se refiere a una transferencia suave en un sistema OFDMA. En el documento WO 03/058871 A1, se asignan canales de transmisión basándose en la información de canal recibida desde los receptores. Se evalúan varias hipótesis para determinar el conjunto óptimo de transmisiones de terminales. La relación de señal a ruido SNR o alguna otra estadística de canal para cada terminal es necesaria para evaluar cada hipótesis.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 La Figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de una red de acceso inalámbrico de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención;

La Figura 2 ilustra una asignación de tiempo-frecuencia de una parte de una sub-trama de enlace descendente de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención;

40 La Figura 3 ilustra un espaciado de subportadora y la desviación del espaciado de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención;

La Figura 4A ilustra una sub-trama de enlace descendente sin reenumeración de subportadoras;

45 La Figura 4B ilustra una sub-trama de enlace descendente con subportadoras de reenumeración, desplazadas cíclicamente, de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención; y

50 La Figura 4C ilustra una sub-trama de enlace descendente con numeración alternada inversa de subportadoras, de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción y los dibujos ilustran suficientemente formas de realización específicas de la invención para permitir que los expertos en esta técnica las practiquen. Otras formas de realización pueden incorporar cambios estructurales, lógicos, eléctricos, de procesos y otros cambios. Los ejemplos meramente tipifican posibles variaciones. Los componentes y las funciones individuales son opcionales a menos que se requieran explícitamente, y la secuencia de las operaciones puede variar. Las partes y características de algunas formas de realización pueden estar incluidas en, o sustituidas por, las de otras formas de realización. Las formas de realización de la invención expuestas en las reivindicaciones abarcan todos los equivalentes disponibles de dichas reivindicaciones. Las formas de realización de la invención se pueden referir aquí, individual o colectivamente, por el término "invención" simplemente por conveniencia y sin la intención de limitar el alcance de esta solicitud a cualquier invención o idea inventiva única, si más de una se revela de hecho.

65 Según la presente invención, existe un método para asignar unidades de tiempo-frecuencia de una sub-trama de enlace descendente en una red de acceso inalámbrico según la reivindicación 1 y un aparato según la reivindicación 11.

En las reivindicaciones dependientes se presentan formas de realización ventajosas de la invención.

La Figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de una red de acceso inalámbrico, de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención. En la red de acceso inalámbrico 100, la estación base 102 puede asignar unidades de tiempo-frecuencia de la sub-trama de enlace descendente 103 a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 y a estaciones de usuarios en bucle abierto 106. En algunas formas de realización, la estación base 102 puede asignar grupos contiguos de subportadoras de datos de la sub-trama de enlace descendente 103 a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104, y puede asignar las subportadoras de datos restantes de la sub-trama de enlace descendente 103 a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 para aumentar la diversidad en frecuencias.

En algunas formas de realización, la estación base 102 puede incluir un dispositivo de asignación de unidades de tiempo-frecuencia (TFUA) 110 que puede realizar las asignaciones. El dispositivo de asignación de unidades de tiempo-frecuencia 110 puede comprender software o una combinación de hardware, firmware y software. Varias formas de realización de las operaciones de asignación del dispositivo de asignación de unidades de tiempo-frecuencia 110 se describen con más detalle a continuación.

La estación base 102 puede acoplarse a una o más antenas 101 para comunicar señales de RF con estaciones de usuarios 104 y 106. Las estaciones de usuarios 104 y 106 también pueden acoplarse a una o más antenas 105 para comunicarse con una o más estaciones base, tal como la estación base 102.

La Figura 2 ilustra la asignación de tiempo-frecuencia de una parte de una sub-trama de enlace descendente de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención. La sub-trama de enlace descendente 103 puede corresponder a la sub-trama de enlace descendente 103 (Figura 1). La sub-trama de enlace descendente 103 comprende unidades de tiempo-frecuencia 201, que pueden comprender una o más subportadoras en frecuencia y una o más unidades de tiempo 205 a la vez. Haciendo referencia a las Figuras 1 y 2 conjuntamente, y de conformidad con algunas formas de realización, la estación base 102 asigna grupos contiguos 204 de subportadoras de datos de la sub-trama de enlace descendente 103 a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 (es decir, con diversidad en frecuencia reducida) y asigna las subportadoras de datos restantes 206 de la sub-trama de enlace descendente 103 a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 (es decir, con mayor diversidad en frecuencias).

En la Figura 2, los números 1 a 5 mostrados dentro de las unidades de tiempo-frecuencia 201 pueden corresponder a una estación de usuario en bucle abierto particular 106 a la que puede ser asignada esa unidad de tiempo-frecuencia particular 201. Por simplicidad, la sub-trama de enlace descendente 103 se ilustra en la Figura 2 como teniendo solamente ocho subportadoras (en frecuencia); sin embargo, las puestas en práctica reales pueden incluir hasta cien o más subportadoras.

En algunas formas de realización, la estación base 102 puede asignar grupos contiguos 204 de las subportadoras de datos a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 para cada unidad de tiempo 205 dentro del sub-trama de enlace descendente 103. La estación base 102 también puede asignar subportadoras de datos restantes 206 no contiguas a cada estación de usuario en bucle abierto 106 para cada unidad de tiempo 205 dentro de la sub-trama de enlace descendente 103. En estas formas de realización, la diversidad en tiempos así como la diversidad en frecuencias pueden maximizarse para cada estación de usuario en bucle abierto 106.

En algunas formas de realización, la red de acceso inalámbrico 100 puede ser una red de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), y cada unidad de tiempo 205 puede comprender un símbolo OFDMA. La estación base 102 puede asignar los mismos grupos contiguos 204 de las subportadoras de datos a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 para una pluralidad de símbolos OFDMA. La estación base 102 puede asignar diferentes de las subportadoras de datos restantes 206 a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 para cada símbolo OFDMA. En estas formas de realización, los mismos grupos contiguos 204 de las subportadoras de datos pueden asignarse a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 para más de uno o todos los símbolos OFDMA de la sub-trama 103 de enlace descendente. En algunas formas de realización de LTE 3GPP, descritas más adelante, pueden existir seis o siete símbolos OFDMA de una sub-trama de enlace descendente, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto. En algunas formas de realización alternativas, las mismas subportadoras de datos restantes 206 pueden ser asignadas a estaciones 106 de usuario en bucle abierto para más de uno o todos los símbolos OFDMA de la sub-trama 103 de enlace descendente, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

Una ventaja de asignar grupos contiguos 204 de las subportadoras de datos a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 para una pluralidad de símbolos OFDMA es que la variación de respuesta del canal a través de la frecuencia puede ser mayor en el transcurso del tiempo. Otra ventaja de asignar los grupos contiguos 204 de las subportadoras de datos a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 para una pluralidad de símbolos OFDMA, en lugar de una base por símbolo, es que dicha sobrecarga puede ser reducida. Dicho de otro modo, el bloque de tiempo-frecuencia asignado puede proporcionarse en un intervalo más estrecho en la frecuencia y en un intervalo más amplio en el tiempo. Por otra parte, para las estaciones de usuarios en bucle abierto 206, puede ser deseable aumentar la diversidad en frecuencias, de manera que las subportadoras asignadas a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 puedan estar ampliamente distribuidas a través de la frecuencia (es decir, en un intervalo de frecuencias más grande).

5 En algunas formas de realización, para cada unidad de tiempo 205, los grupos contiguos 204 de subportadoras de datos pueden asignarse a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 antes de la asignación de las subportadoras de datos restantes 206 a las estaciones de usuarios en bucle abierto 106. En estas formas de realización, en cada unidad de tiempo posterior 205, después de una asignación inicial de grupos contiguos 204 de subportadoras de datos a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104, las subportadoras de datos restantes 206 pueden ser reasignadas a estaciones de usuarios en bucle abierto 106.

10 En algunas formas de realización, la estación base 102 puede asignar subportadoras de datos restantes 206 a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 dividiendo sistemáticamente una secuencia de subportadoras de datos contiguas restantes en múltiples subsecuencias y asignando subportadoras de datos asociadas con una de las múltiples secuencias a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 sobre una base por secuencia. Estas formas de realización se describen con más detalle a continuación. En algunas formas de realización, las subsecuencias múltiples pueden seleccionarse para que tengan longitudes variables. En otras formas de realización, las subsecuencias múltiples pueden seleccionarse para tener la misma longitud. En estas formas de realización que utilizan múltiples subsecuencias de la misma longitud o longitud variable, las subportadoras de datos restantes 206 pueden intermezclarse entre estaciones de usuarios en bucle abierto 106, lo cual puede ayudar a maximizar tanto la diversidad en frecuencias como la diversidad en tiempos.

20 En algunas formas de realización, la estación base 102 puede reasignar las subportadoras de datos restantes 206 del sub-trama de enlace descendente 103 a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 desplazando cíclicamente las subportadoras de datos restantes 206 para cada una o más unidades de tiempo 205. Las subportadoras de datos restantes 206 pueden ser reasignadas a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 basándose en el desplazamiento cíclico. Un ejemplo de lo que antecede se ilustra en la Figura 4B, según se describe con más detalle a continuación.

25 En algunas otras formas de realización, la estación base 102 puede reasignar las subportadoras de datos restantes 206 de la sub-trama de enlace descendente 103 a las estaciones de usuarios 106 en bucle abierto mediante la reenumeración de las subportadoras de datos restantes 206 para cada una o más unidades de tiempo 205. Las subportadoras de datos restantes 206 pueden ser reasignadas a estaciones 106 de usuarios en bucle abierto basándose en la reenumeración. Un ejemplo de esta forma de realización se ilustra en la Figura 4C y se describe con más detalle a continuación.

30 Las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 pueden comprender estaciones de usuarios con un estado de canal conocido, y las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 comprenden estaciones de usuarios con un estado de canal desconocido. En algunas formas de realización, la estación base 102 puede seleccionar grupos contiguos 204 de subportadoras de datos para asignación basándose en información de estado de canal favorable proporcionada por estaciones de usuarios en bucle cerrado 104, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto. En estas formas de realización, las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 pueden realimentar información de estado de canal, de tipo parcial o completo, a la estación base 102. En estas formas de realización, la estación base 102 puede seleccionar un grupo contiguo de subportadoras para asignarse a una estación de usuario en bucle cerrado 104 basándose en la información de estado del canal realimentada.

35 En algunas formas de realización, la estación base 102 puede asignar grupos contiguos 204 de subportadoras de datos basándose en un índice proporcionado por estaciones de usuarios en bucle cerrado 104. El índice puede indicar un grupo de subportadoras de datos contiguas seleccionadas por una estación de usuario en bucle cerrado particular 104. En estas otras formas de realización, las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 pueden retroalimentar un índice a la estación base 102 que indica una sub-banda deseada (esto es, un grupo contiguo de subportadoras). En estas formas de realización, la estación base 102 puede asignar un grupo contiguo 204 de subportadoras a una estación de usuario en bucle cerrado particular 104 que se indica por el índice.

40 En algunas formas de realización, la estación base 102 puede determinar el número de las subportadoras de datos de un grupo contiguo para asignar a cada estación de usuario en bucle cerrado 104 basándose en un ancho de banda de coherencia de un canal asociado con cada una de las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto. En algunas formas de realización, el número de subportadoras de datos de un grupo asignado a las estaciones en bucle cerrado puede variar (esto es, su magnitud puede variar) ya que no existe ningún requisito de que cada grupo contiguo 204 comprenda el mismo número de subportadoras.

45 En algunas formas de realización, la sub-trama de enlace descendente 103 puede comprender un conjunto de subportadoras pilotos. Ambas estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 y las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 pueden utilizar el mismo conjunto de subportadoras pilotos para la estimación de canal para su uso en el procesamiento de los datos recibidos. En estas formas de realización, las subportadoras pilotos pueden ser comunes a ambas estaciones de usuarios en bucle cerrado y en bucle abierto 104, 106. Según se ha descrito con anterioridad, las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 pueden proporcionar información de estado de canal, basada en estimaciones de canal, a la estación base 102. En algunas formas de realización, una estación de usuario en bucle abierto 106 puede convertirse en una estación de usuario en bucle cerrado 104 después de proporcionar información de estado de canal a la estación base 102. Por otra parte, una estación de usuario en bucle cerrado 104 puede convertirse

en una estación de usuario en bucle abierto 106 cuando la estación base 102 ya no posee información de estado de canal válida para esa estación de usuario.

5 En algunas formas de realización, la estación base 102 puede utilizar la formación de haces para enviar datos a algunas estaciones de usuarios en bucle cerrado 104. En estas formas de realización, algunas subportadoras pilotos dedicadas pueden enviarse a través de un canal formado por haz para permitir a una estación de usuario en bucle cerrado 104
10 estimar una matriz de formación de haz, o ponderaciones, y la matriz de respuesta de canal. Estas subportadoras pilotos dedicadas no suelen, en general, recibirse ni utilizarse por otras estaciones de usuarios. De conformidad con algunas formas de realización, las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104, que no emplean la formación de haces, pueden conseguir un rendimiento aumentado seleccionando una sub-banda favorable, según se describió con anterioridad. En formas de realización que emplean la formación de haces, las subportadoras pilotos comunes no se forman por haces, de modo que todas las estaciones de usuarios puedan ser capaces de estimar la respuesta de canal sin verse afectadas por ponderaciones de formación de haces.

15 Aunque la estación base 102 se ilustra como teniendo varios elementos funcionales separados, uno o más de los elementos funcionales se pueden combinar y pueden realizarse mediante combinaciones de elementos configurados por software, tales como elementos de procesamiento que incluyen procesadores de señales digitales (DSPs) y/o otros elementos de hardware. Por ejemplo, algunos elementos, tales como TFUA 110, pueden comprender uno o más microprocesadores, DSPs, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASICs) y combinaciones de diversos equipos
20 físicos y de circuitería lógica para realizar al menos las funciones que aquí se describen. En algunas formas de realización, los elementos funcionales de la estación base 102, tal como TFUA 110, pueden referirse a uno o más procesos que operan sobre uno o más elementos de procesamiento.

25 Para las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104, puede no ser muy probable que cada estación de usuario en bucle cerrado 104 planificada sea la sub-trama de enlace descendente 103 que actúe sobre su respuesta de canal de pico porque los picos de diferentes estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 pueden entrar en colisión, (esto es, dos estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 desean la misma subportadora o grupo de subportadoras). De forma similar, es probable que algunas subportadoras puedan ser desfavorables para numerosas estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 y no deberían asignarse a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104. Lo que antecede puede crear
30 usos innecesarios para el recurso de sistemas. Debido a que las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 no son particulares en cuanto a las subportadoras, que se asignan, en tanto que las subportadoras asignadas tengan suficiente intervalo de frecuencia (o de tiempo) (es decir, diversidad en frecuencias), la combinación de los dos modos de asignación de subportadoras, según se describió con anterioridad, puede ayudar a reducir dichos usos innecesarios, lo que resulta en un uso más eficiente del ancho de banda del canal. En estas formas de realización, la estación base 102 puede asignar, en primer lugar, grupos contiguos 204 de subportadoras (usando una técnica localizada) a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 cuya información de estado de canal está disponible y puede, entonces, asignar las subportadoras restantes 206 a estaciones de usuarios en bucle abierto 106. Algunas formas de realización específicas para asignar las subportadoras restantes 206 a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 se describen con más detalle a continuación.

40 En algunas formas de realización, las subportadoras restantes 206 pueden ser reenumeradas primero para formar un grupo. La estación base 102 puede asignar subportadoras en el grupo a diferentes estaciones de usuarios en bucle abierto 106. El número de subportadoras asignadas a cada una de las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 puede ser diferente. Un objetivo para la asignación de subportadoras a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 es ayudar a aumentar o maximizar la diversidad en frecuencias. En algunas formas de realización, la estación base 102 puede aplicar dos criterios: intervalo de alcance y uniformidad. En estas formas de realización, las subportadoras asignadas pueden extenderse en el ancho de banda restante lo más ampliamente posible y la suma de las desviaciones del espaciado de la subportadora puede minimizarse para cada una de las estaciones de usuarios en bucle abierto 106. Cuanto menor sea la desviación, tanto más uniforme puede ser el espaciado de subportadora para una estación de usuario en bucle abierto 106 particular.

55 Algunas formas de realización para asignar las subportadoras restantes 206 entre estaciones de usuarios en bucle abierto 106 dividen una secuencia de números naturales en subsecuencias, de tal manera que se minimice la suma de las desviaciones del espaciado de la subsecuencia. La asignación puede permanecer constante para uno o múltiples símbolos OFDMA, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto. En estas formas de realización:

N_s = el número de subportadoras disponibles;

60 K = el número de estaciones de usuarios en bucle abierto planificadas 106;

L_k = el número de subportadoras que se necesita por la k -ésima estación de usuario.

La optimalidad de la técnica de asignación puede medirse por la suma de las desviaciones en el espaciado de subportadora de cada estación de usuario como sigue:

65

$$m = \sum_{k=1}^K e_k$$

en donde

5 $d_k(i) = c_k(i) - c_k(i-1)$ es el i -ésimo espaciado de subportadora de la k -ésima estación de usuario, $i = 2, \dots, L_k$; $c_k(i)$ es la

ubicación de subportadora; $e_k = \sum_{i=1}^{L_k} |d_k(i) - \bar{d}_k|^\gamma$ es la desviación de espaciado medio para la k -ésima estación de usuario γ es un número entero, p.ej. 1 o 2. Un ejemplo de esta técnica de asignación se ilustra en la Figura 3.

10 En algunas formas de realización, se realiza la división de frecuencias. En estas formas de realización, N_s subportadoras pueden asignarse a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 de conformidad con sus cargas, L_k s. Las cargas, L_k s, se pueden clasificar en orden decreciente, de modo que $L_{k-1} \geq L_k$ para $k = 2, \dots, K$.

15 En algunas formas de realización, se puede realizar una asignación óptima. En estas formas de realización, el factor común de la relación $L_1 : L_2 : \dots : L_K$ puede eliminarse primero y la relación resultante es $l_1 : l_2 : \dots : l_K$. La asignación óptima para la relación se puede encontrar usando el algoritmo de búsqueda de Viterbi, aunque el alcance de la invención no está limitado en este respecto. Puesto que la búsqueda puede ser consumidora de tiempo, el patrón de asignación para cada relación utilizable se puede calcular y memorizarse fuera de línea, aunque el alcance de la invención no está limitado en este respecto.

20 En algunas formas de realización, se puede realizar una sub-asignación óptima. En estas formas de realización, el factor común de la relación $L_1 : L_2 : \dots : L_K$ puede eliminarse primero y la relación resultante puede ser $l_1 : l_2 : \dots : l_K$. La sub-asignación óptima para la relación puede calcularse usando el algoritmo 'round' (redondeo). Puesto que el cálculo puede ser simple, el patrón de asignación puede generarse en línea mediante, a la vez, la estación base 102 y las estaciones de usuarios 104, 106.

25 En algunas formas de realización, el proceso siguiente puede utilizarse para determinar la asignación sub-óptima. Una técnica de 'redondeo' puede utilizarse para las primeras clasificaciones de las cargas de las estaciones de usuarios como $l_1 \geq \dots \geq l_K$, y luego, asignar las subportadoras restantes 206 a cada una de las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 como sigue.

30 1) Establecer $n = 1$.

2) Calcular el índice en las subportadoras restantes $q_i = \text{round}\left(\frac{i}{l_n} \sum_{k=n}^K l_k\right)$ y asignar la q_i -ésima subportadora a la estación de usuario n para $i=1 \dots L_n$.

35 3) Renumerar las subportadoras restantes.

4) Si $n < K$, aumentar n y volver a la etapa 2. De no ser así, asignar las subportadoras restantes a la estación de usuario K .

40 El término "redondeo" se refiere a la función "redondear" que aproxima un número real al número entero más cercano, y la función puede ser reemplazada por funciones enteras tales como los límites inferior y superior. Puesto que una primera estación de usuario en bucle abierto 106 puede recibir un espaciado óptimo para sus subportadoras, la técnica puede asignar las subportadoras restantes a una estación 106 de usuario en bucle abierto con la mayor carga en primer lugar. Como resultado, a una estación de usuario en bucle abierto asignada con anterioridad 106 se le puede asignar subportadoras con mejor espaciado que a una estación de usuario en bucle abierto asignada más tarde 106 porque hay más opciones disponibles para la anterior.

50 En otra forma de realización, algunas subportadoras no se asignan a ninguna de las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 porque pueden existir subportadoras restantes después de la asignación. En estas formas de realización, se puede utilizar una estación de usuario virtual (o ficticia) para las subportadoras no asignadas. La estación de usuario virtual puede tratarse de la misma manera que las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 y puede utilizar las técnicas de asignación descritas con anterioridad. La carga de la estación de usuario virtual puede clasificarse con estaciones de usuarios reales. Después de asignar todas las subportadoras, no se transmiten datos sobre las subportadoras asignadas a la estación de usuario virtual. En otras formas de realización, el algoritmo de "redondeo" se puede modificar para admitir una estación de usuario virtual.

En otras formas de realización, las cargas de las estaciones de usuarios en bucle abierto 106 L_k s, pueden clasificarse en orden decreciente, de modo que sea $L_{k-1} \geq L_k$ para $k = 2, \dots, K$. La carga de una estación de usuario virtual se puede

indicar como L_{K+1} siendo $N_s = \sum_{k=1}^K L_k$. Conviene señalar que L_{K+1} puede ser mayor que algunos L_k para $k = 1, \dots, K$. El factor común de la relación $L_1 : L_2 : \dots : L_K : L_{K+1}$ puede eliminarse primero y la relación resultante es $l_1 : l_2 : \dots : l_K : l_{K+1}$.

Se puede usar el siguiente procedimiento:

- 5 1) Establecer $n = 1$.
- 2) Calcular el índice en las subportadoras restantes $q_i = \text{round}\left(\frac{i}{l_n} \sum_{k=n}^{K+1} l_k\right)$ y asignar la q_i -ésima subportadora a una estación de usuario n para $i = 1 \dots L_n$. La denominación de la técnica procede de la función "round" (redondeo) que redondea un número real al número entero más próximo, y la función puede sustituirse por funciones de números enteros, tales como las que se refieren a dichos límites inferior y superior.
- 3) Renumerar las subportadoras restantes.
- 15 4) Si $n \leq K$, aumentar n y volver a la etapa 2. De no ser así, interrumpir el proceso y las subportadoras restantes no se utilizan.

El procedimiento descrito anteriormente puede utilizarse para añadir una estación de usuario virtual en el último lugar cuando se asignan los grupos restantes 206 de subportadoras. De forma similar, la estación de usuario virtual se puede añadir en primer lugar y las subportadoras no utilizadas se pueden extraer primero usando el algoritmo sub-óptimo en el caso 1, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

En otras formas de realización, las subportadoras asignadas pueden extenderse a través de todo el ancho de banda para estaciones de usuarios reales en bucle abierto 106. En redes que incluyen más de una estación base y cuando las estaciones base no coordinan eficazmente su asignación de recursos entre sí, la estación base 102 puede extender las subportadoras asignadas para las estaciones 106 de usuario en bucle abierto para evitar la interferencia entre canales. Por ejemplo, si dos estaciones base comparten las subportadoras y cada célula puede tener tres estaciones de usuario, a cada estación de usuario se le puede asignar una subportadora. Utilizando la técnica 1, la célula 1 puede usar subportadoras 8, 9, 10 y la célula 2 también usa subportadoras 8, 9, 10. Si no hay diferencia en la numeración de subportadoras en ambas células, las dos células pueden interferir entre sí. Si hay una diferencia en la numeración o hay coordinación entre las células, los dos conjuntos de subportadoras contiguas pueden separarse entre sí. Cuando hay poca o ninguna coordinación entre las células de las estaciones base, puede ser más deseable dispersar las subportadoras contiguas asignadas para evitar la superposición. Cuando existe coordinación entre estaciones base, el efecto contiguo de las técnicas de asignación descritas anteriormente puede ser deseable para la evitación de interferencias.

En algunas formas de realización, la siguiente técnica de asignación de subportadoras puede utilizarse para ayudar a igualar el recurso asignado a las estaciones de usuarios.

$$L = \sum_{k=1}^K L_k$$

40 En primer lugar, el conjunto de recursos físicos se define como $S_i = i, i=1, 2, \dots, N_s$, en donde N_s es el número total de subportadoras asignadas para las estaciones de usuarios reales; $N_s \geq L$, y definen el factor de espaciado como $S = \lceil N_s / L \rceil$. Las etapas en este proceso pueden ser como sigue:

- 45 1) Clasificar las estaciones de usuarios en función de sus necesidades de recursos de subportadoras, de modo que $l_1 \geq l_2 \geq \dots \geq l_K$.
- 2) Establecer $n = 1$ y $\tilde{N}_s = N_s$

$$j = \begin{cases} iS, & i = 1, \dots, \left\lceil \frac{\tilde{N}_s}{S} \right\rceil \\ \text{mod}(iS - 1, N_s) + 1, & i > \left\lceil \frac{\tilde{N}_s}{S} \right\rceil \end{cases}$$

3) Para $i=1, \dots, l_n$, definir

50

$$q_i = \text{ceil} \left(\frac{j}{l_n} \sum_{k=1}^K l_k \right), i = 1, \dots, l_n$$

4) Calcular el conjunto de índices $\{q_i\}$, en donde *ceil* puede sustituirse por *round* o *floor*, y modificarlo, además, para obtener $q_i = \text{mod}(q_i - 1, \tilde{N}_s) + 1$. A continuación, asignar el conjunto de elementos de recursos (subportadoras) $\{q_i\}$, para $i = 1, \dots, l_n$ en $\{S_j\}$ al n -ésimo usuario con el requerimiento l_n .

5) Eliminar las subportadoras asignadas en la etapa anterior a partir de $\{S_j\}$ para formar el conjunto actualizado de subportadoras restantes a asignarse. Actualizar \tilde{N}_s para reflejar el número reducido de subportadoras disponibles.

6) Si $n \leq K$, aumentar n y volver a la Etapa 3.

10 Con este procedimiento, la expansión de frecuencia de los recursos asignados puede maximizarse, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

En algunas formas de realización, las asignaciones de subportadoras pueden permutarse a través de unidades de tiempo 205. Cuando se asigna a una estación de usuario subportadoras en dos unidades de tiempo adyacentes 205, puede ser deseable que la ubicación de la subportadora de la estación de usuario varíe en el transcurso del tiempo, para maximizar todavía más la diversidad en frecuencias. Esto puede permitir a la estación de usuario emplear diferentes conjuntos de subportadoras a través del tiempo. En algunas formas de realización, la permutación del tiempo puede realizarse renumerando subportadoras en el transcurso del tiempo según se ilustra en las Figuras 4B y 4C, que se describen con más detalle a continuación. La renumeración puede realizarse para mantener la continuidad de las subportadoras. Dos métodos incluyen desplazamiento y reversión. Según se describió con anterioridad, una unidad de tiempo 205 para la asignación de subportadoras a estaciones de usuarios en bucle abierto 106 puede ser un solo símbolo OFDMA mientras que a las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 pueden asignarse subportadoras para más de una unidad de tiempo 205 que puede comprender hasta una sub-trama con seis o más símbolos OFDMA, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

En algunas formas de realización, la estación base 102 puede desplazar cíclicamente el número de las subportadoras antes o después de que se asignen las unidades localizadas. Es decir, el punto de partida de la numeración de las subportadoras varía a través de los símbolos OFDMA y la numeración se envuelve en torno al ancho de banda.

La Figura 4A ilustra una sub-trama de enlace descendente sin renumeración de subportadoras. La Figura 4B ilustra una sub-trama de enlace descendente con subportadoras de renumeración desplazadas cíclicamente de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención. La Figura 4C ilustra una sub-trama de enlace descendente con numeración alternada inversa de subportadoras, de conformidad con algunas formas de realización de la presente invención. En las Figuras 4A a 4C, los números 1 - 6 mostrados dentro de las unidades de tiempo-frecuencia pueden corresponder a una estación de usuario en bucle abierto 106 particular a la que puede asignarse esa unidad de tiempo-frecuencia particular 201. Por simplicidad, la sub-trama de enlace descendente 103 se ilustra como que sólo tiene nueve subportadoras (tres se asignan como un grupo de subportadoras contiguas); sin embargo, las puestas en práctica reales pueden incluir hasta un centenar o más subportadoras.

Haciendo referencia a la Fig. 4B, cuando las subportadoras se desplazan antes de asignar las estaciones de usuario en bucle cerrado 104, la renumeración de las subportadoras restantes puede comenzar a partir de la subportadora restante que tiene el número más bajo en la numeración original. El número de subportadoras del desplazamiento puede ser mayor que el ancho de banda de coherencia del canal. Por ejemplo, el desplazamiento de 75 subportadoras, que corresponde a un ancho de banda de 1.125 MHz, puede ser suficiente para redes 3GPP LTE, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

Haciendo referencia a la Fig. 4C, en estas formas de realización, se puede emplear la numeración inversa. En estas formas de realización, la numeración de subportadoras puede invertirse alternativamente para cada unidad de tiempo 205 antes o después de asignar las estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 (esto es, antes o después de que los grupos contiguos 204 de subportadoras estén asignados a estaciones de usuarios en bucle cerrado 104). La renumeración de las subportadoras restantes puede iniciarse partir de la subportadora restante que tenga el número más pequeño en la numeración original, aunque el alcance de la invención no está limitado en este respecto.

En algunas formas de realización, la asignación de subportadoras se puede especificar por la estación base 102 en el canal de enlace descendente (control) o por la trama de mapeado de correspondencia, de manera que las estaciones de usuarios direccionadas puedan recuperar sus datos. En algunas formas de realización, la estación base 102 puede especificar, en primer lugar, las asignaciones de subportadora para estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 por unidad de asignación de tiempo. Las asignaciones de subportadora para estaciones de usuarios en bucle abierto 106 pueden especificarse como sigue: Se puede enviar la relación de carga $l_1 : l_2 : \dots : l_k$ e índices de estaciones de usuarios correspondientes (o IDs), donde el índice y la carga de la estación de usuario virtual Pueden ser incluidos. El método de renumeración puede estar predeterminado y no necesitará ser especificado, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

5 En algunas formas de realización, las técnicas para la asignación de recursos en frecuencia-tiempo, aquí descritas, pueden ser adecuadas para su uso en sistemas de LTE 3GPP, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto. Estas formas de realización de la presente invención pueden ayudar a maximizar la diversidad de estaciones multiusuario para estaciones de usuarios en bucle cerrado 104 y diversidad en frecuencia-tiempo para estaciones de usuarios en bucle abierto 106, simultáneamente, aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

10 En algunas formas de realización, las estaciones de usuarios 104, 106 pueden comprender un dispositivo de comunicación inalámbrica portátil, tal como un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil o portátil con capacidad de comunicación inalámbrica, una tableta web, un teléfono inalámbrico, un auricular inalámbrico, un dispositivo buscapersonas, un dispositivo de mensajería instantánea, una cámara digital, un punto de acceso, un televisor, un dispositivo médico (por ejemplo, un monitor de frecuencia cardíaca, un monitor de presión arterial, etc.) u otro dispositivo que pueda recibir y/o transmitir información de forma inalámbrica.

15 En algunas formas de realización, la estación base 102 y las estaciones de usuarios 104, 106 pueden comunicarse de conformidad con normalización tal como la norma del sistema móvil paneuropeo denominada Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), incluyendo técnicas de comunicación de conformidad con las normas inalámbricas 3G (por ejemplo, la Especificación Técnica del Programa de Asociación de la Tercera Generación (3GPP), Versión 3.2.0, Marzo 2000 o posterior). En algunas formas de realización, la estación base 102 y las estaciones de usuarios 104, 106 pueden comunicarse de conformidad con las especificaciones de evolución a largo plazo de 3GPP (LTE), aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto.

20 En algunas otras formas de realización, la estación base 102 puede ser parte de una estación de comunicación de Interoperabilidad Mundial para Acceso a Microondas (WiMax). En algunas formas de realización, la estación base 102 y las estaciones de usuarios 104, 106 pueden comunicarse de conformidad con las normas IEEE 802.16-2004 y IEEE 802.16 (e) para redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) incluyendo sus variaciones y evoluciones, aunque el alcance de la invención no está limitada a este respecto, ya que también pueden ser adecuadas para transmitir y/o recibir comunicaciones de conformidad con otras técnicas y normas. Para obtener más información con respecto a las normas IEEE 802.16, consúltese las "Normas IEEE para Tecnología de la Información - Telecomunicaciones e Intercambio de Información entre Sistemas" - Redes de Áreas Metropolitanas - Requisitos Específicos - Parte 16: "Interfaz Aérea para Sistemas de Acceso Inalámbrico de Banda Ancha Fija", mayo 2005 y enmiendas/versiones relacionadas.

25 Las antenas 101, 105 pueden comprender una o más antenas direccionales u omnidireccionales, incluyendo, por ejemplo, antenas dipolos, antenas monopolos, antenas de parche/placa, antenas de bucle, antenas de microbanda u otros tipos de antenas adecuados para la transmisión de señales RF. En algunas formas de realización, en lugar de dos o más antenas, se puede usar una sola antena con múltiples aberturas. En estas formas de realización, cada abertura puede considerarse una antena separada. En algunas formas de realización de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), las antenas 101, 105 pueden separarse eficazmente para aprovechar la diversidad espacial y las diferentes características de canal que pueden resultar entre la estación base 102 y las estaciones de usuarios 104, 106.

35 A menos que se indique específicamente lo contrario, términos tales como procesamiento, cálculo informático, cálculo, determinación, visualización o similares, pueden referirse a una acción y/o proceso de uno o más sistemas de procesamiento o de cálculo o dispositivos similares que pueden manipular y transformar datos representados como magnitudes físicas (por ejemplo, electrónicas) dentro de los registros y memoria de un sistema de procesamiento en otros datos representados de manera similar como cantidades físicas dentro de los registros o memorias del sistema de procesamiento u otros tales dispositivos de almacenamiento, transmisión o visualización de información. Además, tal como se utiliza aquí, un dispositivo de cálculo incluye uno o más elementos de procesamiento acoplados con una memoria legible por ordenador que puede ser memoria volátil o no volátil o una combinación de los mismos.

40 Las formas de realización de la invención pueden ponerse en práctica en una o una combinación de hardware, firmware y software. Las formas de realización de la invención también se pueden realizar como instrucciones almacenadas en un medio legible por máquina, que puede ser leído y ejecutado por al menos un procesador para realizar las operaciones descritas en el presente documento. Un medio legible por máquina puede incluir cualquier mecanismo para almacenar o transmitir información en una forma legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador). Por ejemplo, un medio legible por máquina puede incluir una memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), un medio de almacenamiento en disco magnético, medio de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria instantánea, dispositivos eléctricos, ópticos, acústicos u otra forma de señales propagadas (por ejemplo, ondas portadoras, señales infrarrojas, señales digitales, etc.) y otras.

45 El Resumen se proporciona para cumplir lo establecido en la norma 37 C.F.R. sección 1.72 (b) que requiere un resumen que permita al lector averiguar la naturaleza y esencia de la revelación técnica. Se presenta con el entendimiento de que no se utilizará para limitar o interpretar el alcance o el significado de las reivindicaciones.

50 En la descripción detallada anterior, varias características se agrupan ocasionalmente en una sola forma de realización con el fin de racionalizar la amplitud de la descripción. Este método de divulgación no debe interpretarse como reflejo de una intención de que las formas de realización reivindicadas de la materia requieren más características que las expresamente recitadas en cada reivindicación. Más bien, tal como las siguientes reivindicaciones reflejan, la invención

puede realizarse con menos de todas las características de una única realización descrita. Por lo tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporan en la descripción detallada, con cada reivindicación siendo, por sí misma, como una realización preferida independiente.

5

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método en una estación base en una red de acceso inalámbrico (100), para asignar unidades de tiempo-frecuencia de una sub-trama de enlace descendente (103) a estaciones de usuarios (104, 106), siendo la red de acceso inalámbrico una red de acceso múltiple por división ortogonal en frecuencia, OFDMA, cuyo método comprende:
- recibir una realimentación indicativa de un estado del canal que se transmite a partir de al menos algunas de las estaciones de usuarios (104),
- 10 clasificar cada una de las estaciones de usuarios (104, 106) sobre la base de la realimentación, en donde la clasificación comprende clasificar estaciones de usuarios (104, 106) con un estado de canal conocido y que han proporcionado la realimentación como estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) y clasificar estaciones de usuarios con un estado de canal desconocido, debido a una falta de dicha realimentación como estaciones de usuarios en bucle abierto (106);
- 15 asignar al menos algunos grupos contiguos de subportadoras de datos (204) de la sub-trama de enlace descendente a partir de grupos contiguos disponibles a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) asignando los mismos grupos contiguos de subportadoras de datos (204) a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) para una pluralidad de símbolos OFDMA de la sub-trama de enlace descendente; y
- 20 asignar los grupos restantes de subportadoras de datos (206) de la sub-trama de enlace descendente a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106) para cada símbolo OFDMA de la sub-trama de enlace descendente.
- 2.** El método según la reivindicación 1, en donde la sub-trama de enlace descendente (103) comprende una pluralidad de unidades de tiempo (205), y en donde cuyo método comprende además:
- 25 asignar los grupos contiguos de las subportadoras de datos (204) a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) para cada unidad de tiempo (205) dentro de la sub-trama de enlace descendente (103); y
- 30 asignar las subportadoras de datos restantes (106), de forma no contigua, a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106) para cada unidad de tiempo (205) dentro de la sub-trama de enlace descendente (103).
- 3.** El método según la reivindicación 2, en donde la unidad de tiempo (205) comprende un símbolo OFDMA.
- 4.** El método según la reivindicación 2, en donde para cada unidad de tiempo (205), los grupos contiguos de subportadoras de datos (204) se asignan a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) antes de la asignación de las subportadoras de datos restantes (206) a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106).
- 35 **5.** El método según la reivindicación 2 que comprende, además, la reasignación de subportadoras de datos restantes de la sub-trama de enlace descendente a estaciones de usuarios en bucle abierto (106), cuyo método consiste en:
- 40 desplazar cíclicamente las subportadoras de datos restantes para cada una o más unidades de tiempo (205); y
- asignar las subportadoras de datos restantes a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106) en función del desplazamiento cíclico para aumentar la diversidad en tiempo y en frecuencia para las estaciones de usuarios en bucle abierto (106).
- 45 **6.** El método según la reivindicación 2, que comprende además, reasignar las subportadoras de datos restantes de la sub-trama de enlace descendente (103) a estaciones de usuarios en bucle abierto (106), cuyo método consiste en:
- 50 reenumerar las subportadoras de datos restantes para cada una o más unidades de tiempo; y
- asignar las subportadoras de datos restantes a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106) basándose en la reenumeración para aumentar la diversidad en tiempo y en frecuencia para las estaciones de usuarios en bucle abierto (106).
- 55 **7.** El método según la reivindicación 1, en donde los grupos contiguos de subportadoras de datos se seleccionan para su asignación por una estación base (102) en función de la información de estado de canal proporcionada por las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104).
- 60 **8.** El método según la reivindicación 1, en donde los grupos contiguos de subportadoras de datos se asignan por una estación base (102) en función de un índice proporcionado por las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104), indicando dicho índice un grupo de subportadoras de datos contiguas (204) seleccionadas por las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104).
- 65 **9.** El método según la reivindicación 1, que comprende, además, determinar un número de las subportadoras de datos de un grupo contiguo para asignar a cada una de las estaciones de usuario en bucle cerrado (104) basándose en

un ancho de banda de coherencia de un canal asociado con cada una de las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104).

5 **10.** El método según la reivindicación 1, en donde la sub-trama de enlace descendente comprende un conjunto de subportadoras pilotos, y

en donde tanto las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) como las estaciones de usuarios en bucle abierto (106) utilizan el conjunto de subportadoras pilotos para la estimación de canal para su uso por las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) y en bucle abierto (106) al realizar el procesamiento de los datos recibidos.

10 **11.** Un aparato en una estación base en una red de acceso inalámbrico (100), siendo la red de acceso inalámbrico (100) una red de acceso múltiple por división ortogonal en frecuencia, OFDMA, cuyo aparato comprende un procesador configurado para:

15 asignar unidades de tiempo-frecuencia de una sub-trama de enlace descendente (103) a estaciones de usuarios (104, 106),

20 recibir una retroalimentación indicativa del estado de canal que se transmite desde al menos algunas estaciones de usuarios (104) de una pluralidad de estaciones de usuarios (104, 106),

25 clasificar cada una de las estaciones de usuarios (104, 106) basándose en la retroalimentación, en donde la clasificación comprende clasificar estaciones de usuarios (104, 106) con un estado de canal conocido que han proporcionado la retroalimentación como estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) y clasificando las estaciones de usuarios (104, 106), con un estado de canal desconocido, debido a una falta de dicha retroalimentación, como estaciones de usuarios en bucle abierto (106);

un dispositivo de asignación de unidades de tiempo-frecuencia configurado para:

30 asignar al menos algunos grupos contiguos de subportadoras de datos (204) a partir de grupos contiguos disponibles de la sub-trama de enlace descendente (103) a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) asignando los mismos grupos contiguos de subportadoras de datos a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) para una pluralidad de símbolos OFDMA de la sub-trama de enlace descendente (103); y

35 asignar los grupos restantes de subportadoras de datos (206) de la sub-trama de enlace descendente (103) a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106) para cada símbolo OFDMA de la sub-trama de enlace descendente.

12. El aparato según la reivindicación 11, en donde la sub-trama de enlace descendente (103) comprende una pluralidad de unidades de tiempo (205), y

40 en donde el dispositivo de asignación de unidades de tiempo-frecuencia está configurado para asignar los grupos contiguos de las subportadoras de datos (204) a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (204) para cada unidad de tiempo (205) dentro de la sub-trama de enlace descendente (103) y para asignar, de forma no contigua, las subportadoras de datos restantes (206), a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106) para cada unidad de tiempo (205) dentro de la sub-trama de enlace descendente (103).

45 **13.** El aparato según la reivindicación 12, en donde cada unidad de tiempo (205) comprende un símbolo OFDMA.

50 **14.** El aparato según la reivindicación 12, en donde para cada unidad de tiempo (205), el dispositivo de asignación de unidades de tiempo-frecuencia está configurado para asignar los grupos contiguos de subportadoras de datos (204) a las estaciones de usuarios en bucle cerrado (104) antes de la asignación de las subportadoras de datos restantes (206) a las estaciones de usuarios en bucle abierto (106).

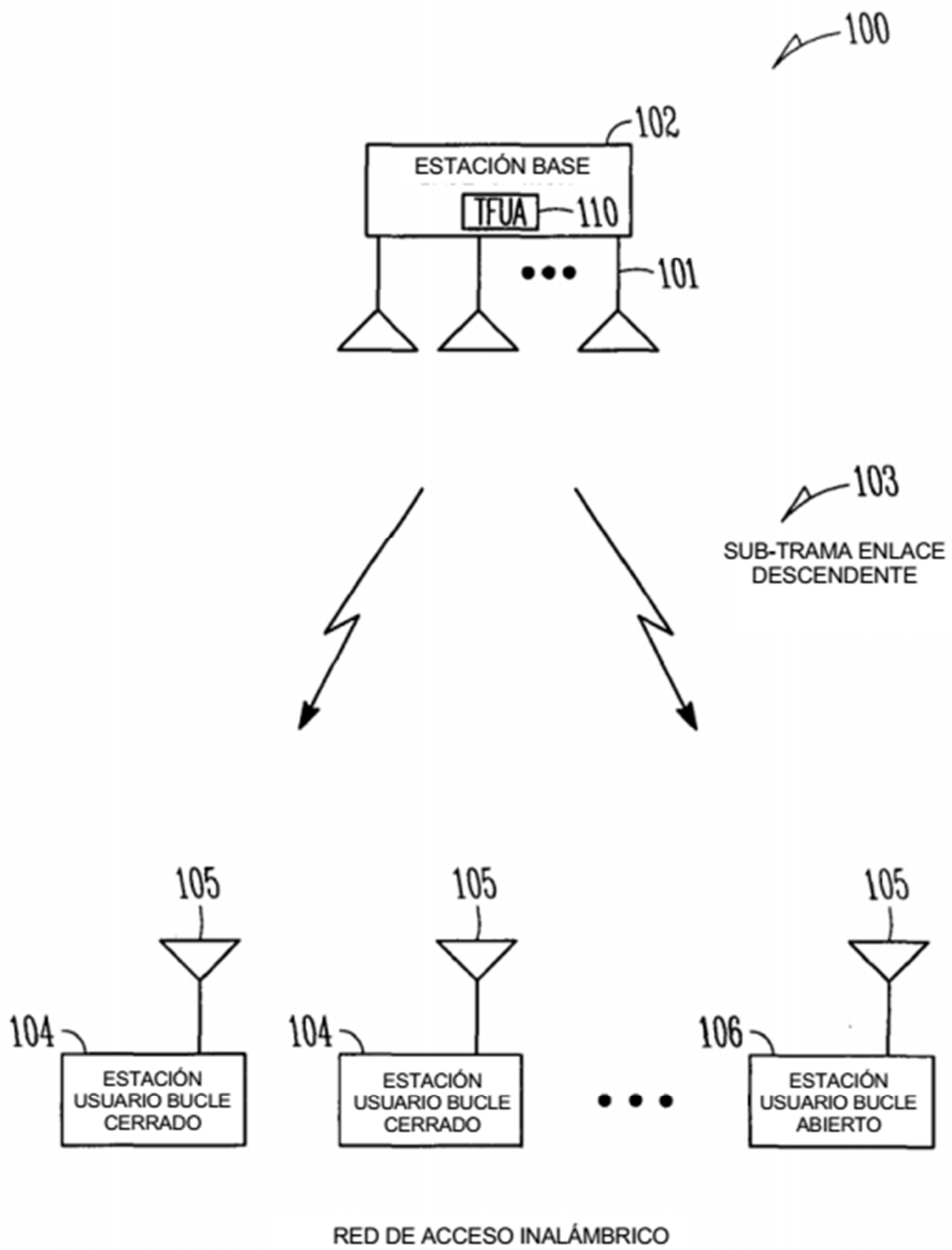


FIG. 1

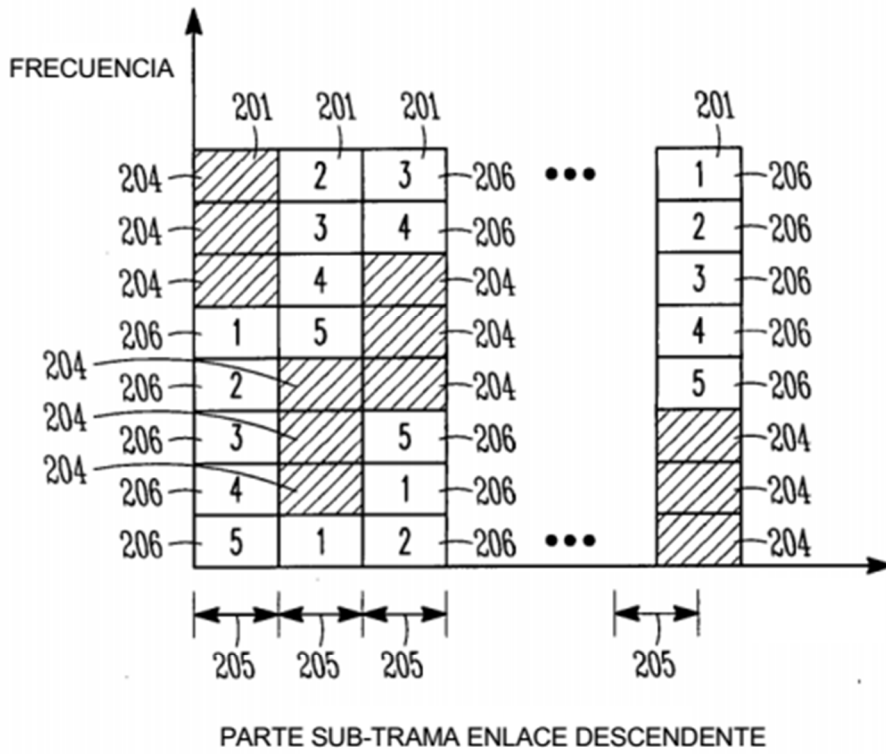


FIG. 2

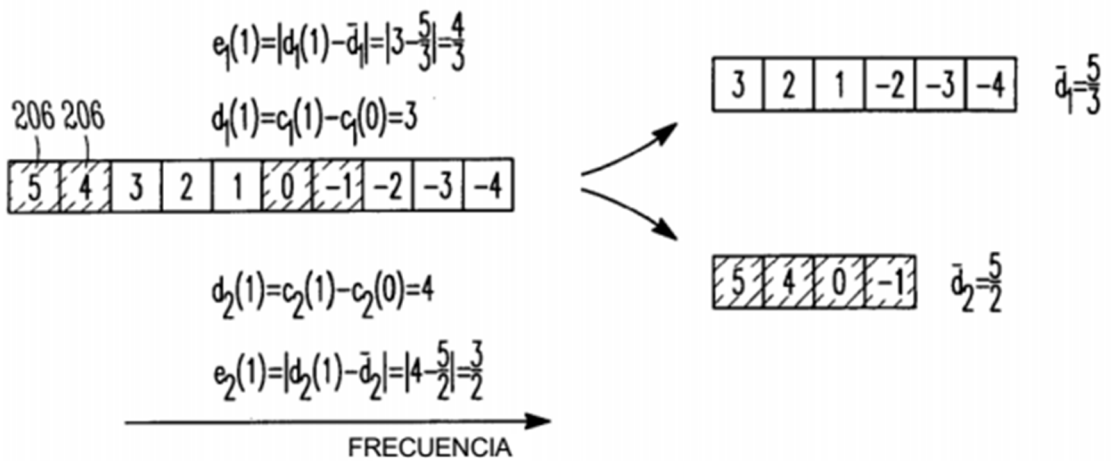
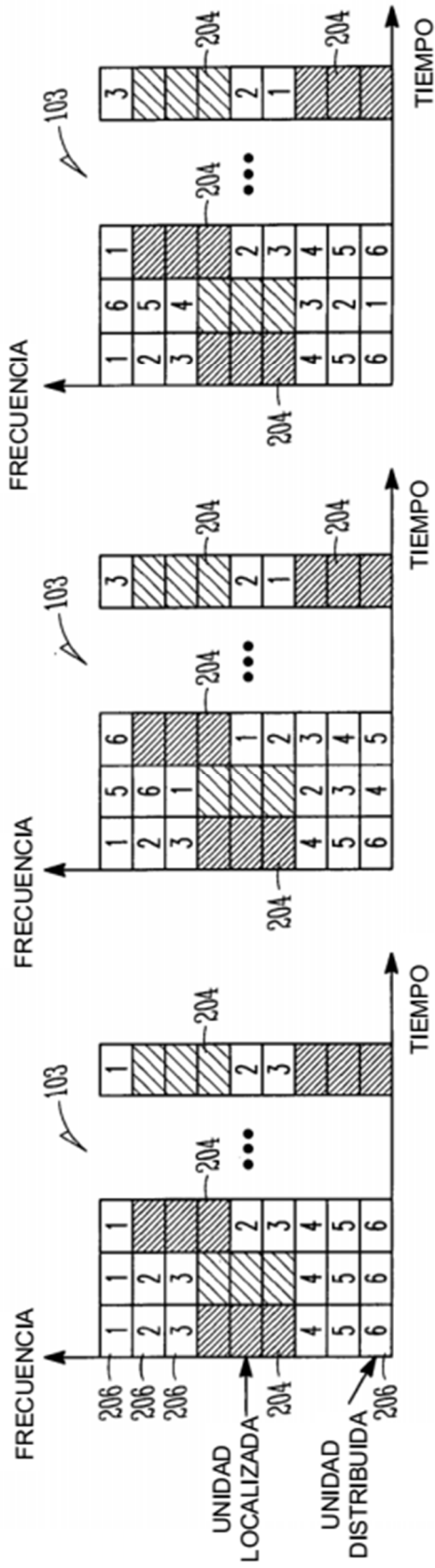


FIG. 3



SIN RENUMERACIÓN

FIG. 4A

DESPLAZAMIENTO CÍCLICO

FIG. 4B

NÚMERACIÓN INVERSA ALTERNADA

FIG. 4C