



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 603**

51 Int. Cl.:
H04W 72/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09152926 .3**

96 Fecha de presentación : **28.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **2053895**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.04.2009**

54 Título: **Reutilización restrictiva para un sistema de comunicación inalámbrico.**

30 Prioridad: **30.10.2003 US 516558 P**
18.06.2004 US 871084

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.10.2011

73 Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es: **Ji, Tingfang;**
Agraval, Avneesh y
Teague, Edward, H.

74 Agente: **Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 366 603 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

Reutilización restrictiva para un sistema de comunicación inalámbrico.

5 ANTECEDENTES

I. Campo

10 La presente invención se refiere en general a la comunicación y, más específicamente, a la transmisión de datos en un sistema de comunicación inalámbrico de acceso múltiple.

II. Antecedentes

15 Un sistema inalámbrico de acceso múltiple puede proporcionar comunicación simultáneamente a múltiples terminales inalámbricos a través de los enlaces directos e inversos. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base. Múltiples terminales pueden transmitir simultáneamente datos en el enlace inverso y/o recibir datos en el enlace directo. Esto puede conseguirse multiplexando las transmisiones de datos en cada enlace para que sean ortogonales entre sí en el dominio de tiempo, de frecuencia y/o de código. La ortogonalidad garantiza que la transmisión de datos para cada terminal no interfiera con las transmisiones de datos para otros terminales.

20 Un sistema de acceso múltiple tiene normalmente muchas celdas, donde el término "celda" puede referirse a una estación base y/o a su área de cobertura dependiendo del contexto en el que se utilice el término. Las transmisiones de datos para los terminales de la misma celda pueden enviarse usando multiplexación ortogonal para evitar la interferencia "dentro de las celdas". Sin embargo, las transmisiones de datos para los terminales de diferentes celdas no pueden ortogonalizarse, en cuyo caso cada terminal observaría una interferencia "entre celdas" de las otras celdas. La interferencia entre celdas puede degradar significativamente el rendimiento de determinados terminales desventajosos que observen altos niveles de interferencia.

30 Para combatir la interferencia entre celdas, un sistema inalámbrico puede utilizar un esquema de reutilización de frecuencias mediante el cual no todas las bandas de frecuencia disponibles en el sistema se utilizan en cada celda. Por ejemplo, un sistema puede utilizar un patrón de reutilización de 7 celdas y un factor de reutilización de $K = 7$. Para este sistema, el ancho de banda global W del sistema se divide en siete bandas de frecuencia iguales y cada celda de una agrupación de 7 celdas tiene asignada una de las siete bandas de frecuencia. Cada celda utiliza solamente una banda de frecuencia y cada séptima celda reutiliza la misma banda de frecuencia. Con este esquema de reutilización de frecuencias, la misma banda de frecuencia solo se reutiliza en celdas que no sean adyacentes entre sí, y la interferencia entre celdas observada en cada celda se reduce con respecto al caso en el que todas las celdas utilizan la misma banda de frecuencia. Sin embargo, un factor de reutilización alto (por ejemplo, de dos o más) representa un uso ineficaz de los recursos de sistema disponibles ya que cada celda sólo puede usar una fracción del ancho de banda global del sistema.

Existe pues en la técnica la necesidad de técnicas que reduzcan la interferencia entre celdas de una manera más eficaz.

45 El documento WO 97/49258 se dirige a capacidad adaptativa y a mejoras de calidad en servicios celulares de radio mediante la retirada de fuentes de fuerte interferencia. Se utilizan dos patrones de grupos de reutilización: uno corto, que tiene un número de reutilización pequeño (como 3, 4 o 7) y uno largo, que tiene un mayor número de reutilización (como 4, 7, 9 o 12). Los recursos de radio se dividen entre los dos grupos de reutilización según su potencial de interferencia: el grupo pequeño de unidades perturbadoras fuertes que genera altos niveles de interferencia funcionarían en la reutilización más larga, mientras que la mayoría de utilizadores, con baja interferencia potencial serán dirigidos a la reutilización más corta.

RESUMEN

55 La necesidad arriba mencionada se satisface mediante el tema sujeto de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes contienen modos de realización ventajosos.

60 En este documento se describen técnicas para evitar o reducir de manera eficaz la interferencia debida a entidades perturbadoras fuertes en un sistema de comunicación inalámbrico. Una entidad perturbadora fuerte para un usuario u dado puede ser una estación base (en el enlace directo) u otro usuario (en el enlace inverso). El usuario u también puede ser una entidad perturbadora fuerte para otros usuarios. Una entidad de interferencia fuerte para el usuario u puede ser una entidad perturbadora fuerte que provoque una alta interferencia al usuario u y/o una entidad perturbada fuerte que observe una alta interferencia de o debida al usuario u . Las entidades de interferencia fuertes (o entidades perturbadoras/perturbadas o, simplemente entidades perturbadoras/-adas) para cada usuario pueden identificarse tal y como se describe posteriormente. Los usuarios tienen asignados recursos del sistema (por ejemplo, subbandas de frecuencia) que son ortogonales a los usados por sus entidades perturbadoras/-adas fuertes evitando de este modo las

interferencias entre los mismos. Estas técnicas se denominan técnicas de "reutilización restrictiva" y pueden usarse para diversos sistemas inalámbricos y para enlaces tanto directos como inversos.

5 En una realización de la reutilización restrictiva, cada celda/sector tiene asignados (1) un conjunto de subbandas utilizables que pueden asignarse a usuarios de la celda/sector y (2) un conjunto de subbandas prohibidas que no se asignan a los usuarios de la celda/sector. El conjunto utilizable y el conjunto prohibido para cada celda/sector son ortogonales entre sí. Además, el conjunto utilizable para cada celda/sector se solapa con el conjunto prohibido para cada celda/sector vecina/—o. Un usuario u dado de una celda/sector x puede tener asignadas subbandas del conjunto utilizable para esa celda/sector. Si el usuario u observa (o provoca) un alto nivel de interferencia de (a) una celda/sector vecina/—o y , entonces el usuario u puede tener asignadas subbandas de un conjunto "restringido" que contenga subbandas incluidas tanto en el conjunto utilizable para la celda/sector x como en el conjunto prohibido para la celda/sector y . Entonces, el usuario u no observaría (provocaría) ninguna interferencia de (a) la celda/sector y ya que las subbandas asignadas al usuario u son miembros del conjunto prohibido no utilizados por la celda/sector y . La restricción de subbandas puede extenderse para evitar interferencias debidas a múltiples celdas/sectores vecinas/—os.

15 A continuación se describirán en detalle varios aspectos y realizaciones de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Las características y la naturaleza de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación tomada junto con los dibujos en los que los mismos caracteres de referencia similares se identifican correspondientemente a través de los dibujos y en los que:

25 La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrico de acceso múltiple;
 Las FIGS. 2A y 2B muestran, respectivamente, una celda sectorizada y su modelo;
 La FIG. 3 muestra una disposición ejemplar de múltiples celdas con celdas de 3 sectores;
 La FIG. 4 muestra tres conjuntos prohibidos solapados para tres sectores;
 Las FIGS. 5A a 5D muestran cuatro conjuntos no restringidos y restringidos para un sector;
 La FIG. 6 muestra un ejemplo para formar tres conjuntos de subbandas prohibidos;
 30 Las FIGS. 7A a 7D muestran una distribución de cuatro usuarios en una agrupación de siete sectores y patrones de no interferencia para tres de los usuarios;
 La FIG. 8 muestra un proceso para asignar subbandas a usuarios con reutilización restrictiva;
 La FIG. 9 muestra un diagrama de bloques de una entidad de transmisión; y
 La FIG. 10 muestra un diagrama de bloques de una entidad de recepción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

40 La palabra "ejemplar" se usa en este documento con el sentido de "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier realización o diseño descrito en este documento como "ejemplar" no debe interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso sobre otras realizaciones o diseños.

45 La FIG. 1 muestra un sistema 100 de comunicación inalámbrico de acceso múltiple. El sistema 100 incluye una pluralidad de estaciones 110 base que proporcionan comunicación a una pluralidad de terminales 120 inalámbricos. Una estación base es una estación fija utilizada para la comunicación con los terminales y también puede denominarse como un punto de acceso, un nodo B, o como un término de otra terminología. Normalmente, los terminales 120 están dispersos a través de todo el sistema, y cada terminal puede ser fijo o móvil. Un terminal también puede denominarse como una estación móvil, un equipo de usuario (UE, *user equipment*), un dispositivo de comunicación inalámbrico o como un término otra terminología. Cada terminal puede comunicarse con una o posiblemente con múltiples estaciones base a través de los enlaces directos e inversos en cualquier momento dado.

50 Para una arquitectura centralizada, un controlador 130 de sistema está acoplado a las estaciones base y proporciona coordinación y control para estas estaciones base. En una arquitectura distribuida, las estaciones base pueden comunicarse entre sí según sea necesario, por ejemplo, para dar servicio a un terminal, coordinar el uso de los recursos del sistema, etc.

55 La FIG. 2A muestra una celda 210 con tres sectores. Cada estación base proporciona cobertura de comunicación para un área geográfica respectiva. El área geográfica de cada estación base puede tener cualquier forma y tamaño y depende normalmente de varios factores tales como el terreno, obstáculos, etc. Para aumentar la capacidad, el área de cobertura de la estación base puede dividirse en tres sectores 212a, 212b y 212c que están etiquetados como los sectores 1, 2, y 3 respectivamente. Cada sector puede definirse mediante un patrón de haz de antena respectivo, y los tres patrones de haz para los tres sectores pueden estar separados 120° entre sí. El tamaño y la forma de cada sector depende generalmente del patrón de haz de antena para ese sector, y los sectores de la celda se solapan normalmente en los bordes. Una celda/sector no puede ser una región contigua y el borde de la celda/sector puede ser bastante complejo.

65 La FIG. 2B muestra un modelo sencillo para la celda 210 sectorizada. Cada uno de los tres sectores de la celda 210 está modelado mediante un hexágono ideal que se acerca al límite del sector. El área de cobertura de cada estación base

puede representarse mediante un trébol de tres hexágonos ideales centrados en la estación base.

Normalmente, un subsistema transceptor base (BTS, *base transceiver subsystem*) da servicio a cada sector. En general, el término "sector" puede referirse a un BTS y/o a su área de cobertura, dependiendo del contexto en el que se utilice el término. Para una celda sectorizada, la estación base para esa celda incluye normalmente los BTS para todos los sectores de esa celda. Por motivos de simplicidad, en la siguiente descripción el término "estación base" se usa generalmente tanto para una estación fija que da servicio a una celda como para una estación fija que da servicio a un sector. Una estación base "de servicio" o un sector "de servicio" es aquél/aquella con el/la que se comunica un terminal. Los términos "terminal" y "usuario" también se utilizan indistintamente en este documento.

Las técnicas de reutilización restrictiva pueden usarse para varios sistemas de comunicación. Para una mayor claridad, estas técnicas se describen para un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA, *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) que utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). OFDM divide de manera eficaz el ancho de banda global del sistema en una pluralidad de (N) subbandas de frecuencia ortogonales que también se denominan tonos, subportadoras, *bins*, canales de frecuencia, etc. Cada subbanda está asociada con una subportadora respectiva que puede modularse con los datos.

En el sistema OFDMA pueden definirse múltiples canales de "tráfico" ortogonales de manera que (1) cada subbanda se utiliza solamente para un canal de tráfico en cualquier intervalo de tiempo dado y (2) cada canal de tráfico puede tener asignada ninguna, una o múltiples subbandas en cada intervalo de tiempo. Un canal de tráfico puede considerarse como una manera cómoda de expresar una asignación de subbandas para diferentes intervalos de tiempo. Cada terminal puede tener asignado un canal de tráfico diferente. Para cada sector puede enviarse simultáneamente múltiples transmisiones de datos en múltiples canales de tráfico sin producirse interferencias entre los mismos.

El sistema OFDMA puede utilizar o no saltos de frecuencia (FH, *frequency hopping*). Con los saltos de frecuencia, una transmisión de datos salta de subbanda a subbanda de una manera pseudoaleatoria, lo que puede proporcionar diversidad de frecuencias y otros beneficios. Para un sistema OFDMA con saltos de frecuencia (FH-OFDMA, *frequency hopping OFDMA*), cada canal de tráfico puede asociarse con una secuencia FH específica que indica la(s) subbanda(s) particular(es) que utilizará ese canal de tráfico en cada intervalo de tiempo (o periodo de salto). Las secuencias FH para diferentes canales de tráfico en cada sector son ortogonales entre sí de manera que dos canales de tráfico no utilizan la misma subbanda en cualquier periodo de salto dado. Las secuencias FH para cada sector también pueden ser pseudoaleatorias con respecto a las secuencias FH para sectores vecinos. Estas propiedades para las secuencias FH minimizan la interferencia dentro de los sectores y hacen aleatoria la interferencia entre sectores.

En el sistema OFDMA, los usuarios con diferentes condiciones de canal pueden distribuirse a través del sistema. Estos usuarios pueden tener contribuciones y tolerancias diferentes para la interferencia entre sectores. La condición de canal para cada usuario puede cuantificarse mediante una métrica de calidad de señal, la cual puede definirse por una relación señal a ruido más interferencias (SINR, *signal-to-interference-and-noise ratio*), una ganancia de canal, una potencia de señal piloto recibida y/o alguna otra cantidad medida para la estación base de servicio del usuario, otras mediciones o cualquier combinación de las mismas. Un usuario débil tiene una métrica de calidad de señal relativamente pobre (por ejemplo, una SINR baja) para su estación base de servicio, por ejemplo, debido a una baja ganancia de canal para su estación base de servicio y/o una alta interferencia entre sectores. En general, un usuario débil puede estar situado en cualquier parte dentro de un sector pero normalmente está alejado de la estación base de servicio. En general, un usuario débil es menos tolerante a la interferencia entre sectores, provoca más interferencias a los usuarios de otros sectores, tiene un bajo rendimiento y puede ser un cuello de botella en un sistema que impone requisitos equitativos.

La reutilización restrictiva puede evitar o reducir interferencias observadas/provocadas por usuarios débiles. Esto puede conseguirse determinando las posibles fuentes de alta interferencia entre sectores (o entidades perturbadoras fuertes) y/o las posibles víctimas de la alta interferencia entre sectores (o entidades perturbadas fuertes) para los usuarios débiles. Las entidades perturbadoras fuertes pueden ser estaciones base (en el enlace directo) y/o usuarios (en el enlace inverso) de sectores vecinos. Las entidades perturbadas fuertes pueden ser usuarios de sectores vecinos. En cualquier caso, los usuarios débiles tienen asignadas subbandas que son ortogonales a las usadas por las entidades perturbadoras/-adas fuertes.

En una realización de la reutilización restrictiva, cada sector x tiene asignados un conjunto de subbandas utilizables (denotado como U_x) y un conjunto de subbandas prohibidas o no utilizadas (denotado como F_x). El conjunto utilizable contiene subbandas que pueden asignarse a los usuarios del sector. El conjunto prohibido contiene subbandas que no se asignan a los usuarios del sector. El conjunto utilizable y el conjunto prohibido para cada sector son ortogonales o disjuntos porque ninguna subbanda está incluida en ambos conjuntos. Además, el conjunto utilizable para cada sector se solapa con el conjunto prohibido para cada sector vecino. Los conjuntos prohibidos para múltiples sectores vecinos también pueden solaparse. Los usuarios de cada sector pueden tener asignadas subbandas del conjunto utilizable tal y como se describirá posteriormente.

La reutilización restrictiva puede usarse en sistemas formados por celdas no sectorizadas así como en sistemas formados por celdas sectorizadas. Por motivos de claridad, la reutilización restrictiva se describirá posteriormente para un sistema ejemplar compuesto por celdas de 3 sectores.

La FIG. 3 muestra una disposición 300 ejemplar de múltiples celdas en la que cada celda de 3 sectores está modelada mediante un trébol de tres hexágonos. Para esta disposición de celdas, cada sector está rodeado en el primer nivel (o el primer anillo) por sectores que están etiquetados de diferente manera con respecto a ese sector. Por tanto, cada sector 1 está rodeado por seis sectores 2 y 3 en el primer nivel, cada sector 2 está rodeado por seis sectores 1 y 3, y cada sector 3 está rodeado por seis sectores 1 y 2.

La FIG. 4 muestra un diagrama de Venn que ilustra una formación de tres conjuntos de subbandas solapados, etiquetados como F_1 , F_2 y F_3 , que pueden usarse como tres conjuntos de subbandas prohibidas. En este ejemplo, cada conjunto prohibido se solapa con cada uno de los otros dos conjuntos prohibidos (por ejemplo, el conjunto F_1 prohibido se solapa con cada uno de los conjuntos F_2 y F_3 prohibidos). Debido al solapamiento, una operación de conjunto intersección en dos conjuntos prohibidos cualesquiera proporciona un conjunto no vacío. Esta propiedad puede expresarse de la siguiente manera:

$$F_{12} = F_1 \cap F_2 \neq \emptyset, \quad F_{13} = F_1 \cap F_3 \neq \emptyset, \quad y \quad F_{23} = F_2 \cap F_3 \neq \emptyset, \quad \text{Ec(1)}$$

donde

“ \cap ” denota una operación de conjunto intersección;
 F_{xy} es un conjunto que contiene subbandas que son miembros de ambos conjuntos F_x y F_y ; y
 \emptyset denota un conjunto nulo/vacío.

Cada uno de los tres conjuntos F_1 , F_2 y F_3 prohibidos es un subconjunto de un conjunto Ω total que contiene todas las N subbandas totales, o $F_1 \subset \Omega$, $F_2 \subset \Omega$ y $F_3 \subset \Omega$. Para una utilización eficiente de las subbandas disponibles, los tres conjuntos prohibidos también pueden definirse de manera que no haya ningún solapamiento sobre los tres conjuntos, lo que puede expresarse como:

$$F_{123} = F_1 \cap F_2 \cap F_3 = \emptyset. \quad \text{Ec(2)}$$

La condición de la ecuación (2) garantiza que cada subbanda se utilice por al menos un sector.

Tres conjuntos U_1 , U_2 y U_3 de subbandas utilizables pueden formarse en base a los tres conjuntos F_1 , F_2 y F_3 de subbandas prohibidas, respectivamente. Cada conjunto U_x utilizable puede formarse mediante una operación de conjunto diferencia entre el conjunto Ω total y el conjunto F_x prohibido de la siguiente manera:

$$U_1 = \Omega \setminus F_1, \quad U_2 = \Omega \setminus F_2, \quad y \quad U_3 = \Omega \setminus F_3, \quad \text{Ec(3)}$$

donde

“ \setminus ” denota una operación de conjunto diferencia; y
 U_x es un conjunto que contiene subbandas del conjunto Ω total que no están en el conjunto F_x .

Los tres sectores de cada celda de 3 sectores pueden tener asignado un par diferente de conjunto utilizable y conjunto prohibido. Por ejemplo, el sector 1 puede tener asignados el conjunto U_1 utilizable y el conjunto F_1 prohibido, el sector 2 puede tener asignados el conjunto U_2 utilizable y el conjunto F_2 prohibido, y el sector 3 puede tener asignados el conjunto U_3 utilizable y el conjunto F_3 prohibido. Cada sector es también consciente de los conjuntos prohibidos asignados a los sectores vecinos. Por tanto, el sector 1 es consciente de los conjuntos F_2 y F_3 prohibidos asignados a los sectores 2 y 3 vecinos, el sector 2 es consciente de los conjuntos F_1 y F_3 prohibidos asignados a los sectores 1 y 3 vecinos, y el sector 3 es consciente de los conjuntos F_1 y F_2 prohibidos asignados a los sectores 1 y 2 vecinos.

La FIG. 5A muestra un diagrama de Venn para el conjunto U_1 utilizable asignado al sector 1. El conjunto U_1 utilizable (mostrado mediante líneas diagonales) incluye todas las N subbandas totales excepto las del conjunto F_1 prohibido.

La FIG. 5B muestra un diagrama de Venn para un conjunto U_{1-2} utilizable restringido (mostrado mediante líneas cruzadas) para el sector 1. El conjunto U_{1-2} restringido contiene subbandas incluidas tanto en el conjunto U_1 utilizable para el sector 1 como en el conjunto F_2 prohibido para el sector 2. Puesto que las subbandas del conjunto F_2 prohibido no se utilizan por el sector 2, las subbandas del conjunto U_{1-2} restringido están libres de interferencias debidas al sector 2.

La FIG. 5C muestra un diagrama de Venn para un conjunto U_{1-3} utilizable restringido (mostrado mediante líneas verticales) para el sector 1. El conjunto U_{1-3} restringido contiene subbandas incluidas tanto en el conjunto U_1 utilizable para el sector 1 como en el conjunto F_3 prohibido para el sector 3. Puesto que las subbandas del conjunto F_3 prohibido no se utilizan por el sector 3, las subbandas del conjunto U_{1-3} restringido están libres de interferencias debidas al sector 3.

La FIG. 5D muestra un diagrama de Venn para un conjunto U_{1-23} utilizable más restringido (mostrado mediante un relleno sólido) para el sector 1. El conjunto U_{1-23} restringido contiene subbandas incluidas en cada uno de los tres grupos siguientes: el conjunto U_1 utilizable para el sector 1, el conjunto F_2 prohibido para el sector 2 y el conjunto F_3 prohibido para el sector 3. Puesto que las subbandas de los conjuntos F_2 y F_3 prohibidos no se usan por los sectores 2 y 3, respectivamente, las subbandas del conjunto U_{1-23} restringido están libres de interferencias de ambos sectores 2 y 3.

Tal y como se muestra en las FIG. 5A a 5D, los conjuntos U_{1-2} , U_{1-3} y U_{1-23} utilizables restringidos son diferentes subconjuntos del conjunto U_1 utilizable no restringido asignado al sector 1. Los conjuntos U_{2-1} , U_{2-3} y U_{2-13} utilizables restringidos pueden formarse para el sector 2, y los conjuntos U_{3-1} , U_{3-2} y U_{3-12} utilizables restringidos pueden formarse para el sector 3 de manera similar. La tabla 1 enumera los diversos conjuntos de subbandas utilizables para los tres sectores y la manera en la que pueden formarse estos conjuntos. Los conjuntos de "reutilización" de la tabla 1 se describirán posteriormente.

Tabla 1

Conjunto de reutilización	Conjuntos de subbandas utilizables	Descripción
(1)	$U_1 = \Omega \setminus F_1$	Conjunto utilizable principal/no restringido para el sector 1
(1, 2)	$U_{1-2} = U_1 \cap F_2 = F_2 \setminus (F_1 \cap F_2)$	Conjunto utilizable restringido sin ninguna interferencia debida al sector 2
(1, 3)	$U_{1-3} = U_1 \cap F_3 = F_3 \setminus (F_1 \cap F_3)$	Conjunto utilizable restringido sin ninguna interferencia debida al sector 3
(1, 2, 3)	$U_{1-23} = U_1 \cap F_2 \cap F_3 = F_2 \cap F_3$	Conjunto utilizable más restringido sin ninguna interferencia debida al los sectores 2 y 3
(2)	$U_2 = \Omega \setminus F_2$	Conjunto utilizable principal/no restringido para el sector 2
(2, 1)	$U_{2-1} = U_2 \cap F_1 = F_1 \setminus (F_1 \cap F_2)$	Conjunto utilizable restringido sin ninguna interferencia debida al sector 1
(2, 3)	$U_{2-3} = U_2 \cap F_3 = F_3 \setminus (F_2 \cap F_3)$	Conjunto utilizable restringido sin ninguna interferencia debida al sector 3
(2, 1, 3)	$U_{2-13} = U_2 \cap F_1 \cap F_3 = F_1 \cap F_3$	Conjunto utilizable más restringido sin ninguna interferencia debida a los sectores 1 y 3
(3)	$U_3 = \Omega \setminus F_3$	Conjunto utilizable principal/no restringido para el sector 3
(3, 1)	$U_{3-1} = U_3 \cap F_1 = F_1 \setminus (F_1 \cap F_3)$	Conjunto utilizable restringido sin ninguna interferencia debida al sector 1
(3, 2)	$U_{3-2} = U_3 \cap F_2 = F_2 \setminus (F_2 \cap F_3)$	Conjunto utilizable restringido sin ninguna interferencia debida al sector 2
(3, 1, 2)	$U_{3-12} = U_3 \cap F_1 \cap F_2 = F_1 \cap F_2$	Conjunto utilizable más restringido sin ninguna interferencia debida al los sectores 1 y 2

Cada sector x (donde $x = 1, 2$ ó 3) puede asignar subbandas de su conjunto U_x utilizable a usuarios del sector teniendo en cuenta las condiciones de canal de los usuarios de manera que pueda conseguirse un rendimiento razonablemente bueno para todos los usuarios. El sector x puede tener usuarios débiles así como usuarios fuertes. Un usuario fuerte tiene una métrica de calidad de señal relativamente buena para su estación base de servicio y normalmente es más tolerante a altos niveles de interferencia entre sectores. Un usuario débil es menos tolerante a interferencias entre sectores. El sector x puede asignar cualquiera de las subbandas de su conjunto U_x utilizable a los usuarios fuertes del sector. El sector x puede asignar subbandas de los conjuntos restringidos a los usuarios débiles del sector. Los usuarios débiles están limitados, en efecto, a determinadas subbandas que se sabe que están libres de interferencias debidas a los sectores perturbadores fuertes.

Por ejemplo, un usuario u dado del sector x puede tener asignadas subbandas del conjunto U_x utilizable para el sector x . Si se considera que el usuario u está observando/provocando una alta interferencia entre sectores del/al sector y , donde $y \neq x$, entonces el usuario u puede tener asignadas subbandas del conjunto $U_{x-y} = U_x \cap F_y$ restringido. Si se considera además que el usuario u está observando/provocando una alta interferencia entre sectores del/al sector z , donde $z \neq x$ y $z \neq y$, entonces el usuario u puede tener asignadas subbandas del conjunto $U_{x-yz} = U_x \cap F_y \cap F_z$ más restringido.

La FIG. 6 muestra un ejemplo para formar los tres conjuntos F_1 , F_2 y F_3 de subbandas prohibidas. En este ejemplo, las N subbandas totales están divididas en Q grupos, conteniendo cada grupo $3L$ subbandas a las que se les proporcionan índices desde 1 hasta $3L$, donde $Q \geq 1$ y $L > 1$. El conjunto F_1 prohibido contiene las subbandas 1, $L + 1$ y $2L + 1$ en cada grupo. El conjunto F_2 prohibido contiene las subbandas 1, $L + 2$ y $2L + 2$ en cada grupo. El conjunto F_3 prohibido contiene las subbandas 2, $L + 1$ y $2L + 2$ en cada grupo. El conjunto F_{12} contiene entonces la subbanda 1 en cada grupo, el conjunto F_{13} contiene la subbanda $L + 1$ en cada grupo y el conjunto F_{23} contiene la subbanda $2L + 2$ en cada grupo.

En general, cada conjunto prohibido puede contener cualquier número de subbandas y una cualquiera de las N subbandas totales, sometidas a las limitaciones mostradas en la ecuación (1) y posiblemente en la ecuación (2). Para obtener una diversidad de frecuencias, cada conjunto prohibido puede contener subbandas tomadas entre las N subbandas totales. Las subbandas de cada conjunto prohibido pueden distribuirse a través de las N subbandas totales según un patrón predeterminado, tal y como se muestra en la FIG. 6. Como alternativa, las subbandas de cada conjunto prohibido pueden distribuirse de manera pseudoaleatoria a través de las N subbandas totales. Los tres conjuntos F_1 , F_2 y F_3 prohibidos también pueden definirse con cualquier cantidad de solapamiento. La cantidad de solapamiento puede depender de varios factores tales como, por ejemplo, el factor de reutilización efectivo deseado para cada sector (descrito posteriormente), el número esperado de usuarios débiles en cada sector, etc. Los tres conjuntos prohibidos pueden solaparse entre sí en la misma cantidad, tal y como se muestra en la FIG. 4, o en diferentes cantidades.

Cada usuario puede estar asociado con un conjunto de "reutilización" que contiene al sector de servicio para el usuario así como a las entidades perturbadoras/–adas fuertes, si las hubiera, para el usuario. El sector de servicio se denota mediante un texto en **negrita y subrayado** en el conjunto de reutilización. Las entidades perturbadoras/–adas fuertes se denotan mediante un texto normal, después del texto en **negrita y subrayado** para el sector de servicio, en el conjunto de reutilización. Por ejemplo, un conjunto de reutilización de (**2**, 1, 3) denota que el sector 2 es el sector de servicio y que los sectores 1 y 3 son entidades perturbadoras/–adas fuertes.

Las entidades perturbadoras fuertes para un usuario u dado en el enlace directo son normalmente fijas y se pueden identificar de manera específica, por ejemplo, según las señales piloto transmitidas por los sectores. Las entidades perturbadoras fuertes para un usuario u en el enlace inverso no pueden identificarse fácilmente mediante una medición de enlace directo realizada por el usuario u y pueden deducirse, por ejemplo, según la medición de interferencia de enlace inverso por parte de la estación base de servicio del usuario u . Las entidades perturbadoras fuertes para un usuario u también pueden identificarse o deducirse de manera específica. Las entidades perturbadoras/–adas fuertes para cada usuario pueden determinarse de varias maneras.

En una realización, las entidades perturbadoras/–adas fuertes para un usuario u dado se determinan según las potencias de señales piloto recibidas, medidas por el usuario u , para diferentes sectores. Cada sector puede transmitir una señal piloto a través del enlace directo para varias finalidades tales como la detección de señales, la medición del tiempo y la sincronización de frecuencias, la estimación de canal, etc. El usuario u puede buscar señales piloto transmitidas por los sectores y medir la potencia recibida para cada señal piloto detectada. El usuario u puede comparar después la potencia de señal piloto recibida para cada sector detectado con un umbral de potencia y añadir el sector a su conjunto de reutilización si la potencia de señal piloto recibida para el sector supera el umbral de potencia.

En otra realización, las entidades perturbadoras/–adas fuertes para un usuario u se determinan según un conjunto "activo" mantenido por el usuario u . El conjunto activo contiene todos los sectores que son candidatos para dar servicio al usuario u . Un sector puede añadirse al conjunto activo, por ejemplo, si la potencia de señal piloto recibida para el sector, medida por el usuario u , supera un umbral de adición (que puede ser igual o no al umbral de potencia descrito anteriormente). Puede requerirse (por ejemplo, periódicamente) que cada usuario del sistema actualice su conjunto activo y notifique el conjunto activo a su sector de servicio. La información de conjunto activo puede estar rápidamente disponible en el sector y puede usarse para la reutilización restrictiva.

En todavía otra realización, las entidades perturbadoras/–adas fuertes para un usuario u se determinan según las potencias de señales piloto recibidas, medidas en diferentes sectores, por el usuario u . Cada usuario también puede transmitir una señal piloto a través del enlace inverso para varias finalidades. Cada sector puede buscar señales piloto transmitidas por los usuarios del sistema y medir la potencia recibida de cada señal piloto detectada. Cada sector puede comparar después la potencia de señal piloto recibida para cada usuario detectado con el umbral de potencia e informar al sector de servicio del usuario si la potencia de señal piloto recibida supera el umbral de potencia. El sector de servicio para cada usuario puede añadir después sectores que hayan notificado altas potencias de señales piloto recibidas a ese conjunto de reutilización del usuario.

En todavía otra realización, las entidades perturbadoras/–adas fuertes para un usuario u se determinan según una

5 estimación de posición para el usuario u . La posición del usuario u puede estimarse por varios motivos (por ejemplo, proporcionar un servicio de localización al usuario u) y utilizando varias técnicas de determinación de la posición (por ejemplo, el sistema de posicionamiento global (GPS, *Global Positioning System*), la trilateración de enlace directo avanzada (A-FLT, *Advanced Forward Link Trilateration*), etc., los cuales se conocen en la técnica). Las entidades perturbadoras/–adas fuertes para el usuario u pueden determinarse después según la estimación de posición para el usuario u y la información de la disposición sector/celda.

10 Anteriormente se han descrito varias realizaciones para determinar las entidades perturbadoras/–adas fuertes para cada usuario. Las entidades perturbadoras/–adas fuertes también pueden determinarse de otras maneras y/o en base a otras cantidades además de la potencia de señal piloto recibida. Una buena métrica de calidad de señal para determinar las entidades perturbadoras fuertes en el enlace directo es una SINR promedio medida en un usuario para una estación base, que se denomina también “geometría”. Una buena métrica de calidad de señal para determinar entidades perturbadas fuertes en el enlace inverso es una ganancia de canal medida en un usuario para una estación base, ya que la medición SINR no está disponible en el usuario para la estación base. Puede mantenerse un único conjunto de reutilización tanto para los enlaces directos como para los inversos, o pueden usarse distintos conjuntos para los dos enlaces. Pueden usarse las mismas o diferentes métricas de calidad de señal para actualizar los sectores del conjunto de reutilización para los enlaces directos e inversos.

20 En general, las entidades perturbadoras/–adas fuertes pueden identificarse de manera específica en base a mediciones directas (por ejemplo, para el enlace directo) o deducirse en base a mediciones relacionadas, la disposición sector/celda y/u otra información (por ejemplo, para el enlace inverso). Por motivos de simplicidad, la siguiente descripción supone que cada usuario está asociado con un único conjunto de reutilización que contiene al sector de servicio y a otros sectores (si los hubiera) que se consideran como entidades perturbadoras/–adas fuertes para el usuario.

25 En un sistema bien diseñado, un usuario débil debe tener un métrica de calidad de señal relativamente equitativa para al menos un sector vecino. Esto permite que un usuario débil se traspase desde un sector de servicio actual hasta un sector vecino si fuera necesario. Cada sector vecino puede considerarse como una entidad perturbadora/–ada fuerte para el usuario débil y puede incluirse en el conjunto de reutilización del usuario.

30 La FIG. 7A muestra un ejemplo de distribución de cuatro usuarios en un agrupamiento de siete sectores. En este ejemplo, el usuario 1 está situado cerca del centro del sector 1 y tiene un conjunto de reutilización de (1). El usuario 2 está situado cerca del límite entre los sectores 1 y 3 y tiene un conjunto de reutilización de (1, 3). El usuario 3 también está situado cerca del límite entre los sectores 1 y 3 pero tiene un conjunto de reutilización de (3, 1). El usuario 4 está situado cerca del límite de los sectores 1, 2 y 3 y tiene un conjunto de reutilización de (1, 2, 3).

35 La FIG. 7B muestra un patrón de no interferencia para el usuario 1 de la FIG. 7A. El usuario 1 tiene asignadas subbandas del conjunto U_1 utilizable ya que su conjunto de reutilización es (1). Debido a que los usuarios del sector 1 tienen asignadas subbandas ortogonales, el usuario 1 no interfiere con otros usuarios del sector 1. Sin embargo, el conjunto U_1 utilizable no es ortogonal a los conjuntos U_2 y U_3 utilizables para los sectores 2 y 3, respectivamente. Por tanto, el usuario 1 observa interferencias de los seis sectores 2 y 3 vecinos del primer nivel alrededor del sector 1. El usuario 1 observa normalmente interferencias debidas a entidades perturbadoras lejanas o débiles de estos seis sectores vecinos debido a que las entidades perturbadores fuertes (para el sector 1/usuario 1) de estos sectores vecinos tienen asignadas subbandas (por ejemplo, de los conjuntos U_{2-1} y U_{3-1} restringidos) que son ortogonales a las del conjunto U_1 utilizable. El área en la que los otros usuarios no interfieren con el usuario 1 se muestra mediante líneas cruzadas y cubre el sector 1 y los bordes de los otros sectores vecinos del sector 1 (puesto que los usuarios de estos sectores 2 y 3 vecinos se pueden asignar subbandas que el sector 1 no utiliza).

50 La FIG. 7C muestra un patrón de no interferencia para el usuario 2 de la FIG. 7A. El usuario 2 tiene asignadas subbandas del conjunto $U_{1-3} = U_1 \cap F_3$ restringido ya que su conjunto de reutilización es (1, 3). Puesto que el sector 3 no utiliza las subbandas de su conjunto F_3 prohibido, las subbandas asignadas al usuario 2 son ortogonales a las subbandas usadas por el sector 3. Por tanto, el usuario 2 no observa ninguna interferencia debida a los otros usuarios del sector 1 así como de los usuarios del sector 3. El usuario 2 observa interferencias de entidades perturbadoras lejanas de los tres sectores 2 vecinos del primer nivel. El área en la que los otros usuarios no interfieren con el usuario 2 cubre los sectores 1 y 3 y los bordes de los sectores 2 que son vecinos del sector 1 (por la razón descrita anteriormente para la FIG. 7B).

55 La FIG. 7D muestra un patrón de no interferencia para el usuario 4 de la FIG. 7A. El usuario 4 tiene asignadas subbandas del conjunto $U_{1-2-3} = U_1 \cap F_2 \cap F_3$ restringido ya que su conjunto de reutilización es (1, 2, 3). Puesto que los sectores 2 y 3 no utilizan las subbandas de sus conjuntos F_2 y F_3 prohibidos, respectivamente, las subbandas asignadas al usuario 4 son ortogonales a las subbandas utilizadas por los sectores 2 y 3. Por tanto, el usuario 4 no observa ninguna interferencia debida a los otros usuarios del sector 1 así como de los usuarios de los seis sectores 2 y 3 vecinos del primer nivel. El área en la que los otros usuarios no interfieren con el usuario 4 cubre los sectores 1, 2 y 3.

60 En la FIG. 7A, los usuarios 2 y 3 están muy próximos e interferirían en gran medida entre sí sin la reutilización restrictiva. Con la reutilización restrictiva, el usuario 2 tiene asignadas subbandas del conjunto $U_{1-3} = U_1 \cap F_3$ restringido ya que su conjunto de reutilización es (1, 3), y el usuario 3 tiene asignadas subbandas del conjunto $U_{3-1} = U_3 \cap F_1$ restringido ya que

su conjunto de reutilización es (3, 1). Los conjuntos U_{1-3} y U_{3-1} restringidos son mutuamente ortogonales ya que cada conjunto U_{x-y} restringido sólo contiene subbandas excluidas del conjunto U_y utilizable cuyo otro conjunto U_{y-x} restringido es un subconjunto. Debido a que los usuarios 2 y 3 tienen asignadas subbandas de los conjuntos U_{1-3} y U_{3-1} restringidos ortogonales, respectivamente, estos dos usuarios no interfieren entre sí.

Tal y como se muestra en las FIGS. 7A a 7D, la interferencia experimentada por un usuario disminuye a media que aumenta el tamaño de su conjunto de reutilización. Un usuario con un tamaño de conjunto de reutilización de uno (por ejemplo, el usuario 1 de la FIG. 7B) queda interferido por entidades perturbadoras lejanas de los seis sectores vecinos del primer nivel. Un usuario con un tamaño de conjunto de reutilización de dos (por ejemplo, el usuario 2 de la FIG. 7C) queda interferido por entidades perturbadoras lejanas de los tres sectores vecinos del primer nivel. Un usuario con un tamaño de conjunto de reutilización de tres queda interferido por las entidades perturbadoras de los sectores vecinos del segundo nivel. Por el contrario, sin la reutilización restrictiva, todos los usuarios del sistema quedarían interferidos por entidades perturbadoras distribuidas de manera aleatoria de todos los seis sectores vecinos del primer nivel.

La reutilización restrictiva puede usarse para mitigar la interferencia entre sectores para usuarios débiles tanto en los enlaces directos como en los inversos. En el enlace directo, un usuario u débil del sector x puede observar altas interferencias entre sectores debidas a estaciones base para sectores vecinos que están en su conjunto de reutilización. El usuario u débil puede tener asignadas subbandas que no se utilicen por estos sectores vecinos y no observarían entonces ninguna interferencia debida a las estaciones base para estos sectores. Por lo tanto, la reutilización restrictiva puede mejorar directamente las SINR de un usuario u débil individual.

En el enlace inverso, un usuario u débil puede observar una alta interferencia entre sectores debida a los usuarios de sectores vecinos que están en su conjunto de reutilización. El usuario u débil puede tener asignadas subbandas que no se utilicen por estos sectores vecinos y no observarían entonces ninguna interferencia debida a los usuarios de estos sectores. El usuario u débil también puede ser una entidad perturbadora fuerte para los usuarios de los sectores vecinos. El usuario u débil transmite normalmente un alto nivel de potencia con el fin de mejorar su SINR recibida en su sector x de servicio. La alta potencia de transmisión provoca más interferencias a todos los usuarios de los sectores vecinos. Restringiendo al usuario u débil a subbandas no utilizadas por los sectores vecinos del conjunto de reutilización, el usuario u débil no provocaría ninguna interferencia a los usuarios de estos sectores.

Cuando la reutilización restrictiva se aplica a través del sistema, el usuario u débil puede beneficiarse de la menor interferencia entre sectores en el enlace inverso incluso si no pueden identificarse las entidades perturbadoras fuertes para el usuario u débil. Los usuarios débiles de los sectores vecinos que tienen al sector x en sus conjuntos de reutilización pueden ser entidades perturbadoras fuertes para el usuario u débil así como para otros usuarios del sector x . Estas entidades perturbadoras fuertes pueden tener asignadas subbandas que no se utilicen por el sector x y por tanto no provocarían ninguna interferencia a los usuarios del sector x . Por tanto, el usuario u no observaría ninguna interferencia entre sectores debida a estas entidades perturbadoras fuertes incluso aunque el usuario u no pueda identificarlas. La reutilización restrictiva mejora generalmente las SINR de todos los usuarios débiles.

Tanto para los enlaces directos como para los inversos, la reutilización restrictiva puede evitar o reducir la interferencia debida a entidades perturbadoras fuertes observada por los usuarios débiles y, por lo tanto, mejorar las SINR para los usuarios débiles. La reutilización restrictiva puede reducir la variación en las SINR entre los usuarios del sistema. Como resultado, puede conseguirse para el sistema una cobertura de comunicación mejorada así como una capacidad global de sistema superior.

La FIG. 8 muestra un diagrama de flujo de un proceso 800 para asignar subbandas a los usuarios de un sector con reutilización restrictiva. El proceso 800 puede realizarse por/para cada sector. Inicialmente se identifican las "entidades de interferencia" fuertes, si las hubiera, para cada usuario del sector (bloque 812). Una entidad de interferencia fuerte para un usuario u dado puede ser (1) una entidad perturbadora fuerte que provoque una alta interferencia al usuario u y/o (2) una entidad perturbada fuerte que observe una alta interferencia de o debida al usuario u . Una entidad de interferencia fuerte para el usuario u puede ser por lo tanto (1) una estación base que provoque una alta interferencia al usuario u en el enlace directo, (2) otro usuario que provoque una alta interferencia al usuario u en el enlace inverso, (3) una estación base que observe una alta interferencia debida al usuario u en el enlace inverso, (4) otro usuario que observe una alta interferencia debida a la estación base de servicio del usuario u en el enlace directo, o (5) cualquier otra entidad para la que se pretenda mitigar la interferencia con el usuario u . Las entidades de interferencia fuertes pueden identificarse en base a, por ejemplo, potencias de señales piloto recibidas medidas por el usuario para diferentes sectores, potencias de señales piloto recibidas medidas por diferentes sectores para el usuario, etc. Las entidades de interferencia fuertes para cada usuario pueden incluirse en el conjunto de reutilización del usuario, tal y como se ha descrito anteriormente. En cualquier caso, se determina un conjunto utilizable restringido para cada usuario con al menos una entidad de interferencia fuerte (bloque 814). El conjunto restringido para cada usuario puede obtenerse realizando una operación de conjunto intersección en el conjunto utilizable para el sector de servicio del usuario con el conjunto prohibido para cada entidad de interferencia fuerte, o $F_{x-y} = U_x \cap F_y$. Cada usuario con al menos una entidad de interferencia fuerte tiene asignadas subbandas del conjunto restringido determinado para ese usuario (bloque 816). Cada usuario sin una entidad de interferencia fuerte tiene asignadas las subbandas restantes del conjunto utilizable para el sector (bloque 818). Después, el proceso termina.

El proceso 800 muestra en primer lugar la asignación de subbandas a usuarios débiles con al menos una entidad de

interferencia fuerte y después la asignación de las subbandas restantes a los usuarios fuertes. En general, los usuarios débiles y fuertes pueden tener asignadas subbandas en cualquier orden. Por ejemplo, pueden asignarse subbandas a los usuarios según su prioridad, que puede determinarse a partir de diversos factores tales como las SINR conseguidas por los usuarios, las velocidades de transferencia de datos soportadas por los usuarios, el tamaño de los datos útiles, el tipo de los datos que van a enviarse, la cantidad de retardo que ya experimentan los usuarios, la probabilidad de interrupciones en el servicio, la máxima potencia de transmisión disponible, el tipo de servicios de datos que se ofrecen, etc. Pueden proporcionarse ponderaciones adecuadas a estos factores los cuales se utilizan para priorizar a los usuarios. Entonces, los usuarios pueden tener asignadas subbandas según su prioridad.

El proceso 800 puede llevarse a cabo por cada sector en cada intervalo de planificación, el cual puede ser un intervalo de tiempo predeterminado. Cada sector puede enviar señalizaciones (por ejemplo, a todos los usuarios o solamente a aquellos usuarios a los que se les haya asignado diferentes subbandas) para indicar las subbandas asignadas a cada usuario. El proceso 800 también puede llevarse a cabo (1) siempre que haya un cambio en los usuarios del sector (por ejemplo, si se añade un nuevo usuario o si se elimina un usuario actual), (2) siempre que cambien las condiciones de canal para los usuarios (por ejemplo, siempre que cambie el conjunto de reutilización para un usuario), o (3) en cualquier momento y/o debido a cualquier criterio de activación. En cualquier momento dado, todas las subbandas no pueden estar disponibles para la planificación, por ejemplo algunas subbandas pueden estar ya utilizándose para retransmisiones o para otros fines.

Los conjuntos prohibidos representan información suplementaria para permitir la reutilización restrictiva. Puesto que las subbandas del conjunto F_x prohibido no se utilizan por el sector x , el porcentaje de las subbandas totales utilizables por el sector x , que es también el factor de reutilización eficaz para el sector x , puede darse como: $|U_x|/|\Omega| = (|\Omega| - |F_x|)/|\Omega|$, donde $|U_x|$ denota el tamaño del conjunto U_x . Para reducir la cantidad de información suplementaria para la reutilización restrictiva, los conjuntos prohibidos pueden definirse tan pequeños como sea posible. Sin embargo, los tamaños de los conjuntos restringidos dependen de los tamaños de los conjuntos prohibidos. Por lo tanto, los conjuntos prohibidos pueden definirse según los requisitos esperados para los usuarios débiles y posiblemente según otros factores.

Los conjuntos utilizables y prohibidos pueden definirse de varias maneras. En una realización, los conjuntos utilizables y prohibidos se definen según la planificación de frecuencia global para el sistema y permanecen estáticos. Cada sector tiene asignado un conjunto utilizable y un conjunto prohibido, forma sus conjuntos restringidos tal y como se ha descrito anteriormente, y posteriormente utilizará los conjuntos utilizables y restringidos. Esta realización simplifica la implementación de la reutilización restrictiva ya que cada sector puede actuar de manera autónoma y no se requiere ninguna señalización entre sectores vecinos. En una segunda realización, los conjuntos utilizables y prohibidos pueden definirse de manera dinámica según la carga de sector y posiblemente según otros factores. Por ejemplo, el conjunto prohibido para cada sector puede depender del número de usuarios débiles de los sectores vecinos, el cual puede variar con el tiempo. Un sector designado o una entidad del sistema (por ejemplo, un controlador 130 del sistema) puede recibir información de carga para varios sectores, definir los conjuntos utilizables y prohibidos, y asignar los conjuntos a los sectores. Esta realización puede permitir una mejor utilización de los recursos del sistema en base a la distribución de los usuarios. En todavía otra realización, los sectores pueden enviar mensajes entre sectores para negociar los conjuntos utilizables y prohibidos.

La reutilización restrictiva puede soportar el traspaso, que se refiere a la transferencia de un usuario desde una estación base de servicio actual a otra estación base que se considera mejor. El traspaso puede realizarse según sea necesario para mantener buenas condiciones de canal para los usuarios en el límite de la cobertura del sector (o usuarios en el "borde de sector"). Algunos sistemas convencionales (por ejemplo, un sistema de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, *Time Division Multiple Access*)) soportan el traspaso "discontinuo" ("*hard*" *handoff*) mediante el cual un usuario se desvincula en primer lugar de la estación base de servicio actual y después conmuta a una nueva estación base de servicio. Un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA, *Code Division Multiple Access*) soporta traspasos "continuos" ("*soft*" *handoffs*) y "más continuos" ("*softer*" *handoffs*), que permiten a un usuario comunicarse simultáneamente con múltiples celdas (para el traspaso continuo) o con múltiples sectores (para un traspaso más continuo). Los traspasos continuos y más continuos pueden proporcionar una mitigación adicional frente a rápidos desvanecimientos de señal.

La reutilización restrictiva puede reducir las interferencias para los usuarios en el borde de sector, los cuales son buenos candidatos para el traspaso. Además, la reutilización restrictiva puede soportar el traspaso discontinuo, continuo y más continuo. Un usuario u en el borde de sector del sector x puede tener asignadas subbandas del conjunto U_{x-y} restringido, el cual está libre de interferencias debidas al sector vecino. El usuario u en el borde de sector también puede comunicarse con el sector y a través de subbandas del conjunto U_{y-x} restringido, el cual está libre de interferencias debidas al sector x . Puesto que los conjuntos U_{x-y} y U_{y-x} restringidos son disjuntos, el usuario u puede comunicarse simultáneamente con ambos sectores x e y (y sin ninguna interferencia debida a las entidades perturbadoras fuertes de ambos sectores) para el traspaso continuo o más continuo. El usuario u también puede realizar un traspaso discontinuo desde el sector x al sector y . Puesto que los conjuntos U_{x-y} y U_{y-x} restringidos no presentan entidades perturbadoras fuertes de los sectores y y x , respectivamente, la SINR recibida del usuario u no puede cambiar de manera muy abrupta cuando el usuario u se traspasa desde el sector x al sector y , lo que puede garantizar un traspaso continuo.

El control de potencia puede utilizarse o no en combinación con la reutilización restrictiva. El control de potencia ajusta la

- potencia de transmisión para una transmisión de datos de manera que la SINR recibida para la transmisión se mantiene en una SINR objetivo, que a su vez puede ajustarse para conseguir un nivel de rendimiento particular, por ejemplo una tasa de error de paquetes (PER, *packet error rate*) del 1%. El control de potencia puede usarse para ajustar la cantidad de potencia de transmisión usada para una velocidad de transferencia de datos dada, de manera que se minimiza la interferencia. El control de potencia puede usarse para determinadas transmisiones (por ejemplo, de velocidad fija) y omitirse para otras transmisiones (por ejemplo, de velocidad variable). La potencia de transmisión total puede usarse para una transmisión de velocidad variable (tal como una retransmisión automática híbrida (H-ARQ), que es una transmisión continua de información redundante adicional para cada paquete hasta que el paquete se descodifique correctamente) para conseguir la mayor velocidad posible para una condición de canal dada.
- En la anterior realización para la reutilización restrictiva, cada sector está asociado con un conjunto utilizable y con un conjunto prohibido. A continuación se describirán algunas otras realizaciones de la reutilización restrictiva.
- En otra realización de la reutilización restrictiva, cada sector x tiene asignados un conjunto U_x de subbandas utilizable no restringido y un conjunto L_x de subbandas de "uso limitado". El conjunto utilizable no restringido contiene subbandas que pueden asignarse a cualquier usuario del sector. El conjunto de uso limitado contiene subbandas que presentan determinadas restricciones de uso tales como, por ejemplo, un límite de potencia de transmisión inferior. Los conjuntos U_x y L_x pueden formarse de la manera descrita anteriormente para los conjuntos U_x y F_x , respectivamente.
- Cada sector x puede tener asignadas las subbandas de los conjuntos U_x y L_x teniendo en cuenta las condiciones de canal para los usuarios de manera que puede obtenerse un buen rendimiento para todos los usuarios. Las subbandas del conjunto U_x pueden asignarse a cualquier usuario del sector x . Los usuarios débiles del sector x pueden tener asignadas subbandas de (1) un conjunto $U_{x-y} = U_x \cap L_y$ restringido, si se observa una alta interferencia debida al sector y vecino, (2) un conjunto $U_{x-z} = U_x \cap L_z$ restringido, si se detecta una alta interferencia debida al sector z vecino, o de (3) un conjunto $U_{x-yz} = U_x \cap L_y \cap L_z$ restringido, si se observa una alta interferencia debida a los sectores y y z vecinos. Los usuarios fuertes del sector x pueden tener asignadas subbandas de L_x .
- Un usuario v fuerte del sector x tiene una buena métrica de calidad de señal para su sector x de servicio y puede tener asignadas subbandas del conjunto L_x de uso limitado. En el enlace directo, el sector x puede transmitir en o por debajo del límite de potencia inferior para el conjunto L_x al usuario v fuerte. En el enlace inverso, el usuario v fuerte puede transmitir en o por debajo del límite de potencia inferior al sector x de servicio. Puede conseguirse un buen rendimiento para el usuario v fuerte tanto en los enlaces directos como en los inversos, incluso con la potencia de transmisión inferior, debido a la buena métrica de calidad de señal conseguida por el usuario v fuerte para el sector x .
- El usuario v fuerte tiene normalmente malas métricas de calidad de señal para los sectores vecinos. En el enlace directo, la potencia de transmisión inferior utilizada por el sector x para el usuario v fuerte provoca bajos niveles (y normalmente tolerables) de interferencia a los usuarios de los sectores vecinos. En el enlace inverso, la potencia de transmisión inferior utilizada por el usuario v fuerte más las ganancias de canal inferiores para los sectores vecinos dan como resultado bajos niveles (y normalmente tolerables) de interferencia a los usuarios de los sectores vecinos.
- En todavía otra realización de la reutilización restrictiva, cada conjunto de reutilización está asociado con una lista ordenada de conjuntos de subbandas que pueden usarse para el conjunto de reutilización. Debido a las restricciones de planificación de frecuencia, el ancho de banda de algunos conjuntos restringidos puede ser bastante pequeño, tal como para el conjunto U_{1-23} restringido que corresponde al conjunto (1, 2, 3) de reutilización. Supóngase que el usuario u observa una alta interferencia debida a los sectores 2 y 3 y que tiene asignado el conjunto (1, 2, 3) de reutilización. Aunque el usuario u experimentará una SINR superior debido a la interferencia reducida, la pérdida de ancho de banda debida a una restricción para un pequeño conjunto U_{1-23} restringido puede ser perjudicial en lo que se refiere al rendimiento global que puede conseguir el usuario u . Por tanto, para los usuarios del conjunto (1, 2, 3) de reutilización puede definirse una lista ordenada de conjuntos de subbandas con preferencia descendente, por ejemplo (U_{1-23} , [U_{1-2} , U_{1-3}], U_1), donde los conjuntos de subbandas dentro de los corchetes tienen la misma preferencia. Los usuarios del conjunto (1, 2, 3) de reutilización pueden usar entonces un mayor ancho de banda, si fuera necesario, usando conjuntos de subbandas adicionales de la lista ordenada asociada con el conjunto (1, 2, 3) de reutilización. Para los usuarios del conjunto (1, 2) de reutilización, la lista ordenada puede ser (U_{1-2} , U_1 , U_{1-3} , U_{1-23}). Para los usuarios del conjunto (1) de reutilización, la lista ordenada puede ser (U_1 , [U_{1-2} , U_{1-3}], U_{1-23}). La lista ordenada para cada conjunto de reutilización puede definirse para (1) reducir la cantidad de interferencia observada por los usuarios del conjunto de reutilización y/o para (2) reducir la cantidad de interferencia causada por los usuarios del conjunto de reutilización.
- En todavía otra realización de la reutilización restrictiva, cada sector x tiene asignados múltiples (M) conjuntos utilizables y múltiples (por ejemplo, M) conjuntos prohibidos. El número de conjuntos utilizables puede ser igual o no al número de conjuntos prohibidos. Como un ejemplo, pueden formarse múltiples (M) pares de conjuntos utilizables y prohibidos, formándose el conjunto U_x utilizable y el conjunto F_x prohibido de cada par de manera que cada una de las N subbandas totales esté incluida solamente en el conjunto U_x o en el conjunto F_x , por ejemplo, $\Omega = U_x \cup F_x$, donde " \cup " denota una operación de conjunto unión. Sin embargo, en general, los M conjuntos utilizables y los M conjuntos prohibidos pueden formarse de diferentes maneras.

Por ejemplo, los M conjuntos utilizables pueden formarse de manera que sean subconjuntos sucesivamente más pequeños del mayor conjunto utilizable. Entonces, cada sector puede usar el conjunto utilizable más pequeño posible en base a su carga. Esto puede reducir la interferencia total para los sectores vecinos cuando el sector está parcialmente cargado. Esto también puede aumentar la variación de la interferencia observada por los sectores vecinos, lo que puede aprovecharse para mejorar el rendimiento global del sistema.

Los M conjuntos prohibidos pueden formarse de manera que estén solapados. El número de usuarios más débiles en cada sector y sus requisitos de datos no se conocen normalmente a priori. Cada sector puede utilizar tantos conjuntos prohibidos para los sectores vecinos como sea necesario para dar soporte a sus usuarios débiles. Por ejemplo, el sector x puede utilizar subbandas de más conjuntos prohibidos para el sector y para proporcionar mayores velocidades de transferencia de datos a uno o más usuarios débiles del sector x que observen una alta interferencia debida al sector y, o para dar soporte a más de estos usuarios débiles. Los sectores pueden coordinar el uso de los conjuntos prohibidos.

En general, cada sector puede tener asignado cualquier número de conjuntos de subbandas utilizables no restringidos y cualquier número de conjuntos de subbandas "acotados". Un conjunto de subbandas acotado puede ser un conjunto de subbandas prohibido o un conjunto de subbandas de uso limitado. Por ejemplo, un sector puede tener asignados múltiples conjuntos de subbandas acotados. Un conjunto de subbandas acotado puede ser un conjunto de subbandas prohibido, y el(los) restante(s) conjunto(s) de subbandas acotado(s) pueden tener diferentes límites de potencia de transmisión y pueden asignarse a diferentes niveles de usuarios fuertes. Como otro ejemplo, un sector puede tener asignados múltiples conjuntos de subbandas acotados, donde cada conjunto de subbandas acotado puede tener una límite de potencia de transmisión diferente (es decir, ningún conjunto prohibido). El uso de múltiples conjuntos utilizables y/o acotados para cada sector puede permitir una mejor correspondencia entre las subbandas y los usuarios débiles de los diferentes sectores.

Por motivos de claridad, la reutilización restrictiva se ha descrito específicamente para un sistema con celdas de 3 sectores. En general, la reutilización restrictiva puede usarse con cualquier patrón de reutilización. Para un patrón de reutilización de K sectores/celdas, el conjunto prohibido para cada sector/celda puede definirse de manera que se solape con el conjunto prohibido para cada uno de los otros K-1 sectores/celdas, y puede solaparse con diferentes combinaciones de otros conjuntos prohibidos. Cada sector/celda puede formar diferentes conjuntos restringidos para diferentes sectores vecinos según su conjunto utilizable y los conjuntos prohibidos para los sectores vecinos. Cada sector/celda puede usar entonces los conjuntos utilizables y restringidos tal y como se ha descrito anteriormente.

La reutilización restrictiva también se ha descrito para un sistema OFDMA. La reutilización restrictiva también puede usarse para un sistema TDMA, un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, *Frequency Division Multiple Access*), un sistema CDMA, un sistema CDMA de múltiples portadoras, un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), etc. Un sistema TDMA utiliza multiplexación por división de tiempo (TDM, *time division multiplexing*), y las transmisiones para diferentes usuarios se ortogonalizan transmitiendo en diferentes intervalos de tiempo. Un sistema FDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia (FDM, *frequency division multiplexing*), y las transmisiones para diferentes usuarios se ortogonalizan transmitiendo en diferentes subbandas o canales de frecuencia. En general, los recursos de sistema que van a reutilizarse (por ejemplo, canales/ subbandas de frecuencia, ranuras de tiempo, etc.) pueden dividirse en conjuntos utilizables y prohibidos. Los conjuntos prohibidos para los sectores/celdas vecino/-as se solapan entre sí, tal y como se ha descrito anteriormente. Cada sector puede formar conjuntos restringidos en base a su conjunto utilizable y a los conjuntos prohibidos para los sectores/celdas vecinos/-as, tal y como se ha descrito anteriormente.

La reutilización restrictiva puede utilizarse en un sistema global de comunicaciones móviles (GSM, *Global System for Mobile*). Un sistema GSM puede funcionar en una o más bandas de frecuencia. Cada banda de frecuencia cubre un intervalo de frecuencias específico y está dividida en una pluralidad de canales de radiofrecuencia (RF) de 200 kHz. Cada canal RF se identifica mediante un ARFCN (número de canal de radiofrecuencia absoluto, *absolute radio frequency channel number*) específico. Por ejemplo, la banda de frecuencia GSM 900 cubre los ARFCN 1 a 124, la banda de frecuencia GSM 1800 cubre los ARFCN 512 a 885, y la banda de frecuencia GSM 1900 cubre los ARFCN 512 a 810. Convencionalmente, cada celda GSM tiene asignado un conjunto de canales de RF y sólo transmite en los canales de RF asignados. Para reducir la interferencia entre celdas, las celdas GSM próximas entre sí tienen asignados normalmente diferentes conjuntos de canales de RF de manera que las transmisiones para las celdas vecinas no interfieren entre sí. GSM utiliza normalmente un factor de reutilización mayor que uno (por ejemplo, K = 7).

La reutilización restrictiva puede usarse para mejorar la eficacia y para reducir la interferencia entre sectores en un sistema GSM. Los canales de RF disponibles para el sistema GSM pueden usarse para formar K pares de conjuntos utilizables y prohibidos (por ejemplo, K = 7), y cada celda GSM puede tener asignado uno de los K pares de conjuntos. Cada celda GSM puede asignar entonces canales de RF de su conjunto utilizable a los usuarios de la celda y canales de RF de sus conjuntos restringidos a usuarios débiles. La reutilización restrictiva permite que cada celda GSM utilice un mayor porcentaje de los canales de RF disponibles y puede conseguirse un factor de reutilización más cercano a uno.

La reutilización restrictiva también puede usarse en un sistema de comunicación de múltiples portadoras que utilice múltiples "portadoras" para la transmisión de datos. Cada portadora es una señal sinusoidal que puede modularse de manera independiente con datos y que está asociada con un ancho de banda particular. Un sistema de este tipo es el sistema IS-856 de múltiples portadoras (también denominado 3x-DO (solamente de datos)), el cual presenta múltiples

- portadoras de 1,23 MHz. Puede permitirse que cada sector/celda del sistema utilice todas las portadoras o solamente un subconjunto de las portadoras. Puede prohibirse que un sector/celda utilice una portadora dada para evitar causar interferencias en la portadora, lo que puede permitir que otros sectores/celdas que usen esta portadora observen una menor (o ninguna) interferencia, consigan una SINR superior y que obtengan un mejor rendimiento. Como alternativa, puede obligarse a que un sector/celda utilice un límite de potencia de transmisión inferior en una portadora dada para reducir la interferencia en la portadora. Para cada sector, la(s) portadora(s) acotada(s) (prohibida(s) o de uso limitado) puede(n) asignarse de manera estática o dinámica.
- 5 Cada sector puede asignar sus usuarios a su(s) portadora(s) utilizable(s). Cada sector también puede asignar cada usuario a una portadora de manera que se eviten las entidades perturbadoras/–adas fuertes para el usuario. Por ejemplo, si múltiples portadoras utilizables están disponibles, entonces un usuario puede tener asignada una de las portadoras que tenga menos interferencia para el usuario (por ejemplo, una portadora no utilizada por una entidad perturbadora fuerte para el usuario).
- 10 El procesamiento para la transmisión y la recepción de datos con la reutilización restrictiva depende del diseño del sistema. Por motivos de claridad, a continuación se describirán entidades de transmisión y de recepción ejemplares en un sistema OFDMA con saltos de frecuencia para la realización de reutilización restrictiva con un par de conjuntos de subbandas utilizables y prohibidos.
- 15 La FIG. 9 muestra un diagrama de bloques de una realización de una entidad 110x de transmisión, que puede ser la parte de transmisión de una estación base o de un terminal. Dentro de la entidad 110x de transmisión, un codificador/modulador 914 recibe datos de tráfico/paquetes desde una fuente 912 de datos para un usuario u dado, procesa (por ejemplo, codifica, entrelaza y modula) los datos según un esquema de codificación y de modulación seleccionado por el usuario u , y proporciona símbolos de datos, que son símbolos de modulación para los datos. Cada símbolo de modulación es un valor complejo para un punto en una constelación de señales para el esquema de modulación seleccionado. Una unidad 916 de mapeo de símbolo a subbanda proporciona los símbolos de datos para el usuario u en las subbandas apropiadas determinadas por un control FH, que se genera mediante un generador 940 FH en base al canal de tráfico asignado al usuario u . El generador 940 FH puede implementarse con tablas de consulta, generadores de números pseudoaleatorios (PN, *pseudo-random number*), etc. La unidad 916 de mapeo también proporciona símbolos piloto en subbandas utilizadas por la transmisión de señales piloto y un valor de señal de cero para cada subbanda no utilizada para la transmisión de datos o de señales piloto. Para cada periodo de símbolo OFDM, la unidad 916 de mapeo proporciona N símbolos de transmisión para las N subbandas totales, donde cada símbolo de transmisión puede ser un símbolo de datos, un símbolo de señal piloto o un valor de señal de cero.
- 20 Un modulador 290 OFDM recibe N símbolos de transmisión para cada periodo de símbolo OFDM y genera un símbolo OFDM correspondiente. El modulador 920 OFDM incluye normalmente una unidad de la transformada rápida de Fourier inversa (IFFT, *inverse fast Fourier transform*) y un generador de prefijos cíclicos. Para cada periodo de símbolo OFDM, la unidad IFFT transforma los N símbolos de transmisión al dominio de tiempo usando una FFT inversa de N puntos para obtener un símbolo "transformado" que contiene N fragmentos de información en el dominio de tiempo. Cada fragmento de información es un valor complejo que ha de transmitirse en un periodo de fragmento de información. Después, el generador de prefijos cíclicos repite un parte de cada símbolo transformado para formar un símbolo OFDM que contenga $N + C$ fragmentos de información, donde C es el número de fragmentos de información que está repitiéndose. La parte repetida se denomina a menudo como un prefijo cíclico y se usa para combatir la interferencia entre símbolos (*ISI, inter-symbol interference*) provocada por un desvanecimiento selectivo de la frecuencia. Un periodo de símbolo OFDM se corresponde con la duración de un símbolo OFDM, que es de $N + C$ periodos de fragmento de información. El modulador 920 OFDM proporciona un flujo de símbolos OFDM. Una unidad 922 de transmisión (TMTR) procesa (por ejemplo, convierte a analógico, filtra, amplifica y convierte ascendentemente la frecuencia) el flujo de símbolos OFDM para generar una señal modulada, la cual se transmite desde una antena 924.
- 25 El controlador 930 dirige el funcionamiento de la entidad 110x de transmisión. La unidad 932 de memoria proporciona almacenamiento para los códigos de programa y los datos usados por el controlador 930.
- 30 La FIG. 10 muestra un diagrama de bloques de una realización de una entidad 120x de recepción, la cual puede ser la parte de recepción de una estación base o de un terminal. Una antena 1012 recibe una o más señales moduladas transmitidas por una o más entidades de transmisión, y la señal recibida se proporciona a y se procesa por una unidad 1014 de receptor (RCVR) para obtener muestras. El conjunto de muestras para un periodo de símbolo OFDM representa un símbolo OFDM recibido. Un demodulador 1016 (demod) OFDM procesa las muestras y proporciona símbolos recibidos, que son estimaciones con ruido de los símbolos de transmisión enviados por las entidades de transmisión. Normalmente, el desmodulador 1016 OFDM incluye una unidad de eliminación de prefijos cíclicos y una unidad FFT. La unidad de eliminación de prefijos cíclicos elimina el prefijo cíclico de cada símbolo OFDM recibido para obtener un símbolo transformado recibido. La unidad FFT transforma cada símbolo transformado recibido al dominio de frecuencia con una FFT de N puntos para obtener N símbolos recibidos para las N subbandas. Una unidad 1018 de desmapeo de subbanda a símbolo obtiene los N símbolos recibidos para cada periodo de símbolo OFDMA y proporciona símbolos recibidos para las subbandas asignadas al usuario u . Estas subbandas se determinan mediante un control FH generado por un generador 1040 FH en base al canal de tráfico asignado al usuario u . Un desmodulador/descodificador 1020 procesa (por ejemplo, desmodula, desentrelaza y descodifica) los símbolos recibidos para el usuario u y proporciona datos
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

descodificados a un colector 1022 de datos para su almacenamiento.

Un controlador 1030 dirige el funcionamiento de la entidad 120x de recepción. Una unidad 1032 de memoria proporciona almacenamiento para los códigos de programa y los datos usados por el controlador 1030.

5 Para la reutilización restrictiva, cada sector (o un planificador del sistema) selecciona usuarios para la transmisión de datos, identifica las entidades perturbadoras/—adas fuertes para los usuarios seleccionados, determina el conjunto utilizable o restringido para cada usuario seleccionado en base a sus entidades perturbadoras/—adas fuertes (si las hubiera), y asigna subbandas (o asigna canales de tráfico) de los conjuntos apropiados a los usuarios seleccionados.

10 Después, cada sector proporciona a cada usuario su canal de tráfico asignado, por ejemplo a través de señalización inalámbrica. Las entidades de transmisión y de recepción para cada usuario realizan después el procesamiento apropiado para transmitir y recibir datos en las subbandas indicadas por el canal de tráfico asignado.

15 Las técnicas de reutilización restrictiva descritas en este documento pueden implementarse de varias maneras. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en hardware, software, o en una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento utilizadas para identificar las entidades perturbadoras/—adas fuertes, determinar los conjuntos restringidos, asignar subbandas, procesar datos para la transmisión o la recepción, y realizar otras funciones relacionadas con la reutilización restrictiva pueden implementarse en uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC, *application specific integrated circuits*), procesadores de señales digitales (DSP, *digital signal processors*), dispositivo de procesamiento de señales digitales (DSPD, *digital signal processing devices*), dispositivos lógicos programables (PLD, *programmable logic devices*), matrices de puertas programables de campo (FPGA, *field programmable gate arrays*), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para llevar a cabo las funciones descritas en este documento, o una combinación de los mismos.

25 Para una implementación en software, las técnicas de reutilización restrictiva pueden implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en este documento. Los códigos de software pueden almacenarse en una unidad de memoria (por ejemplo, la unidad 932 de memoria de la FIG. 9 o la unidad 1032 de memoria de la FIG. 10) y ejecutarse por un procesador (por ejemplo, el controlador 930 de la FIG. 9 o el 1030 de la FIG. 10). La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o de manera externa al procesador.

30 La anterior descripción de las realizaciones desveladas se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o utilice la presente invención. Diversas modificaciones de estas realizaciones resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en este documento pueden aplicarse a otras realizaciones mostradas en este documento sino que se le proporciona el alcance más general de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

35

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un procedimiento para asignar subbandas de frecuencia en un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), que comprende:
- 10 identificar estaciones base vecinas fuertes (110a - d), si hay alguna, para cada uno de al menos un terminal (120a -j) en comunicación con una estación base actual;
 determinar un conjunto de subbandas de frecuencia utilizables para cada uno del al menos un terminal (120a - j) en base a un conjunto de subbandas de frecuencia utilizables asignadas a la estación base actual y conjuntos de subbandas de frecuencia no utilizables por las estaciones base vecinas fuertes, si hay alguna, identificadas para el terminal (120a - j); y
 asignar a cada uno de los al menos un terminal subbandas de frecuencia seleccionadas del conjunto de subbandas de frecuencia utilizables por el terminal (120a - j).
- 15 **2.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada estación base vecina fuerte (110a - d) de cada terminal (120a - j) es una estación base que se considera que causa alta interferencia al terminal (120a - j), observa alta interferencia desde el terminal (120a - j), o tanto causa alta interferencia a como observa alta interferencia desde el terminal (120a - j).
- 20 **3.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada estación base vecina fuerte (110a - d) de cada terminal (120a - j) se identifica en base a potencia piloto recibida medida en el terminal (120a - j) para la estación base vecina fuerte (110a - d).
- 25 **4.** Un aparato que funciona para asignar recursos de sistema en un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), que comprende:
- 30 un controlador que funciona para identificar estaciones base vecinas fuertes (110a - d), si hay alguna, para cada uno de al menos un terminal (120a -j) en comunicación con una estación base actual;
 medios para determinar un conjunto de subbandas de frecuencia utilizables para cada uno del al menos un terminal (120a - j) en base a un conjunto de subbandas de frecuencia utilizables asignadas a la estación base actual y conjuntos de subbandas de frecuencia no utilizables por las estaciones base vecinas fuertes, si hay alguna, identificadas para el terminal (120a - j); y
 medios para asignar a cada uno de los al menos un terminal subbandas de frecuencia seleccionadas del conjunto de subbandas de frecuencia utilizables por el terminal (120a - j).
- 35 **5.** El aparato de la reivindicación 4, en el que cada estación base vecina fuerte (110a - d) de cada terminal (120a - j) es una estación base que se considera que causa alta interferencia al terminal (120a - j), observa alta interferencia desde el terminal (120a - j), o tanto causa alta interferencia a como observa alta interferencia desde el terminal (120a - j).
- 40 **6.** El aparato de la reivindicación 4 que comprende además:
- 45 medios para identificar cada estación base vecina fuerte (110a - d) de cada terminal (120a - j) en base a potencia piloto recibida medida en el terminal (120a - j) para la estación base vecina fuerte (110a - d).
- 50 **7.** Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que causan que un ordenador lleve a cabo un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, cuando se ejecuta por ordenador.

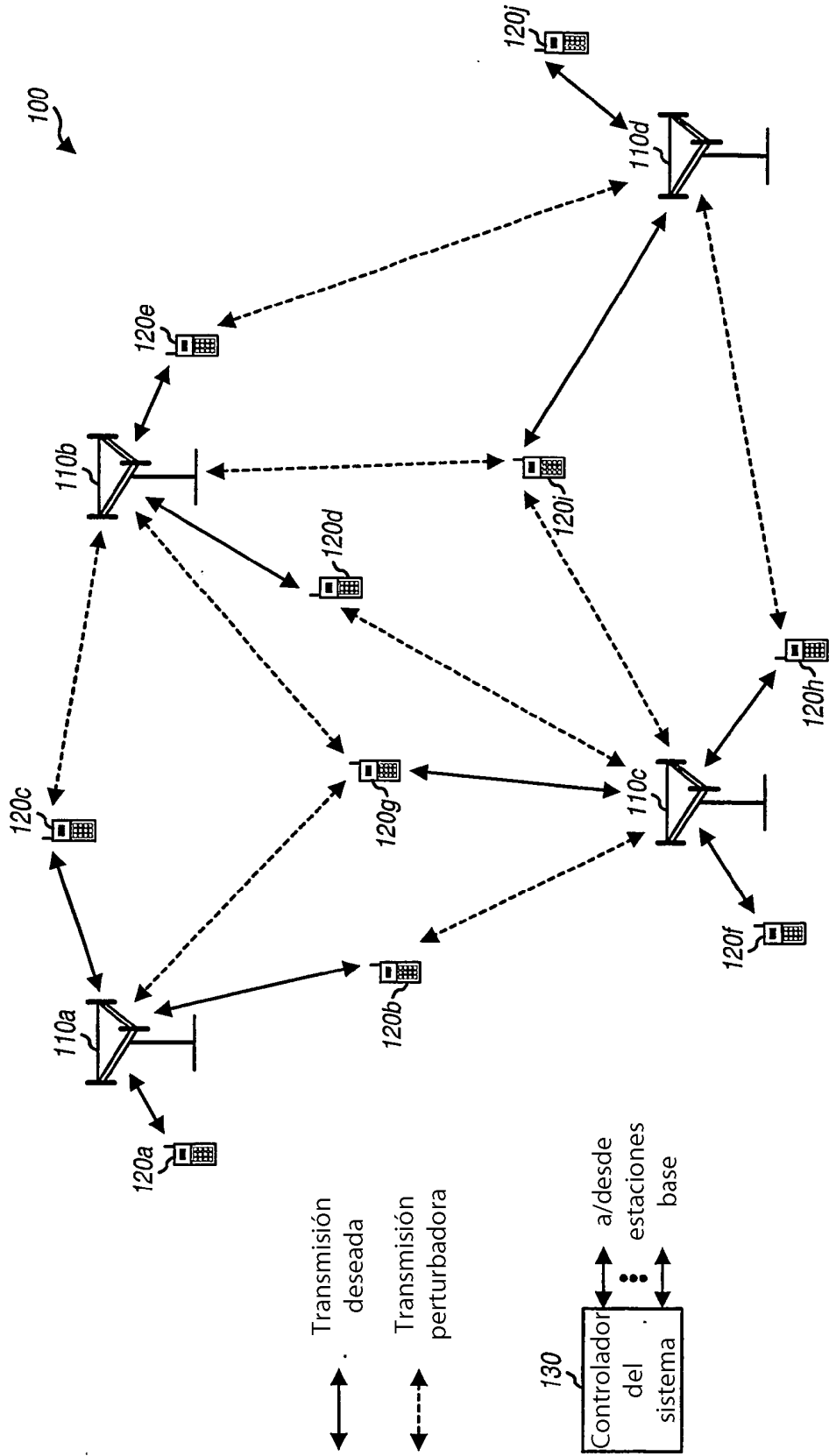


FIG. 1

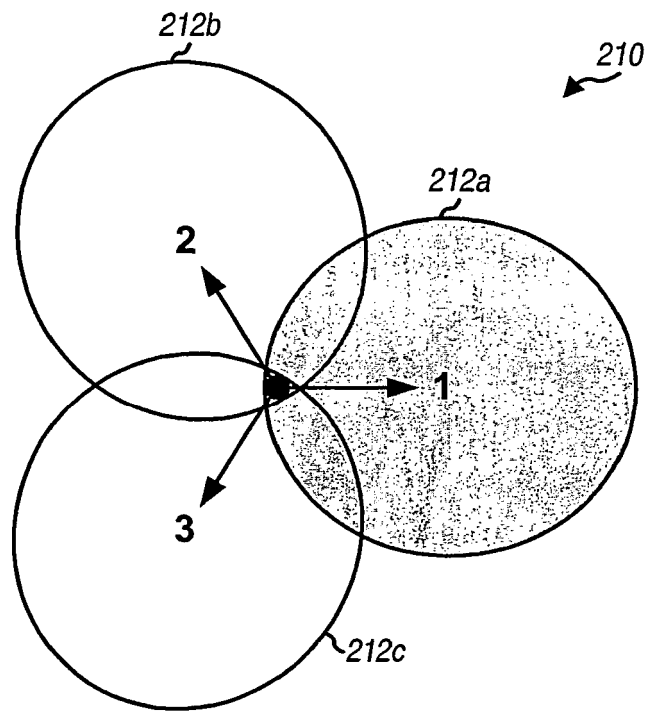


FIG. 2A

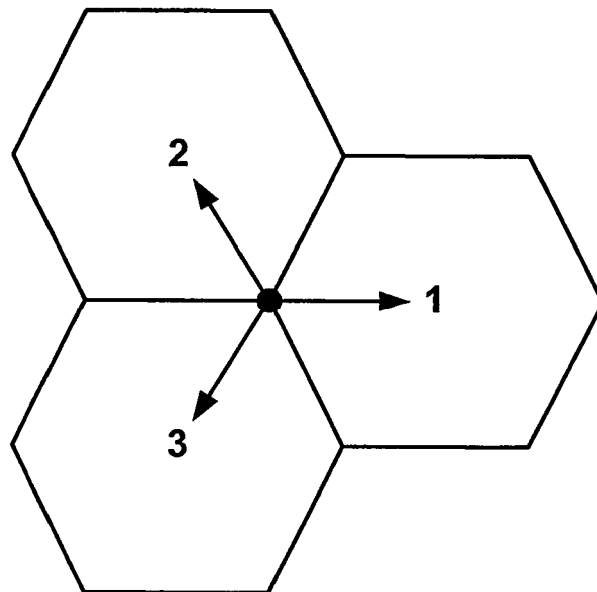


FIG. 2B

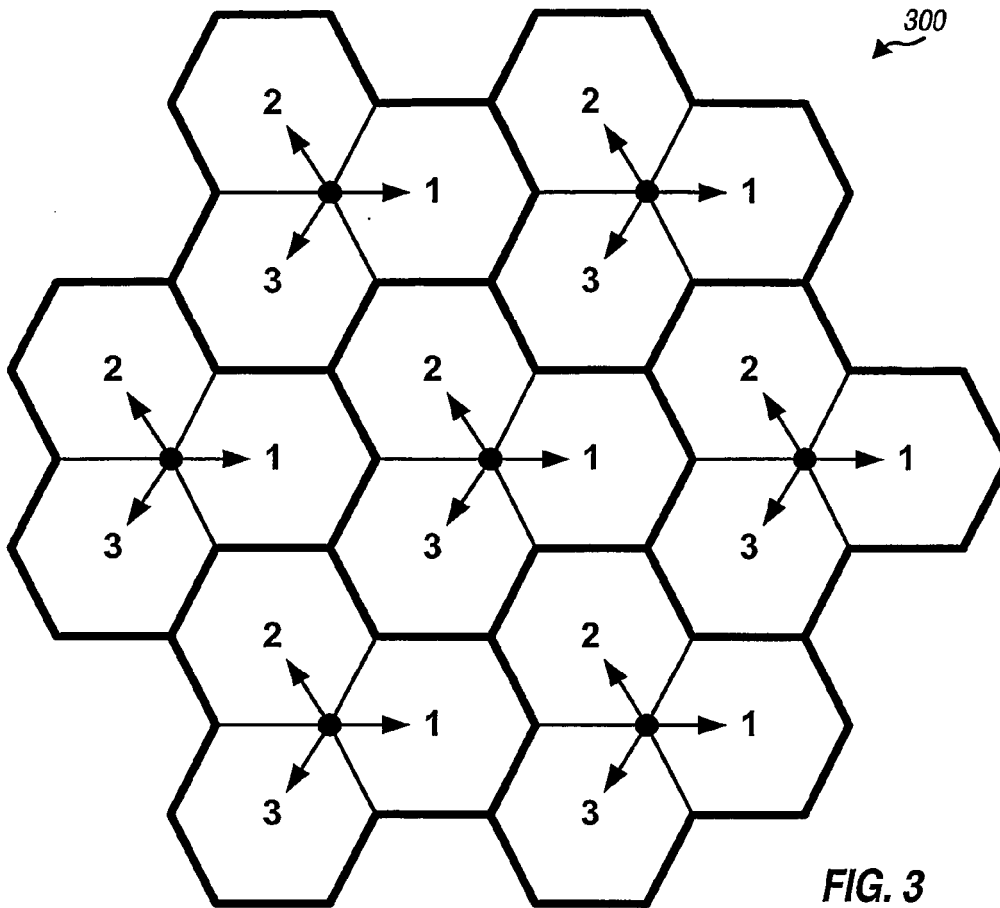


FIG. 3

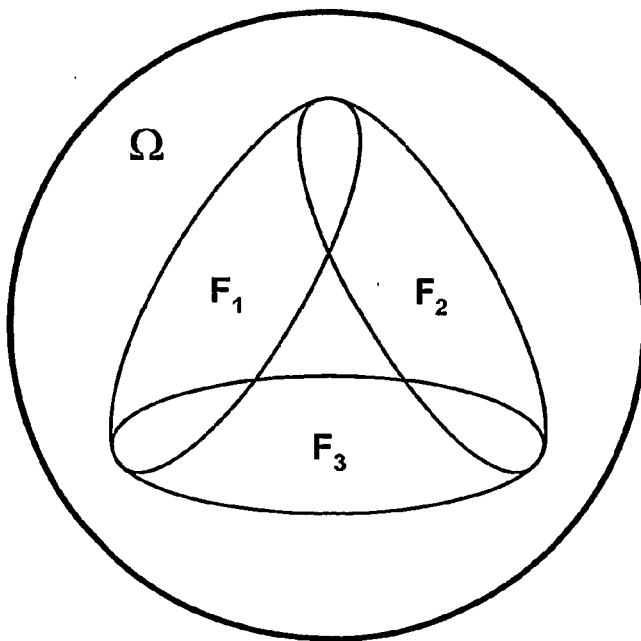


FIG. 4

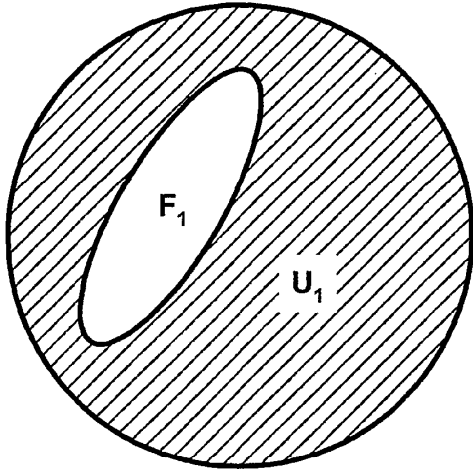


FIG. 5A

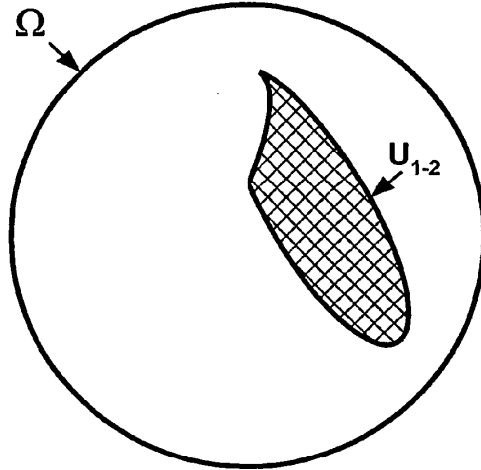


FIG. 5B

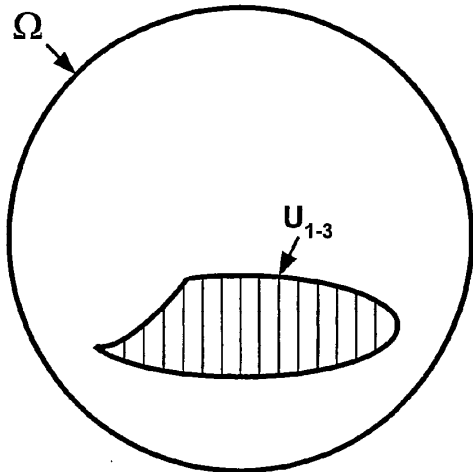


FIG. 5C

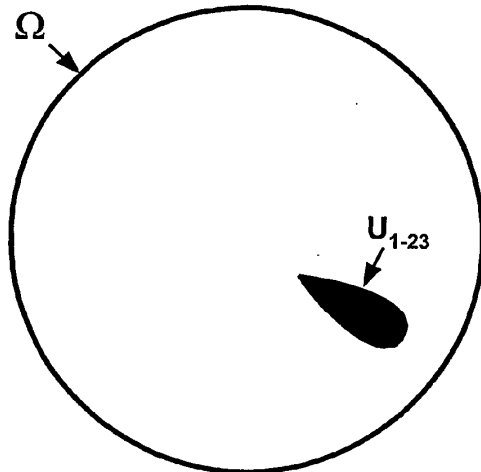


FIG. 5D

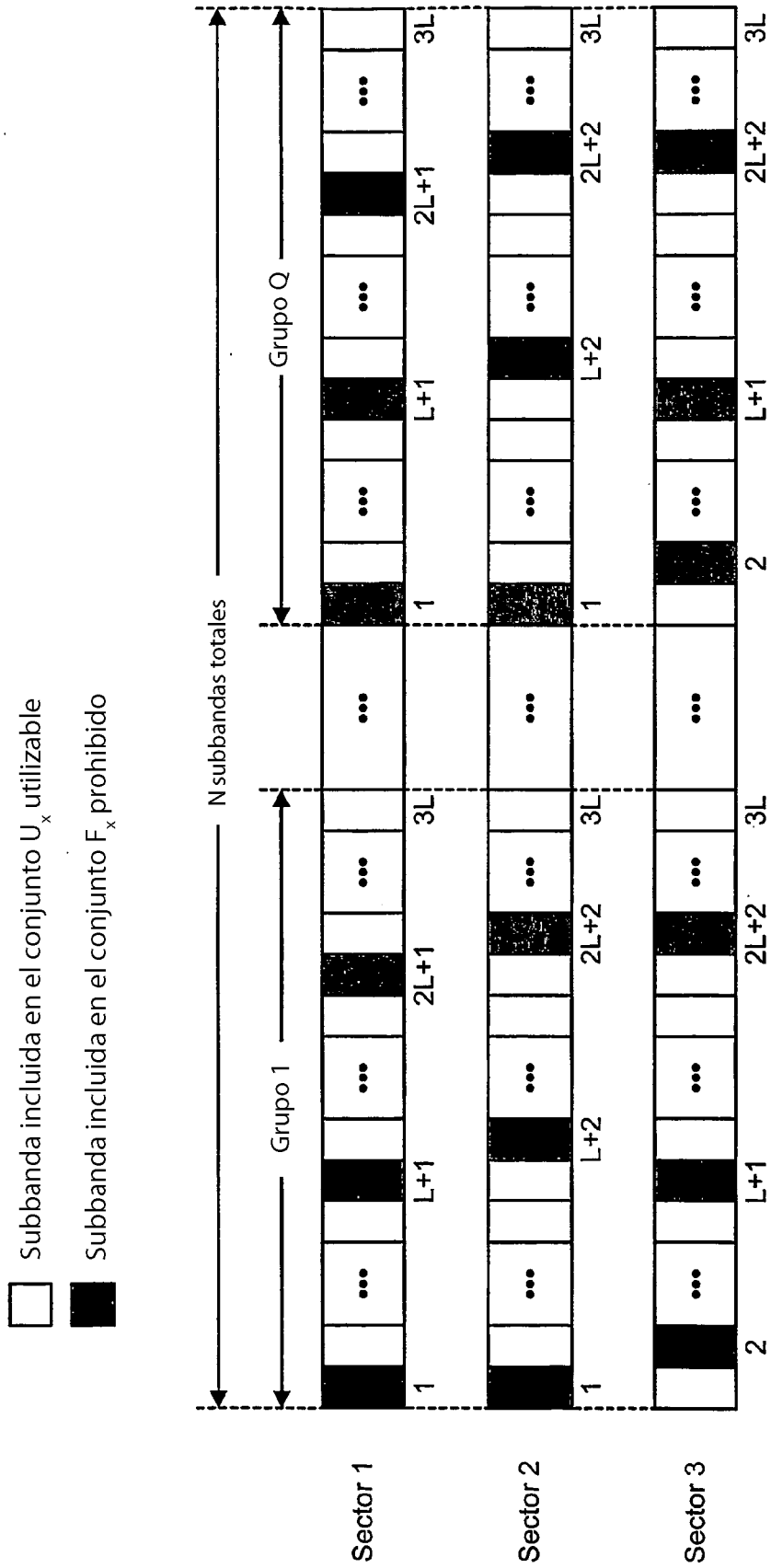


FIG. 6

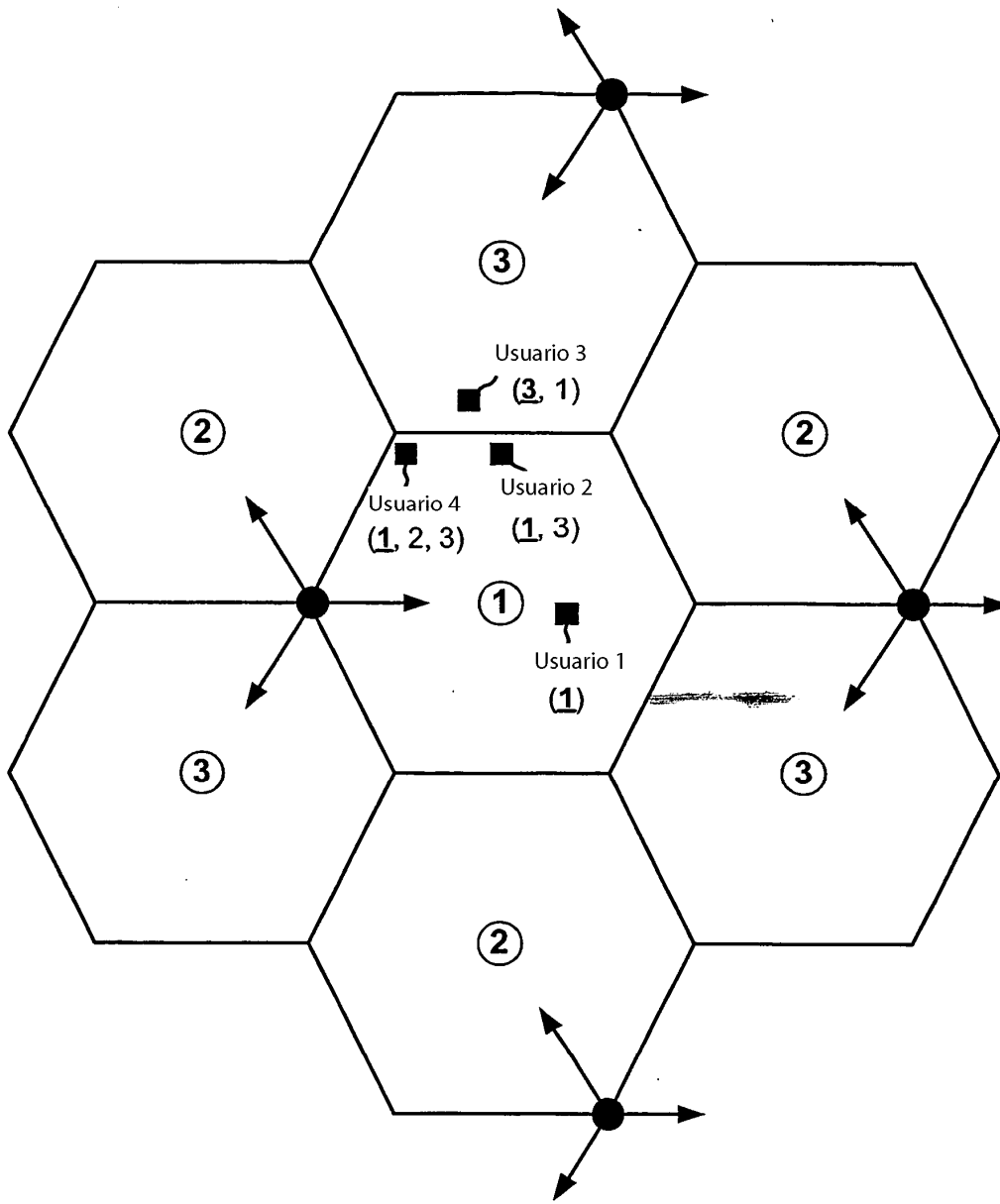


FIG. 7A

Patrón de no interferencia
Usuario 1 con conjunto (1) de reutilización

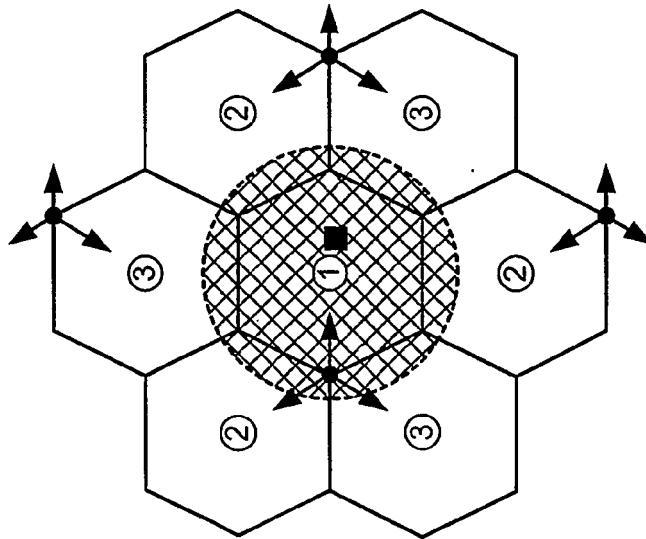


FIG. 7B

Patrón de no interferencia
Usuario 2 con conjunto (1, 3) de reutilización

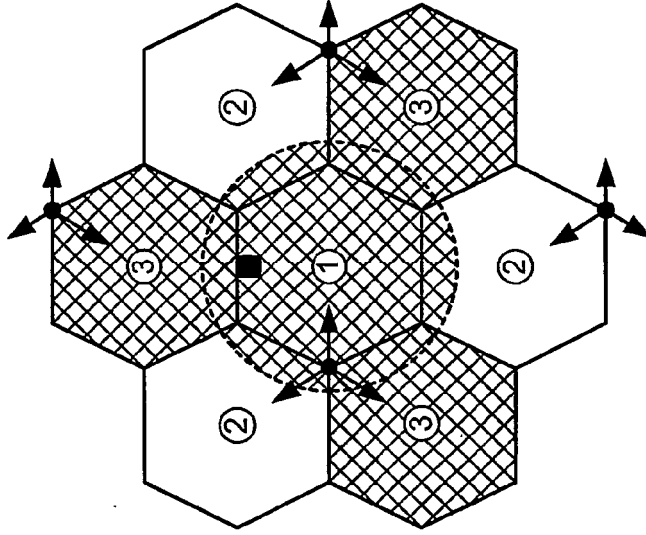


FIG. 7C

Patrón de no interferencia
Usuario 4 con conjunto (1, 2, 3) de reutilización

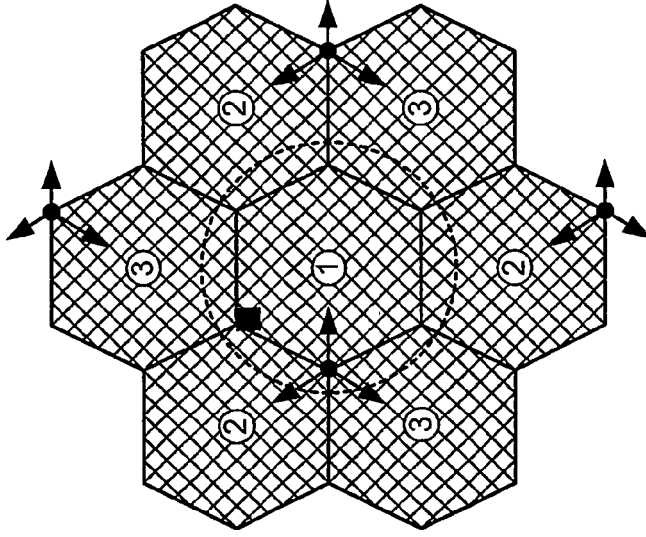


FIG. 7D

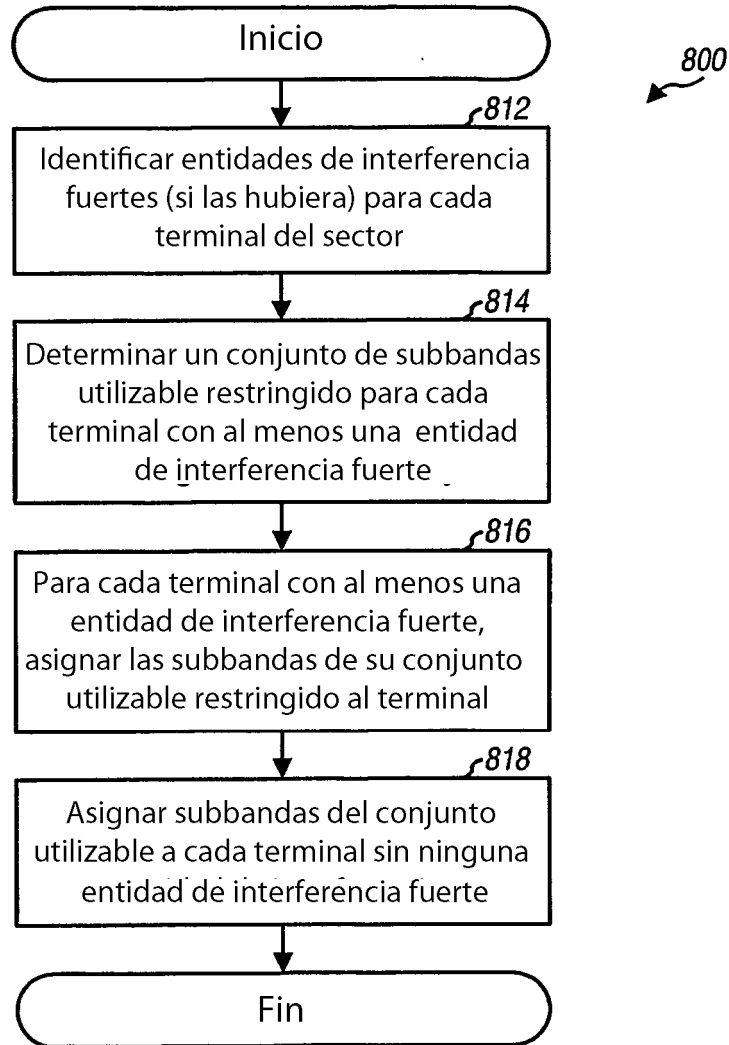


FIG. 8

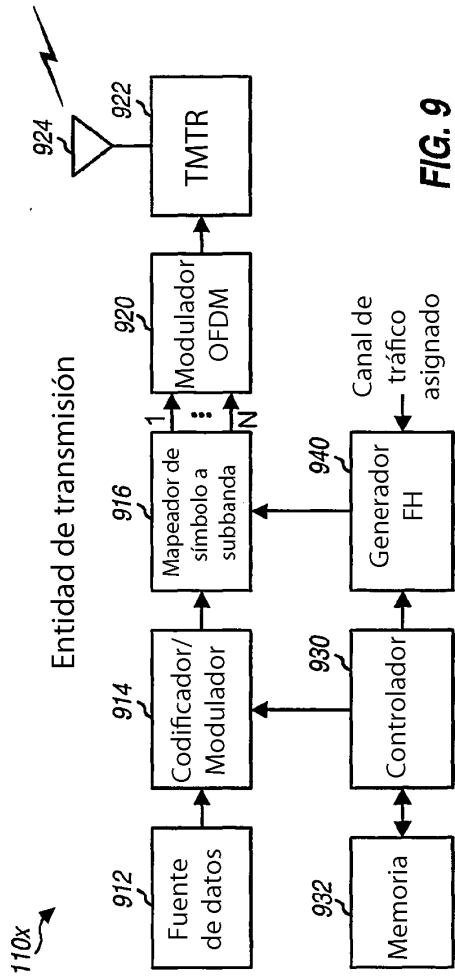


FIG. 9

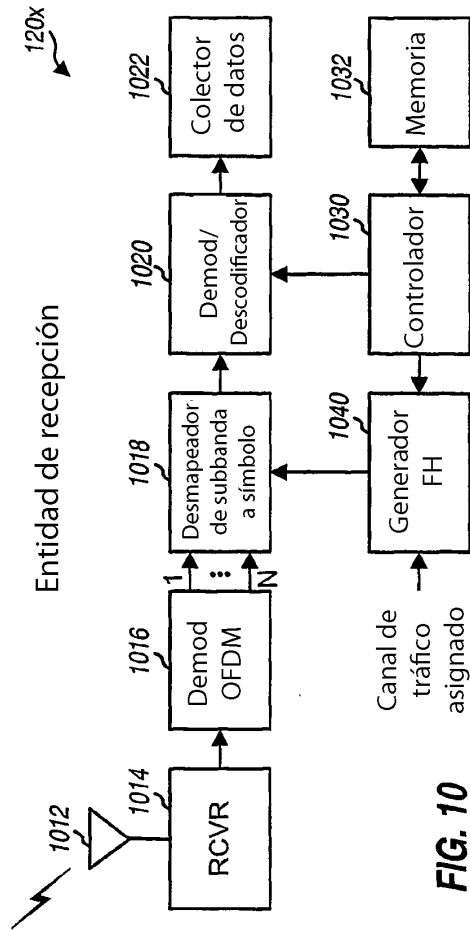


FIG. 10