

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 059**

51 Int. Cl.:

H04B 7/022 (2007.01)

H04W 52/34 (2009.01)

H04W 88/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2016 PCT/IB2016/000349**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2016 WO16139537**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2016 E 16714523 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3266117**

54 Título: **Método para la reutilización de frecuencia intra-célula para red inalámbrica de interiores y unidad de banda base**

30 Prioridad:

04.03.2015 CN 201510095288

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

27.06.2019

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)
Site Nokia Paris Saclay, Route de Villejust
91620 Nozay, FR**

72 Inventor/es:

TANG, YANBO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 718 059 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

Método para la reutilización de frecuencia intra-célula para red inalámbrica de interiores y unidad de banda base

5 **Campo técnico**

La presente divulgación generalmente se refiere al campo de comunicación inalámbrica y más particularmente a un método para la reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores y una unidad de banda base para implementar el método.

10

Antecedentes de la invención

A medida que aumenta el tráfico en interiores, la cobertura en interiores se volverá cada vez más importante para las redes inalámbricas. Una de las soluciones de cobertura en interiores más efectivas es el Sistema de Antenas Distribuidas (DAS). DAS puede mejorar la eficiencia de frecuencias y mejorar la capacidad de sistema. Ya que estrecha la distancia entre un Equipo de usuario (UE) y la antena, DAS también puede disminuir el consumo de potencia de batería de UE. En la actualidad, algunos sistemas de cobertura en interiores adoptan DAS digital basado en fibra. Esta clase de DAS se construye con fibra óptica y Cabezales de Radio Remotos (RRH) distribuidos. Un RRH puede realizar todas las funciones de extremo frontal de RF. Las señales de banda base digitales (datos de I/Q) se transmiten entre el RRH y una estación base. Pueden usarse dos interfaces normalizadas, por ejemplo los protocolos de Arquitectura de Estación Base Abierta (OBSAI) e Interfaz de Radio Pública Común (CPRI), para la comunicación entre la estación base y sus RRH.

15

20

El documento US 2014/031049 A1 divulga un sistema de comunicaciones inalámbricas.

25

La Figura 1 es un diagrama esquemático de la arquitectura básica de un sistema de cobertura en interiores digital inteligente. Como se muestra en la Figura 1, el sistema de cobertura en interiores digital 100 incluye una Unidad de Banda Base (BBU), algunos RRH de micro potencia (mRRH) y uno o más concentradores de radio que conectan la BBU y los mRRH. Los mRRH normalmente tiene baja potencia, por ejemplo, aproximadamente 100 mW, y su densidad de distribución es alta. Si todos los mRRH pertenecen a una célula depende del requisito de usuario, por ejemplo, depende de si existe únicamente una célula en un edificio la mayoría del día. En ocasiones, necesita hacer la separación de célula, que significa la separación de una célula en dos o más células de acuerdo con diferentes requisitos. El concentrador de radio es el centro de encaminamiento. En la BBU, las señales de radio desde múltiples mRRH se combinan para formar una señal de enlace ascendente, mientras las señales de enlace descendente desde una banda base se distribuyen a mRRH.

30

35

El sistema de DOT de Ericsson y el sistema Lampsite de HUAWEI usan cable de Ethernet para sustituir el cable de frecuencia de radio por transmisión de señal digital, y en el lado remoto, las antenas pasivas se sustituyen por mRRH, y la arquitectura es casi la misma que la mostrada en la Figura 1.

40

En general, la cobertura en exteriores se enfrenta a un entorno relativamente abierto, mientras que la cobertura en interiores se enfrenta a un entorno más complejo y cerrado. El área de servicio de una célula a menudo consiste en varios bloques aislados como separación de paredes y suelos de hormigón en el edificio. En esta clase de cobertura en interiores, es posible que algunos UE en la misma célula estén lo suficientemente aislados y estén separados por múltiples paredes y suelos de hormigón y se sirvan por diferentes mRRH. Como la naturaleza intrínseca de cobertura en interiores, es posible encontrar un grupo de UE en el que todos los UE están aislados entre sí de tal forma que todos los UE en el grupo pueden trabajar en la misma frecuencia sin ninguna interferencia, por lo tanto la reutilización de frecuencia en esta clase de grupo es viable y se mejorará aparentemente la capacidad de sistema. En este documento, esta reutilización se llama reutilización de frecuencia intra-célula debido a que todos los recursos pertenecen a una única célula.

45

50

Para la reutilización de frecuencia inter-célula, dos técnicas representativas de Coordinación de Interferencias Inter-Célula (ICIC) son Reutilización de Frecuencia Fraccional (FFR) y Reutilización de Frecuencia Suave (SFR). Ambos métodos separan una célula en zona central de célula y zona de borde de célula. En FFR, el espectro de frecuencia también se divide en dos partes: la banda central y la banda de borde. La banda central puede usarse por todos los usuarios de centro de célula con un factor de reutilización de uno. La banda de borde puede dividirse adicionalmente en varias subbandas y reutilizarse por los usuarios de borde de célula con un factor de reutilización relativamente alto. En SFR, todo el espectro de frecuencia se dividirá en varias subbandas y una de las mismas se asignará a los usuarios de borde de célula y el resto de las subbandas se usarán por los usuarios de centro de célula con una potencia relativamente baja.

55

60

Aparentemente, las soluciones de FFR y SFR no aprovechan totalmente la naturaleza de aislamiento y de acumulación de haces del entorno en interiores, de este modo son más adecuadas para la reutilización de frecuencia inter-célula y no particularmente adecuados para la reutilización de frecuencia intra-célula.

65

Sumario de la invención

En vista de esto, la presente divulgación proporciona una solución para la reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores, y la solución tiene plena consideración de la naturaleza de aislamiento de la red inalámbrica de interiores y la naturaleza de agregación de los UE.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para la reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores, en el que la red inalámbrica de interiores incluye una Unidad de Banda Base (BBU), uno o más Cabezales de Radio Remotos de micro potencia (mRRH) y concentradores de radio que conectan la BBU y los mRRH; la red inalámbrica de interiores pertenece a una misma célula que sirve a múltiples Equipos de Usuario (UE), incluyendo el método: en la BBU, establecer una relación de cobertura entre el uno o más mRRH y los múltiples UE; determinar una relación de correspondencia entre UE y direcciones de haz cubiertas por cada mRRH del uno o más mRRH; determinar una distribución de ubicación de los múltiples UE basándose en la relación de cobertura entre los mRRH y los UE y la relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por el mRRH; y realizar una asignación de potencia para cada mRRH basándose en la distribución de ubicación de los múltiples UE.

De acuerdo con el segundo aspecto de la presente divulgación, se proporciona una Unidad de Banda Base (BBU) para la reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores, en la que la red inalámbrica de interiores incluye la BBU, uno o más Cabezales de Radio Remotos de micro potencia (mRRH) y concentradores de radio que conectan la BBU y los mRRH; la red inalámbrica de interiores pertenece a una misma célula que sirve a múltiples Equipos de Usuario (UE), incluyendo la BBU: una unidad de establecimiento de relación de cobertura configurada para establecer una relación de cobertura entre el uno o más mRRH y los múltiples UE; una unidad de determinación de relación de correspondencia, configurada para determinar una relación de correspondencia entre UE y direcciones de haz cubiertas por cada mRRH del uno o más mRRH; una unidad de determinación de distribución de ubicación, configurada para determinar una distribución de ubicación de los múltiples UE basándose en la relación de cobertura entre los mRRH y los UE y la relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por el mRRH; y una unidad de asignación de potencia configurada para realizar una asignación de potencia para cada mRRH basándose en la distribución de ubicación de los múltiples UE.

Con la solución de la presente divulgación mejora la capacidad y eficiencia de espectro del sistema inalámbrico en interiores y realiza reutilización de frecuencia intra-célula entre los grupos de UE mutuamente interferidos.

Breve descripción de los dibujos

La presente divulgación se entenderá mejor haciendo referencia a la siguiente descripción de las realizaciones específicas en conjunto con los dibujos adjuntos, y otros objetos, detalles, características y ventajas de la presente divulgación se volverán más obvios. En los dibujos adjuntos:

- la Figura 1 es un diagrama esquemático de la arquitectura básica de un sistema de cobertura en interiores digital inteligente;
- la Figura 2 es un diagrama esquemático del principio básico de una solución de aislamiento total en una red inalámbrica de interiores;
- la Figura 3 muestra un diagrama esquemático de la arquitectura de un sistema de antenas que incluye antenas direccionales;
- la Figura 4 muestra un diagrama esquemático de una red inalámbrica de interiores ilustrativa de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
- la Figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método para la reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
- la Figura 6 muestra un ejemplo de división de cobertura de mRRH de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- la Figura 7 muestra un diagrama esquemático de la interferencia de otros mRRH a un UE en una realización de la presente divulgación; y
- la Figura 8 muestra un diagrama esquemático de una Unidad de Banda Base (BBU) para la reutilización de frecuencia intra-célula en una red inalámbrica de interiores de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

En este documento, en todas las figuras, el mismo o similares signos indican las mismas, similares o correspondientes características o funciones.

Descripción de las realizaciones preferidas

A continuación se describirán en detalle realizaciones preferidas de la presente divulgación con referencia a las figuras. Aunque las realizaciones preferidas de la presente divulgación se han mostrado en las figuras, debería entenderse que la presente divulgación puede implementarse de diversas formas, en lugar de limitarse por las realizaciones descritas en este punto. Por el contrario, proporcionar estas realizaciones es hacer la presente

divulgación más exhaustiva y completa, y puede transmitir el alcance de la presente divulgación completamente a los expertos en la materia.

5 Como se describe anteriormente, para algunos entornos de red inalámbrica de interiores, una célula puede cubrir un área de complejidad con varios RRH. Dos o más en diferentes áreas de cobertura de RRH pueden estar totalmente aisladas y, por lo tanto, es posible encontrar un grupo de UE que están totalmente aislados entre sí y pueden reutilizar el mismo recurso de frecuencia sin generar ninguna interferencia. La información de agrupamiento de UE puede proporcionarse a un planificador de sistema para asignar recursos de sistema al grupo de UE aislados.

10 La Figura 2 es un diagrama esquemático del principio básico de una solución de aislamiento total en una red inalámbrica de interiores 200. Como se muestra en la Figura 2, en la red inalámbrica de interiores 200, las plantas F1, F2 y F3 de un edificio están en la cobertura de la misma célula; cada planta tiene tres correspondientes salas A1-A3, B1-B3 y C1-C3, respectivamente; cada sala tiene un correspondiente mRRH para proporcionar servicio para los UE en la sala. Por lo tanto, la célula tiene 9 mRRH para cubrir todo el edificio. Como se muestra en la Figura 2,
 15 por ejemplo, UE1 y UE7 están separados por varios suelos y paredes, y pueden construir un grupo aislado máximo capaz de reutilizar el mismo recurso de frecuencia. Por lo tanto, en una solución de aislamiento total de este tipo, las señales de radio de mRRH1 que proporciona servicio para UE1 y mRRH9 que proporciona servicio para UE7 pueden procesarse de forma separada en la unidad de banda base, y las señales de radio de todos los otros mRRH aún se procesan juntas.

20 Sin embargo, esta solución puede usarse únicamente en una situación de aislamiento total, mientras que en la situación real, la mayoría de los UE cercanos tienen interferencia mutua.

25 Además, para el sistema de cobertura en interiores digital inteligente como se muestra en la Figura 1, existen dos escenarios para la configuración de antena como se indica a continuación:

(1) Cada mRRH se equipa con varias antenas y cada antena indica un canal de Radiofrecuencia (RF) para generar diferentes haces en diferentes direcciones.

30 (2) Cada mRRH se equipa con únicamente un canal RF y este canal RF conecta varias antenas direccionales. Para este escenario, el mRRH debería incluir adicionalmente una unidad de conmutación, por ejemplo, un conmutador inteligente para activar/desactivar estas antenas direccionales.

35 Sin embargo, en la actual solución de reutilización de frecuencia para cobertura inalámbrica de interiores, no se tiene en consideración ninguna dirección de haz/antena.

En vista de lo anterior, la presente divulgación proporciona una solución de maximización de la utilización de frecuencia de una red inalámbrica de interiores en la consideración de la direccionalidad de haz/antena, y la solución no se limita al grupo de UE totalmente aislado sino que puede aplicarse a los UE mutuamente interferentes.

40 La solución de la presente divulgación se describirá a continuación principalmente en combinación con el escenario 2, pero puede entenderse por los expertos en la materia que la solución para el escenario 2 puede cambiarse ligeramente para aplicarse al escenario 1.

45 En primer lugar, se hace una introducción a la antena direccional y el conmutador inteligente. Normalmente, puede usarse una antena omnidireccional en una red de interiores para mejorar el caudal de interiores y reducir la interferencia mutua entre UE, pero en otros escenarios de interiores, las antenas direccionales ya se han desplegado. La Figura 3 muestra un diagrama esquemático de la arquitectura de un sistema de antenas que incluye antenas direccionales. El sistema de antenas como se muestra en la Figura 3 se integra con una antena omnidireccional y otras antenas direccionales circundantes. En este documento, la antena omnidireccional es responsable de la cobertura básica de toda la sala y la combinación de todas las antenas direccionales pueden cubrir el ángulo de 360 grados para conseguir una mejor calidad de servicio como se muestra en la Figura 3(b). Específicamente, la Figura 3(a) muestra un conmutador inteligente ubicado en el lado de mRRH, y este conmutador inteligente dinámicamente selecciona un subconjunto de elementos de antena (de entre todos los M elementos, selecciona N elementos ($N \leq M$) con ponderaciones predefinidas o ponderaciones asignadas dinámicamente) de acuerdo con la distribución dinámica de los usuarios para generar patrones de haz diferentes, o es posible predefinir unos pocos patrones de haz (subconjunto de elementos, ponderaciones, etc.) y la selección se hace únicamente a partir de estos patrones de haz.

60 En general, UE no se distribuyen en promedio en toda la sala. Algunas personas pueden agregar en unas áreas, mientras que los otros pueden ubicarse en las otras áreas. Si se despliegan antenas direccionales en la red inalámbrica de interiores, pueden apuntar a los UE. Algunas de las antenas direccionales se asignan con mayor potencia y algunas de las antenas direccionales se asignan con menor potencia, incluso algunas de las antenas direccionales pueden apagarse basándose en la distribución de los UE. Desde el punto de vista del todo, ya que más UE adoptarán soluciones de modulación y codificación con mayor eficiencia, los UE con menor potencia quedarán con más recurso de tiempo-frecuencia. Por lo tanto, los UE con baja potencia también pueden obtener suficientes recursos de modo que la capacidad de toda la célula mejorará.

Normalmente, la potencia total de cada mRRH es fija o con poca fluctuación, mientras que la asignación de potencia en diferentes antenas direccionales se cambia de acuerdo con la distribución de UE. En algunas direcciones, se aumenta la potencia asignada, mientras que en otras direcciones, se reduce la potencia asignada. Esto también reduce la interferencia a otros UE. En este documento, se usa esta característica para realizar la reutilización de frecuencia entre UE mutuamente interferidos. Desde este punto de vista, mejorará la eficiencia de espectro y reducirá interferencia a otras salas o edificios adyacentes.

La Figura 4 muestra un diagrama esquemático de una red inalámbrica de interiores ilustrativa 400 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Similar a la Figura 1 y Figura 2, la red inalámbrica de interiores 400 incluye una BBU (no mostrada), uno o más mRRH (por ejemplo, mRRH1-mRRH9) y uno o más concentradores de radio (no mostrados) que conectan la BBU y los mRRH. Similar a la red inalámbrica de interiores 200, la red inalámbrica de interiores 400 pertenece a una misma célula que sirve a múltiples UE, por ejemplo, UE1-UE9. Las plantas F1, F2 y F3 del edificio están en la cobertura de la misma célula; cada planta tiene tres correspondientes salas A1-A3, B1-B3 y C1-C3, respectivamente; cada sala tiene un correspondiente mRRH para proporcionar servicio para los UE en la sala. Por lo tanto, la célula tiene 9 mRRH para cubrir todo el edificio.

La Figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método 500 para la reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. El método 500 se describe a continuación en combinación con la red inalámbrica de interiores 400.

El método 500 comienza en la etapa 510, en la que la BBU establece una relación de cobertura entre el mRRH1-mRRH9 y las UE1-UE9 en la red inalámbrica de interiores 400.

En la presente divulgación, se emplea un esquema de descubrimiento de nivel de mRRH en la BBU para establecer la relación de cobertura entre los mRRH y los UE midiendo la señal de enlace ascendente de cada mRRH.

En una implementación específica, en la etapa 510, la BBU captura la señal de enlace ascendente de cada mRRH y analiza una Relación Señal a Interferencia más Ruido (SINR) de enlace ascendente de cada UE en la misma. Para establecer la relación de cobertura entre los mRRH y los UE, la presente divulgación preestablece un umbral Relación de Señal a Ruido (SNR). La BBU compara la SINR de enlace ascendente de cada UE con el umbral de SBR preestablecido y determina que el UE se cubre por el mRRH cuando la SINR de enlace ascendente del UE es mayor que el umbral de SNR.

La relación de cobertura puede indicarse mediante una matriz C como se indica a continuación:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1l} \\ c_{21} & & & \\ & & c_{ij} & \\ c_{k1} & c_{k2} & \dots & c_{kl} \end{bmatrix},$$

en la que c_{ij} indica si el $j^{\text{ésimo}}$ UE (es decir UE_i ($i=1, 2, \dots, k$)) de la red inalámbrica de interiores 400 se ubica en el área de cobertura del $j^{\text{ésimo}}$ mRRH ($j=1, 2, \dots, l$) o es adyacente al $j^{\text{ésimo}}$ mRRH; k e l son respectivamente el número de UE y el número de mRRH contenidos en la red inalámbrica de interiores 400.

En una implementación, el valor de c_{ij} puede ser 0 o 1. Por ejemplo, que el valor de c_{ij} sea 1 significa que el $j^{\text{ésimo}}$ UE se ubica en el área de cobertura del $j^{\text{ésimo}}$ mRRH o es adyacente al $j^{\text{ésimo}}$ mRRH, mientras que el valor de c_{ij} sea 0 significa que el $j^{\text{ésimo}}$ UE está completamente fuera del área de cobertura del $j^{\text{ésimo}}$ mRRH.

Por ejemplo, en la red inalámbrica de interiores 400 como se muestra en la Figura 4, la relación de cobertura entre las UE1-UE5 y el mRRH1-mRRH4 puede indicarse como:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Puede observarse que en algunos casos un UE puede cubrirse por múltiples mRRH.

Un grupo de UE mutuamente interferidos puede establecerse basándose en la matriz C. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 4, UE1, UE2 y UE3 en mRRH1, mRRH4 y mRRH5 adyacentes pueden construir un grupo de UE mutuamente interferidos. Por lo tanto, la matriz C puede reescribirse como una matriz C para indicar el grupo de

UE mutuamente interferidos:

$$C = \begin{matrix} & mRRH1 & mRRH4 & mRRH5 \\ \begin{matrix} UE1 \\ UE2 \\ UE3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

5 Puede observarse a partir de la matriz C que cada uno de los UE1-UE3 tiene una relación de cobertura con cada uno de los mRRH1, mRRH4 y mRRH5 de modo que estos UE no pueden construir un grupo de UE totalmente aislado y, por lo tanto, la solución de aislamiento total anteriormente mencionada no es aplicable a esta situación.

10 Como se muestra en la Figura 3, cuando el sistema comienza, la antena omnidireccional en el centro ya está encendida para garantizar una buena cobertura en interiores básica. Para determinar la relación de cobertura entre los mRRH y los UE, las antenas direccionales circundantes deberían activarse una en una para que la BBU pueda detectar un UE midiendo la intensidad de señal de canales de enlace ascendente o la realimentación (por ejemplo Potencia Recibida de Señal de Referencia (RSRP)) desde el UE. Cuando se enciende una antena direccional, las otras antenas deberían apagarse. Durante este proceso, la BBU puede saber en qué dirección se ubica el UE y cuántos UE tienen acceso a un mRRH.

15 Las relaciones de selección de servicio (es decir la relación de coberturas) entre los mRRH y los UE son lentamente variables y, por lo tanto, es suficiente que los mRRH realicen exploración periódicamente, que puede reducir la complejidad de la implementación.

20 En la etapa 520, la BBU determina una relación de correspondencia entre los UE y direcciones de haz cubiertas por cada mRRH en la red inalámbrica de interiores 400.

25 A continuación, en la etapa 530, la BBU determina una distribución de ubicación de las UE1-UE9 basándose en la relación de cobertura entre los mRRH y los UE establecidos en la etapa 510 y la relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por cada mRRH determinado en la etapa 520.

30 En la etapa 540, la BBU realiza una asignación de potencia para cada mRRH basándose en la distribución de ubicación de las UE1-UE9.

35 En el anterior escenario 2 de la red inalámbrica de interiores, cada mRRH se equipa con un canal RF que conecta múltiples antenas direccionales y el mRRH incluye adicionalmente una unidad de conmutación para activar/desactivar las múltiples antenas direccionales.

40 Así pues, en una implementación para el escenario 2, la BBU divide el área de cobertura de cada mRRH en múltiples cuadrantes basándose en el número de antenas direccionales que corresponden a cada mRRH para determinar el cuadrante del mRRH en el que se ubica cada UE.

45 La Figura 6 muestra un ejemplo de división de cobertura de mRRH de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Como se muestra en la Figura 6, si se supone que cada mRRH tiene 4 antenas direccionales y 1-4 se usan para indicar el primer, segundo, tercero y cuarto cuadrantes, respectivamente, a continuación la relación de correspondencia entre cada UE y las direcciones de haz pueden indicarse como una matriz B a continuación:

$$B = \begin{matrix} & mRRH1 & mRRH4 & mRRH5 \\ \begin{matrix} UE1 \\ UE2 \\ UE3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

en la que el valor del elemento en la $j^{\text{ésima}}$ columna de la $i^{\text{ésima}}$ fila en la matriz B indica el cuadrante del mRRH que corresponde a la $j^{\text{ésima}}$ columna en la que se ubica el UE que corresponde a la $i^{\text{ésima}}$ fila de la matriz. Por ejemplo, el elemento 4 en la primera columna de la primera fila en la matriz B anterior indica que el UE1 se ubica en el cuarto

cuadrante del mRRH1; el elemento 3 en la segunda columna de la segunda fila en la matriz B anterior indica que el UE2 se ubica en el tercer cuadrante del mRRH4; y el elemento 2 en la tercera columna de la tercera fila en la matriz B anterior indica que el UE3 se ubica en el segundo cuadrante del mRRH5.

5 Si existen N antenas direccionales, el área de cobertura del mRRH puede dividirse en N partes.

A continuación, la BBU determina el número de UE en cada cuadrante basándose en la relación de cobertura entre los mRRH y los UE como se determina en la etapa 510 y la relación de correspondencia determinada entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por los mRRH, y adicionalmente controla las antenas direccionales hacia el cuadrante para activar o desactivar basándose en una relación entre el número de UE en cada cuadrante de cada mRRH y el número total de UE en el mRRH, y asigna una potencia a las antenas direccionales.

La manera de implementación anterior para el escenario 2 puede cambiarse ligeramente para aplicarse al escenario 1. En el escenario 1 de la red inalámbrica de interiores, cada mRRH se equipa con múltiples antenas y cada antena representa un canal RF para generar diferentes haces en diferentes direcciones.

Así pues, en una implementación para el escenario 1, la BBU genera un factor de ponderación de haz para cada haz basándose en la distribución de ubicación de las UE1-UE9, y usa el factor de ponderación de haz generado para ponderar un haz correspondiente y realiza una asignación de potencia para cada antena de cada mRRH basándose en haces ponderados.

En este documento, realizar una asignación de potencia para cada mRRH incluye: usar la relación de haces anterior para determinar dónde debería aumentarse la potencia para asignar dinámicamente ponderaciones para generar patrones de haz diferentes usando algunos esquemas de asignación de potencia de acuerdo con la distribución de los usuarios, o para seleccionar patrones de haz adecuados para algunos patrones de haz predefinidos (subconjunto de elementos, ponderaciones, etc.).

A través de las etapas anteriores 510-540, se implementa la asignación de potencia para mRRH en la red inalámbrica de interiores. Sin embargo, considerando las características de interferencia mutua entre los UE, algunos grupos de UE pueden no cumplir aún con el requisito de reutilización de frecuencia intra-célula y, por lo tanto, el proceso de recoordiación de potencia entre los UE (etapa 550) se introduce adicionalmente de modo que el grupo de UE mutuamente interferidos parecen un grupo de UE totalmente aislados.

Como se muestra en el lado izquierdo de la Figura 4, UE1, UE2 y UE3 se distribuyen en mRRH1, mRRH4 y mRRH5, respectivamente. Porque estos UE están en salas contiguas, existen muchas interferencias mutuas entre los mismos y, por tanto, usan diferentes recursos de frecuencia. Algunas personas agregan en algunas áreas de sala A1 (como se muestra en el lado derecho de la Figura 4), de forma que la antena direccional en este ángulo se asigna con mayor potencia. La interferencia de mRRH1 a UE2 y UE3 debería reducirse. Direcciones de haz en salas B1 y B2 son para UE2 y UE3, respectivamente. De forma que se reduce correspondientemente la interferencia de mRRH4 y mRRH5 a UE1. Desde este punto de vista, se reduce la interferencia mutua entre UE1, UE2 y UE3. Si la interferencia es menor que el umbral de reutilización de frecuencia, la reutilización de frecuencia ya se ha realizado después de la asignación de potencia de acuerdo con la distribución de UE. De otra manera, la potencia de las antenas direccionales debería reasignarse ligeramente para realizar la reutilización de frecuencia.

La Figura 7 muestra un diagrama esquemático de la interferencia de otros mRRH a los UE en una realización de la presente divulgación. En la Figura 7, por ejemplo, como se muestra mediante la línea discontinua, la línea discontinua desde mRRH1 a UE3 indica la interferencia de mRRH1 a UE3, es decir $SNR_{mRRH1aUE3}$.

En la etapa 550, en primer lugar, la BBU determina una diferencia entre la SNR de un UE (por ejemplo UEm) en cada mRRH y la SNR de otro UE (por ejemplo UEn) en la red inalámbrica de interiores 400. Por ejemplo, la diferencia ($rSNR_{UE_m \& UE_n}$) puede indicarse como:

$$rSNR_{UE_m \& UE_n} = SNR_{mRRH_maUE_m} - SNR_{mRRH_maUE_n}, \quad (1)$$

en la que $SNR_{mRRH_maUE_m}$ indica la Relación Señal a Ruido (SNR) de una señal recibida por UEm desde mRRHm; $SNR_{mRRH_maUE_n}$ indica la Relación Señal a Ruido (SNR) de una señal recibida por UEn desde mRRHm. De manera similar, $m=1, 2, \dots, l$, $n=1, 2, \dots, k$, en el que k e l son respectivamente el número de UE y el número de mRRH contenidos en la red inalámbrica de interiores 400.

Si la diferencia $rSNR_{UE_m \& UE_n}$ es mayor que un umbral de reutilización de frecuencia predeterminado, entonces se determina que la reutilización de frecuencia intra-célula puede implementarse para UEm y UEn.

Por el contrario, si la diferencia $rSNR_{UE_m \& UE_n}$ es menor que o igual al umbral de reutilización de frecuencia predeterminado, entonces puede determinarse un factor de recoordiación de potencia entre UEm y UEn basándose en la diferencia $rSNR_{UE_m \& UE_n}$ y un umbral de aislamiento predeterminado de la red inalámbrica de interiores 400 para ajustar una potencia de transmisión del UEm y/o UEn.

Por ejemplo, el factor de recoordinación de potencia puede calcularse como a continuación:

$$P_{m\&n} = SNR_{umbral-aislado} - rSNR_{UE_m\&UE_n}, \quad (2)$$

5 en la que $P_{m\&n}$ es el factor de recoordinación de potencia entre UEm y UEn, y $SNR_{umbral-aislado}$ es el umbral de aislamiento predeterminado. De este modo, la BBU puede ajustar la potencia de transmisión de la antena en la que se ubica UEm o UEn. Ciertamente, la precondition para el ajuste es que no existirá ninguna influencia en la cobertura básica y no existirá ninguna gran influencia en el grupo de UE ajustado.

10 Si la ganancia de reutilización de frecuencia en los grupos mutuamente interferidos es menor que la asignación de recursos actual, la recoordinación de potencia no es necesaria.

Tomando la Figura 7 como un ejemplo, después de la etapa 540, UE1, UE2 y UE3 construyen el par de UE, en el que puede usarse la solución de reutilización de frecuencia intra-célula. Pero aún existe algo de interferencia entre UE1 y UE8, UE2 y UE8. De acuerdo con la fórmula (2), puede obtenerse el factor de recoordinación de potencia y, por lo tanto, la BBU puede reducir la potencia de bloque de recursos de UE1 en mRRH1 para cumplir con la condición de aislamiento total entre UE1 y UE8, o puede reducir la potencia de bloque de recursos de UE8 en mRRH5 para realizar la reutilización de frecuencia intra-célula entre UE1 y UE8. El procedimiento para UE2 y UE8 es el mismo que para UE1 y UE8.

20 La Figura 8 muestra un diagrama esquemático de una Unidad de Banda Base (BBU) 800 para la reutilización de frecuencia intra-célula en una red inalámbrica de interiores de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La BBU 800 se describe a continuación en combinación con la red inalámbrica de interiores 400.

25 Como se muestra en la Figura 8, la BBU 800 incluye: una unidad de establecimiento de relación de cobertura 810 configurada para establecer una relación de cobertura entre mRRH1-mRRH9 y UE1-UE9 en la red inalámbrica de interiores 400; una unidad de determinación de relación de correspondencia 820 configurada para determinar una relación de correspondencia entre los UE y direcciones de haz cubiertas por cada mRRH en la red inalámbrica de interiores 400; una unidad de determinación de distribución de ubicación 830 configurada para determinar una distribución de ubicación de UE1-UE9 basándose en la relación de cobertura determinada por la unidad de establecimiento de relación de cobertura 810 y la relación de correspondencia determinada por la unidad de determinación de relación de correspondencia 820; y una unidad de asignación de potencia 840 configurada para realizar una asignación de potencia para cada mRRH basándose en la distribución de ubicación de UE1-UE9.

35 En una implementación preferida, la unidad de establecimiento de relación de cobertura 810 incluye adicionalmente una unidad configurada para capturar una señal de enlace ascendente de cada mRRH y analizar una SINR de enlace ascendente de cada UE; una unidad configurada para comparar la SINR de enlace ascendente de cada UE con un umbral de SINR preestablecido; y una unidad configurada para determinar que el UE se cubre por el mRRH cuando la SINR de enlace ascendente es mayor que el umbral de SNR.

40 En una implementación preferida, la relación de cobertura se indica como:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1l} \\ c_{21} & & & \\ & & c_{ij} & \\ c_{k1} & c_{k2} & \dots & c_{kl} \end{bmatrix}$$

45 en la que c_{ij} indica si el $i^{\text{ésimo}}$ UE de la red inalámbrica de interiores 400 se ubica en un área de cobertura del $j^{\text{ésimo}}$ mRRH o es adyacente al $j^{\text{ésimo}}$ mRRH, $i=1, 2, \dots, k$, $j=1, 2, \dots, l$; k e l son respectivamente el número de UE y el número de mRRH contenidos en la red inalámbrica de interiores 400.

50 En una implementación preferida, en la red inalámbrica de interiores 400, cada mRRH se equipa con un canal RF que conecta múltiples antenas direccionales; cada mRRH incluye adicionalmente una unidad de conmutación para activar/desactivar las múltiples antenas direccionales. En una implementación de este tipo, la unidad de determinación de relación de correspondencia 820 incluye adicionalmente una unidad configurada para dividir un área de cobertura de cada mRRH en múltiples cuadrantes basándose en el número de antenas direccionales que corresponden a cada mRRH para determinar el cuadrante del mRRH en el que se ubica cada UE; la unidad de determinación de distribución de ubicación 830 incluye adicionalmente una unidad configurada para determinar el número de UE en cada cuadrante; y la unidad de asignación de potencia 840 incluye adicionalmente una unidad configurada para controlar, basándose en una relación entre el número de UE en cada cuadrante de cada mRRH y el número total de UE en el mRRH, la antena direccional hacia el cuadrante para activar o desactivar y para asignar una potencia a la antena direccional.

60 En una implementación preferida, en la red inalámbrica de interiores 400, cada mRRH se equipa con múltiples

antenas y cada antena representa un canal RF para generar diferentes haces en diferentes direcciones. En una implementación de este tipo, la BBU 800 incluye adicionalmente una unidad configurada para generar un factor de ponderación de haz para cada haz basándose en la distribución de ubicación de UE1-UE9, y la unidad de asignación de potencia 840 incluye adicionalmente una unidad configurada para usar el factor de ponderación de haz para ponderar un haz correspondiente y para realizar una asignación de potencia para cada antena de cada mRRH basándose en haces ponderados.

En una implementación preferida, la BBU 800 incluye adicionalmente una unidad de reordenación de potencia 850 que se configura para determinar una diferencia entre una SNR de un UE en cada mRRH y una SNR de otro UE en la red inalámbrica de interiores 400, para determinar que el UE y el otro UE pueden realizar la reutilización de frecuencia intra-célula si la diferencia es mayor que un umbral de reutilización de frecuencia predeterminado, y para determinar un factor de reordenación de potencia entre el UE y el otro UE basándose en la diferencia y un umbral de aislamiento predeterminado de la red inalámbrica de interiores 400 si la diferencia es menor que o igual al umbral de reutilización de frecuencia predeterminado, para ajustar una potencia de transmisión del UE y/o el otro UE.

La presente divulgación proporciona un método para mejorar la capacidad y eficiencia de espectro del sistema inalámbrico en interiores, y realiza reutilización de frecuencia intra-célula entre un grupo de UE mutuamente interferidos por la asignación de potencia y reordenación entre antenas direccionales de servicio de grupo de UE, y de este modo puede realizar fácilmente la reutilización de frecuencia. La solución de la presente divulgación puede descubrir dinámicamente todos los UE que pueden realizar la reutilización de frecuencia intra-célula, y la solución se mantiene compatible con protocolos existentes y es muy fácil implementarse en la red inalámbrica existente. A diferencia de MU-MIMO y CoMP, esta solución no necesita tecnologías de precodificación de complejidad y no introducirá una sobrecarga extra para una realimentación de canal. Además, esta solución puede implementar planificación centralizada y no introducirá un traspaso frecuente.

En comparación con soluciones existentes, la presente divulgación tiene las siguientes ventajas:

1. No es necesario separar una célula en varias sub-células (sectores) para la reutilización de frecuencia. En esta solución, la célula trabaja como un todo e implementa la reutilización de frecuencia entre UE. Así pues, esta solución tiene un coste bajo, especialmente en el aspecto de despliegue.
2. Su planificación total centralizada puede obtener una alta eficiencia de espectro de frecuencia y no introducirá un traspaso frecuente.
3. Esta solución es compatible con protocolos existentes y no necesita tecnologías de precodificación complejas.
4. Esta solución amplía el antiguo intervalo de reutilización de frecuencia y obviamente aumenta la capacidad de célula.

En uno o más diseños ilustrativos, las funciones de la presente solicitud pueden implementarse usando hardware, software, firmware, o sus combinaciones arbitrarias. En el caso de implementación con software, las funciones pueden almacenarse en un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o códigos, o transmitirse como una o más instrucciones o códigos en el medio legible por ordenador. El medio legible por ordenador incluye un medio de almacenamiento informático y un medio de comunicación, en el que el medio de comunicación incluye cualquier medio que ayuda a transmitir el programa informático de un lugar a otro. El medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible accesible a un ordenador genérico o especializado. El medio legible por ordenador puede incluir, por ejemplo, pero sin limitación, RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro dispositivo de almacenamiento de disco óptico, un dispositivo de almacenamiento de disco magnético u otro dispositivo de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que transporta o almacena un módulo de código de programa deseado en una forma de instrucción o estructura de datos que es accesible a un ordenador genérico o especializado o un procesador genérico o especializado. Además, cualquier conexión también puede llamarse un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si se transmite software desde un sitio web, servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable óptico, un alambre de par trenzado, una línea digital de abonado (DSL) o una tecnología de radio tal como infrarroja, radio o microondas, entonces el cable coaxial, cable óptico, alambre de par trenzado, DSL o tecnología de radio tal como infrarroja, radio o microondas también se cubren en la definición de medio.

Puede usarse un procesador de fin general, procesador de señales digitales (DSP), circuito integrado específico de aplicación (ASIC), campo de matriz de puertas programables (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componente de hardware discreto o cualquier combinación de los anteriores para realizar las funciones como se describe en este documento para implementar o ejecutar diversos bloques de lógica ilustrativos, módulos y circuitos como se describen en conjunto con la presente divulgación. El procesador de fin general puede ser un microprocesador, o el procesador también puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador o una máquina de estado. El procesador puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, combinación de DSP y microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, una combinación de uno o más microprocesadores con un núcleo de DSP o cualquier otra tal estructura.

Un experto en la materia también debería entender que diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmos como se describen ilustrativamente en conjunto con las realizaciones de la presente solicitud pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o una combinación de ambos. Para expresar con claridad tal intercambiabilidad entre hardware y software, los diversos componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y etapas se han representado en general con respecto a las funciones. En cuanto a si las funciones se implementan en hardware o software, depende de una aplicación específica y una condición de restricción de diseño aplicada en todo el sistema. Los expertos en la materia pueden implementar las funciones representadas de una manera flexible para cada aplicación específica. Sin embargo, una decisión de implementación de este tipo no debería interpretarse como que se aleja del alcance de protección de la presente divulgación.

La representación anterior de la presente divulgación se concibe para habilitar que cualquier experto en la materia implemente o use la presente divulgación. Para un experto en la técnica, diversas modificaciones de la presente divulgación son obvias, y el principio general como se define en este documento también puede aplicarse a otras variantes sin alejarse del alcance de protección de la presente divulgación. Por lo tanto, la presente divulgación no se limita a los casos y diseños como se describen en este documento, sino acorde con el alcance más amplio de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores, en el que la red inalámbrica de interiores comprende una Unidad de Banda Base (BBU), uno o más Cabezales de Radio Remotos de micro potencia (mRRH) y concentradores de radio que conectan la BBU y los mRRH; la red inalámbrica de interiores pertenece a una misma célula que sirve a múltiples Equipos de Usuario (UE), comprendiendo el método en la BBU:

establecer (510) una relación de cobertura entre el uno o más mRRH y los múltiples UE;
 determinar (520) una relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por cada mRRH del uno o más mRRH;
 determinar (530) una distribución de ubicación de los múltiples UE basándose en la relación de cobertura entre los mRRH y los UE y la relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por el mRRH; y
 realizar (540) una asignación de potencia para cada mRRH basándose en la distribución de ubicación de los múltiples UE.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que establecer una relación de cobertura entre el uno o más mRRH y los múltiples UE comprende:

capturar una señal de enlace ascendente de cada mRRH y analizar una Relación Señal a Interferencia más Ruido (SINR) de enlace ascendente de cada UE;
 comparar la SINR de enlace ascendente de cada UE con un umbral de Relación Señal a Ruido (SNR) preestablecido; y
 determinar que el UE está cubierto por el mRRH cuando la SINR de enlace ascendente es mayor que el umbral de SNR.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la relación de cobertura se indica como:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1l} \\ c_{21} & & & \\ & & c_{ij} & \\ c_{k1} & c_{k2} & \dots & c_{kl} \end{bmatrix},$$

en donde c_{ij} indica si el $j^{\text{ésimo}}$ UE de la red inalámbrica de interiores se ubica en un área de cobertura del $j^{\text{ésimo}}$ mRRH o es adyacente al $j^{\text{ésimo}}$ mRRH, $i=1, 2, \dots, k, j=1, 2, \dots, l; k$ e l son respectivamente el número de UE y el número de mRRH contenidos en la red inalámbrica de interiores.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada mRRH se equipa con un canal de Radiofrecuencia (RF) que conecta múltiples antenas direccionales; el mRRH comprende además una unidad de conmutación para activar/desactivar las múltiples antenas direccionales, en donde

determinar una relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por cada mRRH del uno o más mRRH comprende: dividir un área de cobertura de cada mRRH en múltiples cuadrantes basándose en el número de antenas direccionales que corresponden a cada mRRH para determinar el cuadrante del mRRH en el que se ubica cada UE;

determinar una distribución de ubicación de los múltiples UE comprende: determinar el número de UE en cada cuadrante; y

realizar una asignación de potencia para cada mRRH comprende: basándose en una relación entre el número de UE en cada cuadrante de cada mRRH y el número total de UE en el mRRH, controlar la antena direccional hacia el cuadrante para activar o desactivar y asignar una potencia a la antena direccional.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada mRRH se equipa con múltiples antenas y cada antena representa un canal de Radiofrecuencia (RF) para generar diferentes haces en diferentes direcciones, y en donde el método comprende adicionalmente:

generar un factor de ponderación de haz para cada haz basándose en la distribución de ubicación de los múltiples UE, y

realizar una asignación de potencia para cada mRRH basándose en la distribución de ubicación de los múltiples UE comprende: usar el factor de ponderación de haz para ponderar un haz correspondiente y realizar una asignación de potencia para cada antena de cada mRRH basándose en haces ponderados.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

determinar una diferencia entre una SNR de un UE en cada mRRH y una SNR de otro UE en la red inalámbrica de interiores;

determinar que el UE y el otro UE pueden realizar la reutilización de frecuencia intra-célula si la diferencia es mayor que un umbral de reutilización de frecuencia predeterminado; y

5 determinar un factor de reordenación de potencia entre el UE y el otro UE basándose en la diferencia y un umbral de aislamiento predeterminado de la red inalámbrica de interiores si la diferencia es menor o igual al umbral de reutilización de frecuencia predeterminado, para ajustar una potencia de transmisión del UE y/o el otro UE.

10 7. Una Unidad de Banda Base (BBU) para reutilización de frecuencia intra-célula para una red inalámbrica de interiores, en donde la red inalámbrica de interiores comprende la BBU, uno o más Cabezales de Radio Remotos de micro potencia (mRRH) y concentradores de radio que conectan la BBU y los mRRH; la red inalámbrica de interiores pertenece a una misma célula que sirve a múltiples Equipos de Usuario (UE), comprendiendo la BBU:

15 una unidad de establecimiento de relación de cobertura configurada para establecer una relación de cobertura entre el uno o más mRRH y los múltiples UE;

una unidad de determinación de relación de correspondencia configurada para determinar una relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por cada mRRH del uno o más mRRH;

20 una unidad de determinación de distribución de ubicación configurada para determinar una distribución de ubicación de los múltiples UE basándose en la relación de cobertura entre los mRRH y los UE y la relación de correspondencia entre los UE y las direcciones de haz cubiertas por el mRRH; y

una unidad de asignación de potencia configurada para realizar una asignación de potencia para cada mRRH basándose en la distribución de ubicación de los múltiples UE.

25 8. La Unidad de Banda Base (BBU) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la unidad de establecimiento de relación de cobertura comprende además: una unidad configurada para capturar una señal de enlace ascendente de cada mRRH y para analizar una Relación Señal a Interferencia más Ruido (SINR) de enlace ascendente de cada UE; una unidad configurada para comparar la SINR de enlace ascendente de cada UE con un umbral de Relación Señal a Ruido (SNR) preestablecido; y una unidad configurada para determinar que el UE está cubierto por el mRRH cuando la SINR de enlace ascendente es mayor que el umbral de SNR.

30 9. La Unidad de Banda Base (BBU) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que la relación de cobertura se indica como:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1l} \\ c_{21} & & & \\ & & c_{ij} & \\ c_{k1} & c_{k2} & \dots & c_{kl} \end{bmatrix},$$

35 en donde c_{ij} indica si el $j^{\text{ésimo}}$ UE de la red inalámbrica de interiores se ubica en un área de cobertura del $j^{\text{ésimo}}$ mRRH o es adyacente al $j^{\text{ésimo}}$ mRRH, $i=1, 2, \dots, k$, $j=1, 2, \dots, l$; k e l son respectivamente el número de UE y el número de mRRH contenidos en la red inalámbrica de interiores.

40 10. La Unidad de Banda Base (BBU) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde en la red inalámbrica de interiores, cada mRRH está equipado con un canal de Radiofrecuencia (RF) que conecta múltiples antenas direccionales; el mRRH comprende además una unidad de conmutación para activar/desactivar las múltiples antenas direccionales, en donde

45 la unidad de determinación de relación de correspondencia comprende además: una unidad configurada para dividir un área de cobertura de cada mRRH en múltiples cuadrantes basándose en el número de antenas direccionales que corresponden a cada mRRH para determinar el cuadrante del mRRH en la que se ubica cada UE;

la unidad de determinación de distribución de ubicación comprende además: una unidad configurada para determinar el número de UE en cada cuadrante; y

50 la unidad de asignación de potencia comprende además: una unidad configurada para controlar, basándose en una relación entre el número de UE en cada cuadrante de cada mRRH y el número total de UE en el mRRH, la antena direccional hacia el cuadrante para activar o desactivar y para asignar una potencia a la antena direccional.

55 11. La Unidad de Banda Base (BBU) de acuerdo con la reivindicación 7, en la que en la red inalámbrica de interiores, cada mRRH está equipado con múltiples antenas y cada antena representa un canal de Radiofrecuencia (RF) para generar diferentes haces en diferentes direcciones, comprendiendo la BBU además:

una unidad configurada para generar un factor de ponderación de haz para cada haz basándose en la distribución de ubicación de los múltiples UE, y

comprendiendo además la unidad de asignación de potencia una unidad configurada para usar el factor de ponderación de haz para ponderar un haz correspondiente y para realizar una asignación de potencia para cada antena de cada mRRH basándose en haces ponderados.

- 5 12. La Unidad de Banda Base (BBU) de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además una unidad de reordenación de potencia que está configurada para:

determinar una diferencia entre una SNR de un UE en cada mRRH y una SNR de otro UE en la red inalámbrica de interiores;

- 10 determinar que el UE y el otro UE pueden realizar la reutilización de frecuencia intra-célula si la diferencia es mayor que un umbral de reutilización de frecuencia predeterminado; y

determinar un factor de reordenación de potencia entre el UE y el otro UE basándose en la diferencia y un umbral de aislamiento predeterminado de la red inalámbrica de interiores si la diferencia es menor que o igual al umbral de reutilización de frecuencia predeterminado, para ajustar una potencia de transmisión del UE y/o el otro UE.

- 15

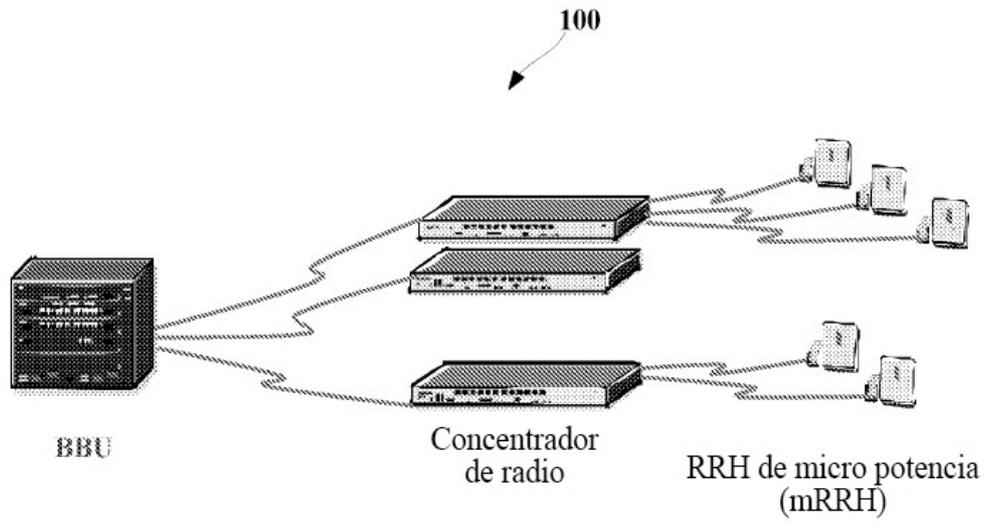


Figura 1

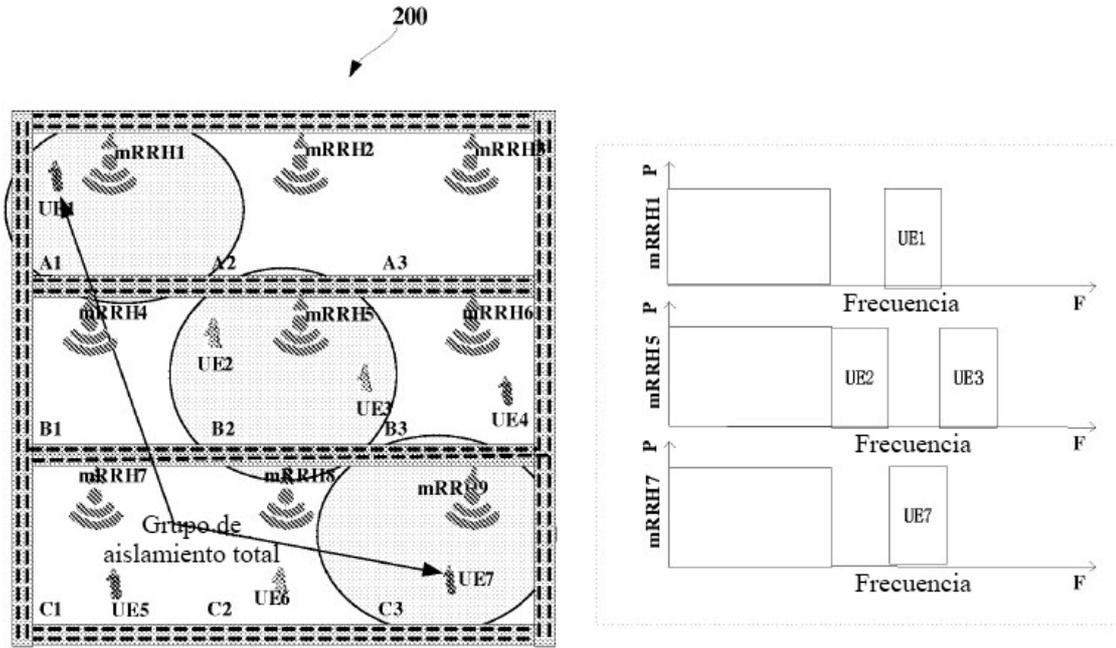


Figura 2

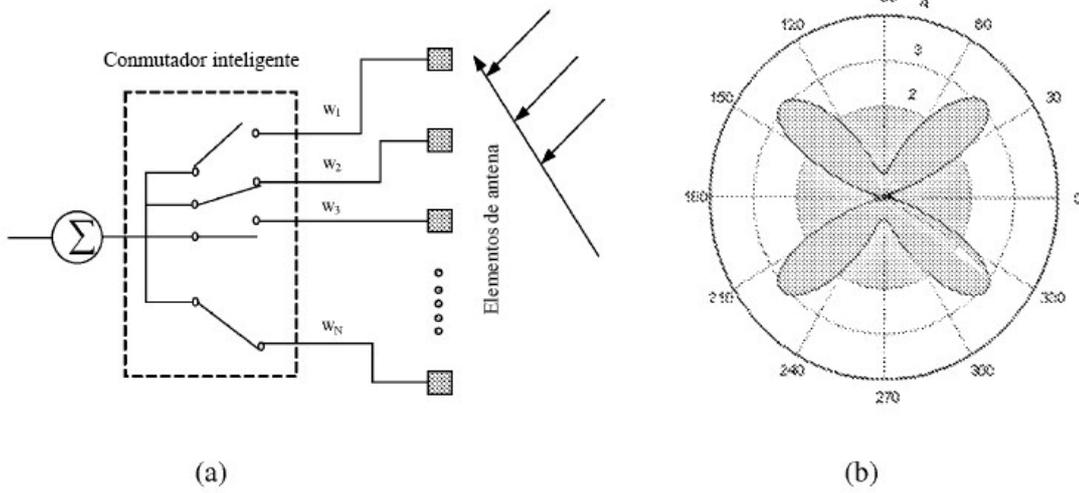


Figura 3

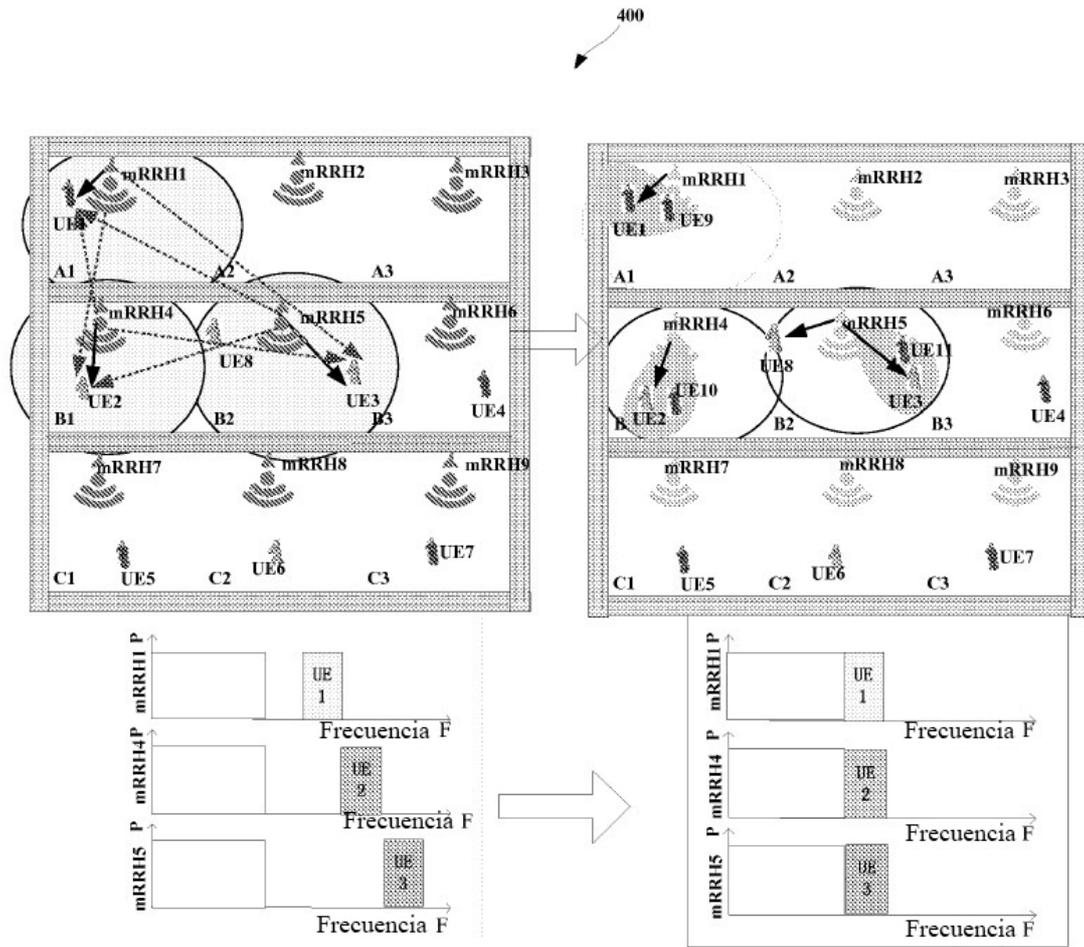


Figura 4

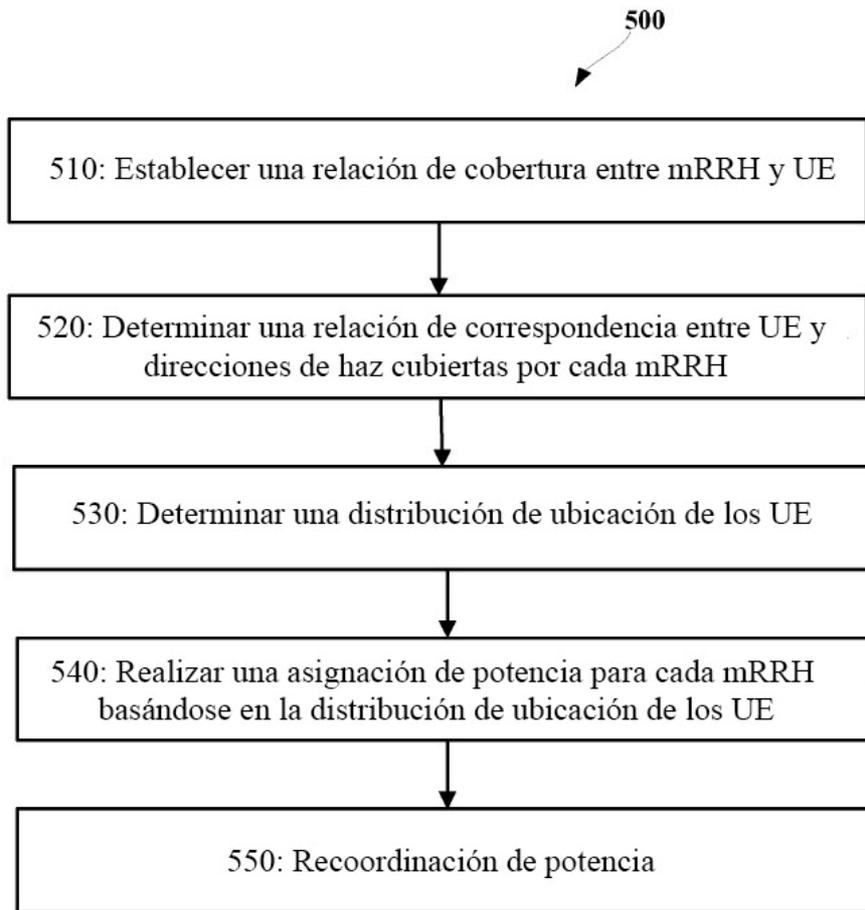


Figura 5

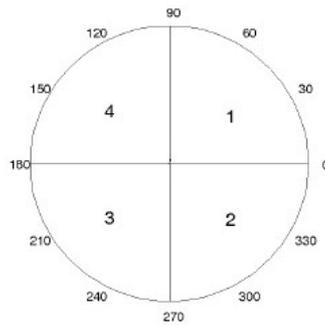


Figura 6

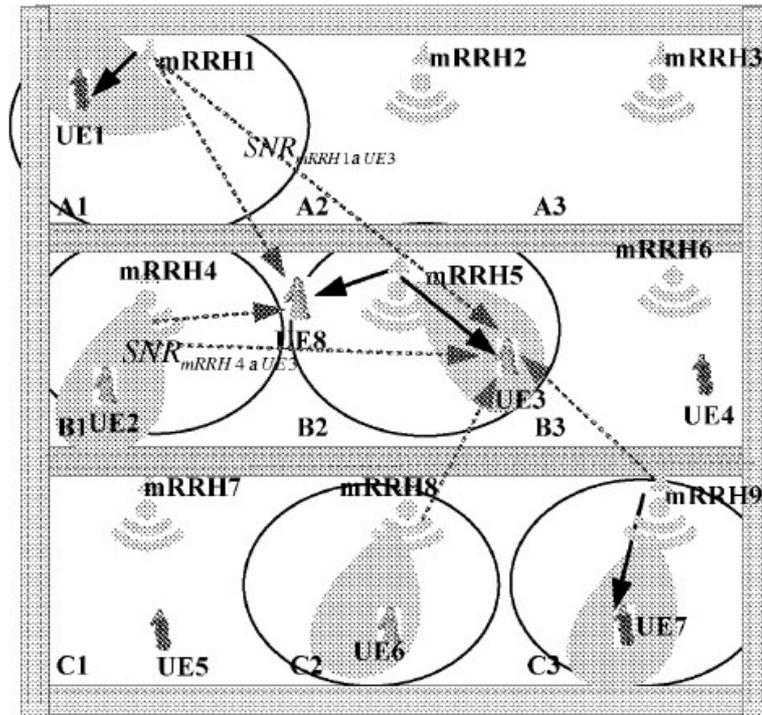


Figura 7

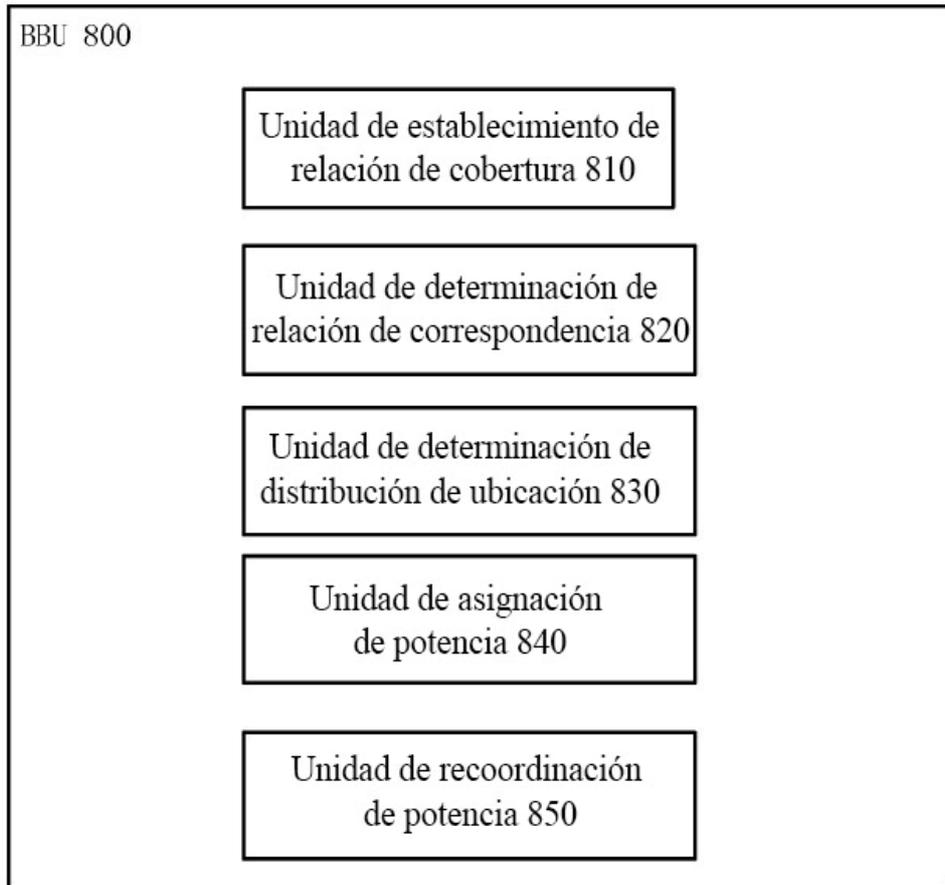


Figura 8