(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 759 332**

(51) Int. Cl.:

H04W 52/24 (2009.01)
H04W 72/04 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2015** **PCT/CN2015/073702**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015** **WO15143976**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015** **E 15768111 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019** **EP 3125619**

(54) Título: **Dispositivo de comunicación inalámbrica, procedimiento de comunicación inalámbrica y sistema de comunicación inalámbrica**

(30) Prioridad:

28.03.2014 CN 201410123043

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2020

(73) Titular/es:

SONY CORPORATION (100.0%)
1-7-1 Konan Minato-ku
Tokyo 108-0075, JP

(72) Inventor/es:

TIAN, HUI;
CUI, QIMEI;
WANG, MENG;
LI, ZHILIN y
LIU, YANG

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 759 332 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

Dispositivo de comunicación inalámbrica, procedimiento de comunicación inalámbrica y sistema de comunicación inalámbrica

Campo

La divulgación se refiere, en general, al campo técnico de la comunicación inalámbrica y, en particular, a un dispositivo de comunicación inalámbrica, un procedimiento de comunicación inalámbrica y un sistema de comunicación inalámbrica, que pueden realizar un control de potencia eficiente entre células.

Antecedentes

Con el fin de resolver además el problema de los requisitos de servicio de datos de una red celular inalámbrica, 3GPP (Proyecto de Asociación de Tercera Generación) propuso, en la última versión de evolución LTE-A, versión 12, una solución para la implantación más densa de células pequeñas. Mediante la implantación de células pequeñas se puede mejorar el rendimiento del sistema y también se puede proporcionar una cobertura más eficaz, con el fin de lograr un equilibrio de carga. En toda una red LTE-A, las células pequeñas están implantadas principalmente en los tres escenarios siguientes: implantadas con una frecuencia igual a la de una macroestación base, implantadas con una frecuencia diferente a la de una macroestación base, o implantadas sin una macroestación base. En un escenario de implantación en una frecuencia diferente a la de la macroestación base, la célula pequeña funciona con una frecuencia diferente a la de la macroestación base y, por lo tanto, se puede ignorar la interferencia entre capas entre la macroestación base y la célula pequeña, lo que es coherente con el procedimiento de investigación para el escenario de implantación sin una macroestación base. Por lo tanto, desde una perspectiva de análisis de interferencia de red, la implantación de células pequeñas puede clasificarse en dos tipos: una implantación de la misma frecuencia con solo interferencia entre capas entre la célula pequeña y la macroestación base, y una implantación de frecuencia diferente con solo interferencia en la misma capa. Además, la implantación de frecuencia diferente de la célula pequeña es un punto de acceso en la investigación 3GPP.

Aunque una implantación densa de células pequeñas puede mejorar en gran medida la eficiencia de espectro de una red, puede generar interferencias graves en la misma capa y aumentar el coste de funcionamiento. En otro aspecto, la interferencia de una red de células pequeñas, especialmente la interferencia en una implantación densa, es un cuello de botella en lo que se refiere a una mejora adicional del rendimiento del sistema. Por lo tanto, la gestión de interferencias y la eficiencia energética son actualmente focos de investigación de un grupo de proyectos de células pequeñas de 3GPP. En un caso de implantación de frecuencia diferente, es decir, en un caso en el que no se tiene en cuenta la interferencia entre capas entre la macroestación base y la célula pequeña, la implantación densa de células pequeñas puede hacer que muchas otras células pequeñas interfieran al mismo tiempo en un equipo de usuario. Por lo tanto, la interferencia en una misma capa es una limitación importante en la mejora del rendimiento del sistema.

La técnica anterior incluye: documentos EP 1998582 A1, EP 2120475 A1.

Resumen

Los aspectos de la presente divulgación están definidos por las reivindicaciones adjuntas.

Con el dispositivo de comunicación inalámbrica y el procedimiento de comunicación inalámbrica de acuerdo con la presente divulgación, se puede maximizar el rendimiento de sistema de una red inalámbrica en un bloque de recursos específico en una implantación densa de células pequeñas.

En lo que sigue, las referencias a formas de realización que no estén dentro del alcance de las reivindicaciones deben entenderse como ejemplos útiles para entender la invención.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros objetivos, características y ventajas se entenderán más fácilmente con referencia a las siguientes descripciones de formas de realización de la presente divulgación junto con los dibujos. En los dibujos, números de referencia iguales o correspondientes indican características o partes técnicas iguales o correspondientes. En los dibujos, los tamaños y las posiciones relativas de las unidades pueden no estar dibujados a escala.

La Fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de un procedimiento de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

La Fig. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

La Fig. 4 es un diagrama esquemático que ilustra una característica de variación de que un rendimiento total de una red varía con una potencia de transmisión de una célula objetivo en caso de que la calidad de canal global sea buena.

La Fig. 5 es un diagrama de secuencia que ilustra una transferencia de datos entre un equipo de usuario y una estación base celular en un caso en que un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación está integrado en la estación base celular.

La Fig. 6 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

La Fig. 7 es un diagrama de secuencia que ilustra interacciones entre estaciones base e interacciones entre una estación base y un equipo de usuario en un caso en que un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación está implementado como una estación base.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de un procedimiento de comunicación inalámbrica de acuerdo con otra forma de realización de la presente divulgación.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con otra forma de realización de la presente divulgación.

La Fig. 10 es un diagrama de secuencia que ilustra una transferencia de datos entre un equipo de usuario y una estación base y una transferencia de datos entre una estación base y un gestor en un caso en que un dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación está implementado como un gestor.

La Fig. 11 es un diagrama de secuencia que ilustra una implementación de una solución de asignación de potencia de acuerdo con la presente divulgación en una red de comunicación inalámbrica.

Descripción detallada de las formas de realización

A continuación, se describen formas de realización de la presente divulgación junto con los dibujos. Cabe señalar que, en aras de la claridad, las representaciones y descripciones de partes y procesos que son independientes de la presente divulgación y conocidos por los expertos en la técnica, se omiten en los dibujos y las descripciones.

La presente divulgación proporciona una solución de control de potencia de alta eficiencia para un escenario de implantación de frecuencia diferente de células pequeñas, con el fin de mejorar el rendimiento del sistema. Específicamente, en una forma de realización, con un dispositivo de comunicación inalámbrica y un procedimiento de comunicación inalámbrica de acuerdo con la presente divulgación, la potencia de transmisión se determina de manera correspondiente en función de una calidad de canal global de enlaces descendentes de una célula en la que se va a realizar un control de potencia de transmisión (también denominada "célula objetivo" en lo sucesivo) en una agrupación de células y otras células (también denominadas "células no objetivo" en lo sucesivo) de la agrupación de células en un bloque de recursos específico.

La Fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica 100 de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. El dispositivo de comunicación inalámbrica 100 puede disponerse de manera independiente como un controlador que controla la potencia de transmisión de todas las células de una agrupación de células, o disponerse en cada una de las células de la agrupación de células, o disponerse en una célula específica.

El dispositivo de comunicación inalámbrica 100 incluye una unidad de clasificación 101 y una unidad de control 102. La unidad de clasificación 101 está configurada para clasificar, en función de las calidades de canal de enlaces descendentes de una célula objetivo y otras células de una agrupación de células en un bloque de recursos específico, una calidad de canal global. Por ejemplo, la unidad de clasificación 101 puede clasificar la calidad de canal global como buena, normal o mala. La calidad de canal de los enlaces descendentes de células respectivas de la agrupación de células en el bloque de recursos específico puede caracterizarse con cualquier indicador o parámetro convencional en la técnica. Además, la calidad de canal global se puede clasificar de acuerdo con un criterio de clasificación predeterminado, por ejemplo, comparando estos indicadores o parámetros con umbrales predeterminados en función de experiencias prácticas. En la presente divulgación, por ejemplo, la calidad de canal se puede caracterizar con relaciones de señal a interferencia más ruido (SINR) notificadas por equipos de usuario (UE) que ocupan el bloque de recursos específico y se encuentran dentro de los alcances de cobertura de las células respectivas.

Se supone que en un determinado escenario de red, una agrupación de células incluye N células SC_n (n=1, 2,..., N). S bloques de recursos (RB) son compartidos por las células de la agrupación de células y un RB de una célula solo puede ser ocupado por un equipo de usuario. Un equipo de usuario atendido por una célula objetivo CS_i y planificado en un bloque de recursos k está representado con UE_i^k, y la SINR de UE_i^k está representada con γ_i^k. Asimismo, un equipo de usuario atendido por una célula no objetivo CS_j (j=1, 2,..., N y j≠i) y planificado en el bloque de recursos k está representado con UE_j^k, y la SINR de UE_j^k está representada con γ_j^k. Entonces, la unidad de clasificación 101 puede estar configurada para: clasificar una calidad de canal global de enlaces descendentes de la agrupación de células en el bloque de recursos k como buena en caso de que tanto γ_i^k como γ_j^k sean mucho mayores que 1 (>>1); clasificar la calidad de canal global de los enlaces descendentes de la agrupación de células en el bloque de recursos k como mala en caso de que tanto γ_i^k como γ_j^k sean mucho menores que 1 (<<1); y clasificar la calidad de canal global como normal en otros casos.

En una forma de realización, la unidad de clasificación 101 puede clasificar la calidad de canal global basándose en umbrales predeterminados. Por ejemplo, en lo que respecta a umbrales prealmacenados Th1=0,5 y Th2=5, la unidad de clasificación 101 puede estar configurada para: clasificar la calidad de canal global de los enlaces descendentes de la agrupación de células en el bloque de recursos k como buena en caso de que $\gamma_i^k > 5$ y $\gamma_j^k > 5$, donde se considera que tanto γ_i^k como γ_j^k son mucho mayores que 1; clasificar la calidad de canal global como mala en caso de que $\gamma_i^k < 0.5$ y $\gamma_j^k < 0.5$, donde se considera que tanto γ_i^k como γ_j^k son mucho menores que 1; y clasificar la calidad de canal global como normal en otros casos.

La unidad de control 102 realiza un control para determinar la potencia de transmisión p_i^k mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a una clasificación determinada por la unidad de clasificación 101, como una potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos específico k. En vista de los diferentes requisitos de sistema tales como un requisito de maximizar el rendimiento de sistema o un requisito de garantizar una recepción precisa de una señal transferida bajo una mala calidad de canal, la unidad de control 102 puede estar configurada para determinar la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos específico k mediante diferentes procedimientos de asignación de potencia. Por ejemplo, en caso de que se necesite garantizar que los equipos de usuario puedan recibir señales de enlace descendente de forma fiable bajo una mala calidad de canal global de enlaces descendentes de células de una agrupación de células en un determinado bloque de recursos, la unidad de control 102 puede estar configurada para determinar asignaciones de potencia para la célula objetivo en bloques de recursos respectivos de tal manera que la potencia determinada con un procedimiento de determinación de potencia usado para un bloque de recursos con calidad de canal de enlaces descendentes clasificada como "mala" sea mayor que la determinada con un procedimiento de determinación de potencia usado para un bloque de recursos con calidad de canal de enlaces descendentes clasificada como "buena". El procedimiento específico puede determinarse por los expertos en la técnica según sea necesario.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de un procedimiento de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. En la etapa S201, en función de las calidades de canal de enlaces descendentes de una célula objetivo CS_i y otras células CS_j (j=1, 2,..., N y j≠i) de una agrupación de células en un bloque de recursos específico k, una calidad de canal global se clasifica mediante un dispositivo de comunicación inalámbrica 100 de acuerdo con la presente divulgación. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación inalámbrica 100 puede clasificar la calidad de canal global basándose en SINR adquiridas γ_n^k (n=1, 2,..., N) notificadas a una estación base celular desde equipos de usuario UE de la agrupación de células que ocupan el bloque de recursos k. Las SINR γ_n^k pueden usarse para caracterizar la calidad de canal de los enlaces descendentes de las células respectivas en el bloque de recursos k.

Por ejemplo, en la etapa S201, la calidad de canal global se puede clasificar como buena, normal o mala. Por ejemplo, la calidad de canal global se puede determinar determinando las relaciones ("mucho mayor", "mucho menor" y similares) de las SINR de la célula objetivo y otras células y 1. Que sea "mucho mayor" o "mucho menor" puede determinarse con un umbral predeterminado. Los detalles se omiten en el presente documento ya que se han descrito anteriormente.

En la etapa S202 se realiza un control de modo que una potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos específico k se determina mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a la clasificación de la etapa S201. Los procedimientos de asignación de potencia adaptables a diferentes clasificaciones pueden diseñarse en función de los requisitos del sistema, que se han descrito antes brevemente

mediante ejemplos. En lo sucesivo, se describe en detalle una forma de realización de una solución de asignación de potencia diseñada para maximizar el rendimiento de sistema con referencia a las Fig. 3 a 5.

La Fig. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica 300 de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. La comunicación inalámbrica 300 incluye una unidad de clasificación 301, una unidad de control 302 y una unidad de cálculo 303. Las funciones y estructuras de la unidad de clasificación 301 son idénticas a las de la unidad de clasificación 101 descritas junto con la Fig. 1, las cuales no se describen en detalle a continuación.

La unidad de cálculo 303 calcula una SINR entre células de una célula objetivo CS_i con respecto a una célula no objetivo respectiva CS_j (j=1, 2,..., N y j≠i) en un bloque de recursos específico k, a la que se hace referencia como "SINR entre células" en lo sucesivo. La SINR entre células se define como una relación de interferencia de la célula objetivo en una determinada célula no objetivo frente a una suma de todas las interferencias y ruidos a los que está sometida la célula no objetivo, en un bloque de recursos determinado. Una SINR entre células $\lambda_{i,j}^{k}$ de la célula objetivo CS_i (una célula a la que se asignará potencia) con respecto a un equipo de usuario UE_j^k planificado por la célula no objetivo (una célula distinta de la célula objetivo) CS_j en el bloque de recursos k puede representarse con la siguiente fórmula (1):

$$\lambda_{i,j}^{k} = \frac{p_i^k g_{i,j}^k}{I(p^k{}_j) + \sigma^2} \qquad (1)$$

donde p_i^k representa la potencia de transmisión de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k, y $g_{i,j}^k$ representa una ganancia de canal desde la célula objetivo CS_i al equipo de usuario UE_j^k de la célula no objetivo CS_j. Por lo tanto, el numerador $p_i^k g_{i,j}^k$ representa la interferencia en el equipo de usuario UE_j^k mediante una transmisión de la célula CS_i, es decir, la potencia recibida de la transmisión de la célula CS_i en el equipo de usuario UE_j^k, que puede obtenerse por el equipo de usuario UE_j^k mediante una medición. Además, $I(p_{-j}^k)$ representa la interferencia en la célula no objetivo CS_j de todas las demás células de la agrupación de células en el bloque de recursos k, y σ^2 representa todos los ruidos a los que está sometida la célula no objetivo CS_j. $I(p_{-j}^k)$ puede calcularse de acuerdo con la siguiente fórmula (2):

$$I(p^k{}_j) = \sum_{n \neq j, n=1}^{N} p_n^k g_{n,j}^k \qquad (2)$$

Puede observarse que $I(p_{-j}^k)$ es una suma de las potencias recibidas de transmisiones de todas las células distintas a la célula no objetivo CS_j en el equipo de usuario UE_j^k, en el bloque de recursos k. Asimismo, la potencia recibida puede obtenerse por el equipo de usuario UE_j^k mediante una medición.

En una implementación real, el valor de $I(p_{-j}^k)$ puede no calcularse de manera exacta. El denominador de la fórmula (1) indica una suma de potencia de interferencia y ruidos, es decir, potencia inservible. Por lo tanto, el denominador puede obtenerse siempre y cuando el equipo de usuario UE_j^k notifique su SINR y la potencia recibida de su estación base de servicio. Esta manera es más simple y precisa que un cálculo con la fórmula (2).

Después de calcular la SINR entre células de la célula objetivo CS_i con respecto a cada célula no objetivo CS_j en el bloque de recursos k, la unidad de cálculo 303 puede calcular además una suma de las SINR entre células de la célula objetivo CS_i con respecto a todas las células no objetivo CS_j (j=1, 2,..., N y j≠i). La suma puede representarse como $\sum_{j \neq i} \lambda_{i,j}^k$. Además, la suma calculada de las SINR entre células, $\sum_{j \neq i} \lambda_{i,j}^k$, se puede usar en la solución de asignación de potencia descrita a continuación.

Para maximizar el rendimiento del sistema, la unidad de control 302 está configurada para realizar un control para determinar una potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo en el bloque de recursos específico mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a una clasificación realizada por la unidad de clasificación 301.

Específicamente, la unidad de control 301 puede estar configurada para determinar si la suma de las SINR entre células, $\sum_{j \neq i} \lambda_{i,j}^{k}$, es menor que 1, en un caso en que la calidad de canal global se clasifica como buena, por ejemplo, cuando tanto γ_i^k como γ_j^k son mucho mayores que 1. Si se determina que la suma de las SINR entre células no es inferior a 1, la potencia de transmisión objetivo puede determinarse disminuyendo, en una determinada longitud de etapa, la potencia de transmisión de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k. Además, en algunas formas de realización, si la unidad de control 302 determina que la suma de las SINR entre células es menor que 1, la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos puede determinarse realizando una derivada parcial de primer orden de un rendimiento total R^k de todas las células de la agrupación de células en el bloque de recursos específico k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k igual a 0.

En lo que sigue, la descripción se ofrecerá junto con fórmulas específicas. En el escenario de red supuesto anteriormente, el rendimiento total R^k de todas las células de la agrupación de células en el bloque de recursos k puede representarse, por ejemplo, con la fórmula (3):

$$R^k = \sum_{i=1}^{N} \log_2\left(1 + \frac{p_i^k g_{i,i}^k}{\sum_{j \neq i, j=1}^{N} p_j^k g_{j,i}^k + \sigma^2}\right) \tag{3}$$

donde los significados de los superíndices y los subíndices de parámetros son similares a los descritos anteriormente y, por lo tanto, no se describen de nuevo en el presente documento. En una forma de realización en la que una calidad de enlaces descendentes se representa con una SINR, las derivadas parciales de primer orden y segundo orden de R^k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k pueden representarse con la fórmula (4) y la fórmula (5):

$$\begin{aligned} \frac{\partial R^k}{\partial p_i^k} &= \frac{1}{1+\gamma_i^k} \cdot \frac{g_{i,i}^k}{I(p_{-i}^k)+\sigma^2} + \sum_{j \neq i}^{N} \frac{1}{1+\gamma_j^k}\left(-\frac{p_j^k g_{j,j}^k}{(I(p_{-j}^k)+\sigma^2)^2}\right) \cdot g_{i,j}^k \\ &= \frac{\gamma_i^k}{p_i^k(1+\gamma_i^k)} - \sum_{j \neq i}^{N} \frac{g_{i,j}^k (\gamma_j^k)^2}{p_j^k g_{j,j}^k (1+\gamma_j^k)}, p_i^k \neq 0 \quad \text{y} \quad p_j^k \neq 0 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 R^k}{\partial (p_i^k)^2} &= \left[-\frac{1}{(1+\gamma_i^k)^2} \cdot \frac{g_{i,i}^k}{I(p_{-i}^k)+\sigma^2}\right] \cdot \frac{g_{i,i}^k}{I(p_{-i}^k)+\sigma^2} \\ &- \sum_{j \neq i}^{N} \frac{g_{i,j}^k}{p_j^k g_{j,j}^k} \cdot \frac{2\gamma_j^k(1+\gamma_j^k)-(\gamma_j^k)^2}{(1+\gamma_i^k)^2}\left[-\frac{p_j^k g_{j,j}^k}{(I(p_{-j}^k)+\sigma^2)^2}\right] \cdot g_{i,j}^k \\ &= -\frac{(\gamma_i^k)^2}{(p_i^k)^2(1+\gamma_i^k)^2} + \sum_{j \neq i}^{N} \left(\frac{g_{i,j}^k}{p_j^k g_{j,j}^k}\right)^2 \frac{(\gamma_j^k)^4 + 2(\gamma_j^k)^3}{(1+\gamma_j^k)^2}, p_i^k \neq 0 \quad \text{y} \quad p_j^k \neq 0 \end{aligned} \tag{5}$$

La fórmula (4) y la fórmula (5) pueden simplificarse en caso de que la calidad de canal global se clasifique como buena, es decir, tanto γ_i^k como γ_j^k sean mucho mayores que 1 (en general, que tanto γ_i^k como γ_j^k sean mucho mayores que 1 en caso de que la calidad de canal global de los enlaces descendentes sea buena). Además, al sustituir la SINR entre células $\lambda_{i,j}^k$, las derivadas parciales de primer orden y de segundo orden del rendimiento total R^k con respecto a p_i^k pueden convertirse en:

$$\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k} \approx \frac{1}{P_i^k} - \sum_{j \neq i}^{N} \frac{g_{i,j}^k \gamma_j^k}{p_j^k g_{j,j}^k} = \frac{1 - \sum_{j \neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k}{p_i^k} \tag{6}$$

$$\frac{\partial^2 R^k}{\partial\ (p_i^k)^2} \approx -\frac{1}{(P_i^k)^2} + \sum_{j\neq i}^{N} \left(\frac{g_{i,j}^k \gamma_j^k}{p_j^k g_{j,j}^k}\right)^2$$
$$= -\frac{1}{(P_i^k)^2} + \sum_{j\neq i}^{N} \left[\frac{g_{i,j}^k}{I(p^k{}_j) + \sigma^2}\right]^2 = \frac{\sum_{j\neq i}^{N} (\lambda_{i,j}^k)^2 - 1}{(P_i^k)^2} \qquad (7)$$

Con las fórmulas (6) y (7), se puede obtener la característica de variación de un rendimiento total de la red que varía con la potencia de transmisión de la célula objetivo. La Fig. 4 es un diagrama esquemático que ilustra la característica de variación del rendimiento total de la red que varía con la potencia de transmisión de la célula objetivo en caso de que tanto γ_i^k como γ_j^k sean mucho mayores que 1.

Si la suma de las SINR entre células, $\sum_{j\neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k$, es inferior a 1 (es decir, $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k} > 0$), entonces $\lambda_{i,j}^k < 1$ para cualquier valor de j. Entonces, $\sum_{j\neq i}^{N} (\lambda_{i,j}^k)^2$ es menor que 1, $\frac{\partial^2 R^k}{\partial\ (p_i^k)^2} < 0$. Puede observarse que $R^k(p_i^k)$ es una función convexa, como se muestra en (a) en la Fig. 4. Por lo tanto, cuando $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k} = 0$, $R^k(p_i^k)$ tiene una solución óptima, que está representada por "P". De lo contrario, si la suma de las SINR entre células, $\sum_{j\neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k$, no es inferior a 1, entonces la función $R^k(p_i^k)$ es una función cóncava, como se muestra en (b) en la Fig. 4, de la cual no se puede obtener directamente una solución óptima.

Asimismo, en caso de que la calidad de canal global se clasifique como mala, por ejemplo, en caso de que la calidad de canal se represente con una SINR y tanto γ_i^k como γ_j^k sean mucho menores que 1 (es decir, $\gamma_i^k << 1$ y $\gamma_j^k << 1$), puede deducirse que $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k} > 0$ y $\frac{\partial^2 R^k}{\partial\ (p_i^k)^2} < 0$ en función de las fórmulas (4) y (5). Por lo tanto, también puede obtenerse una solución óptima de $R^k(p_i^k)$ cuando $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k} = 0$. Por lo tanto, la unidad de control 302 puede estar configurada para realizar un control para, en caso de que la calidad de canal global se clasifique como mala, determinar la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k realizando la derivada parcial de primer orden del rendimiento total R^k de todas las células de la agrupación de células en el bloque de recursos k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k igual a 0.

En caso de que la calidad de canal global sea normal, por ejemplo, en caso de que cuando la calidad de canal esté representada por γ_i^k y γ_j^k, γ_i^k y γ_j^k no son ni mucho menores que 1 ni mucho mayores que 1, es difícil determinar directamente la característica de variación de $R^k(p_i^k)$ en función de las SINR γ_i^k y γ_j^k y la suma de las SINR entre células, $\sum_{j\neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k$. Por lo tanto, la característica de variación de $R^k(p_i^k)$ puede obtenerse calculando directamente las derivadas parciales de primer orden y segundo orden de R^k con respecto a p_i^k mediante, por ejemplo, la fórmula (4) y la fórmula (5), y comparándolas con 0 respectivamente.

En una forma de realización, la unidad de cálculo 303 puede tener la siguiente función: comparar valores de las derivadas parciales de primer orden y segundo orden del rendimiento total R^k de todas las células de la agrupación en el bloque de recursos k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k, $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k}$ y $\frac{\partial^2 R^k}{\partial\ (p_i^k)^2}$, con 0, y proporcionar el resultado de comparación a la unidad de control 302. La unidad de control 302 puede estar configurada para realizar un control para determinar la potencia de transmisión

objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k realizando la derivada parcial de primer orden $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k}=0$, =0, en caso de que la calidad de canal global se clasifique como normal y se determine por la unidad de cálculo 303 mediante la comparación que el valor de la derivada parcial de primer orden $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k}$ es mayor que 0 y el valor de la derivada parcial de segundo orden $\frac{\partial^2 R^k}{\partial\ (p_i^k)^2}$ es menor que 0. Además, la unidad de control 302 puede estar configurada adicionalmente para realizar un control para determinar la potencia de transmisión objetivo disminuyendo, en una determinada longitud de etapa, la potencia de transmisión de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k, en caso de que la calidad de canal global se clasifique como normal y se determine por la unidad de cálculo 303 mediante la comparación que el valor de la derivada parcial de primer orden $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k}$ es menor que 0.

A continuación, tomando como ejemplo una forma de realización de la integración (implementación) del dispositivo de comunicación inalámbrica 300 en (como) una estación base celular, una transferencia de datos entre un equipo de usuario y una estación base celular en un sistema de comunicación inalámbrica usando una solución de asignación de potencia de acuerdo con la presente divulgación se describe junto con la Fig.5.

La Fig. 5 es un diagrama de secuencia que ilustra una transferencia de datos entre un equipo de usuario y una estación base celular en un caso en que el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 de acuerdo con la forma de realización de la presente divulgación está integrado en la estación base celular.

En el análisis anterior puede observarse que el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 necesita adquirir los siguientes contenidos para seleccionar una solución de asignación de potencia adecuada: las SINR γ_n^k (n=1, 2,..., N) de las células de la agrupación de células en el bloque de recursos k y las SINR entre células $\lambda_{i,j}^k$ (denominadas en lo sucesivo "SINR entre células") de la célula objetivo CS_i con respecto a todas las demás células CS_j (j=1, 2,..., N y j≠i) en el bloque de recursos k.

En el presente documento, la SINR γ_n^k puede obtenerse mediante notificaciones de equipos de usuario a sus células de servicio e interacciones entre células. Por ejemplo, en la Fig. 5, los equipos de usuario UE_i^k en la célula objetivo planificada en el bloque de recursos k y UE_j^k en otras células planificadas en el bloque de recursos k miden las SINR de sus células de servicio en el bloque de recursos k, γ_i^k y γ_j^k, y notifican γ_i^k y γ_j^k a estaciones base de sus celdas de servicio. En la forma de realización, la célula no objetivo CS_j proporciona su SINR γ_j^k a la célula objetivo CS_i. Después, el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 incluido en la estación base de la célula objetivo CS_i puede clasificar una calidad de canal global de enlaces descendentes en el bloque de recursos k.

Además, puede observarse a partir de las fórmulas de definición (1) y (2) de SINR entre células $\lambda_{i,j}^k$ que las interferencias en la célula CS_j por todas las células distintas a la célula CS_j en el bloque de recursos k, es decir, la potencia recibida $p_{m,j}^k$ (m=1, 2,..., N y m≠j) recibida por el equipo de usuario UE_j^k respectivamente desde todas las células distintas a la célula CS_j, $p_{m,j}^k = p_m^k g_{m,j}^k$, necesitan adquirirse para calcular $\lambda_{i,j}^k$. En la Fig. 5, el equipo de usuario UE_j^k mide $p_{m,j}^k$ y suministra $p_{m,j}^k$ a una estación base de la célula CS_j. Después, la SINR entre células $\lambda_{i,j}^k$ puede calcularse en la estación base de la célula CS_j de acuerdo con las fórmulas (1) y (2) usando toda la potencia recibida $p_{m,j}^k$ (m=1, 2,..., N y m≠j). Después, la célula CS_j proporciona $\lambda_{i,j}^k$ a la célula CS_i, para el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 incluido en la estación base de la célula objetivo CS_i para calcular la suma de SINR entre células, $\sum_{j\neq i}^{N}\lambda_{i,j}^k$.

En caso de que la calidad de canal global se clasifique como normal, es necesario comparar respectivamente, con cero, los valores de las derivadas parciales de primer orden y segundo orden del rendimiento total R^k de todas las

células de la agrupación de células en el bloque de recursos k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k, $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k}$ y $\frac{\partial^2 R^k}{\partial (p_i^k)^2}$. Por lo tanto, puede observarse a partir de las fórmulas (4) y (5) que el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 necesita obtener adicionalmente ganancias de canal $g_{i,j}^k$, $g_{i,i}^k$ y $g_{j,j}^k$. Los expertos en la técnica pueden apreciar que estas ganancias pueden obtenerse de diversas maneras conocidas, por ejemplo, calculando una relación de potencia de transmisión frente a la potencia recibida correspondiente.

Después de obtener suficientes datos, el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 incluido en la célula objetivo CS_i puede determinar una potencia de transmisión objetivo con un procedimiento correspondiente. En caso de que se utilice el procedimiento en el que la derivada de primer orden $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k}=0$ para determinar la potencia de transmisión objetivo, puede adoptarse la siguiente fórmula deducida (8):

$$\begin{aligned}
\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k} &= \frac{1}{1+\gamma_i^k}\cdot\frac{g_{i,i}^k}{I(p_{-i}^k)+\sigma^2}+\sum_{j\neq i}^{N}\frac{1}{1+\gamma_j^k}\left(-\frac{p_j^k g_{j,j}^k}{(I(p_{-j}^k)+\sigma^2)^2}\right)\cdot g_{i,j}^k \\
&= \frac{\gamma_i^k}{1+\gamma_i^k}\cdot\frac{1}{p_i^k}-\frac{1}{p_i^k}\sum_{j\neq i}^{N}\frac{\gamma_j^k}{1+\gamma_j^k}\cdot\lambda_{i,j}^k=0 \\
&\Rightarrow \frac{\gamma_i^k}{1+\gamma_i^k}=\sum_{j\neq i}^{N}\frac{\gamma_j^k}{1+\gamma_j^k}\cdot\lambda_{i,j}^k \\
&\Rightarrow p_i^k=\frac{A}{H(1-A)}, \quad \text{donde } A=\sum_{j\neq i}^{N}\frac{\gamma_j^k}{1+\gamma_j^k}\cdot\lambda_{i,j}^k,\ H=\frac{g_{i,i}^k}{I(p_{-i}^k)+\sigma^2}
\end{aligned} \tag{8}$$

donde los significados de los símbolos son los mismos o similares a los descritos anteriormente y, por lo tanto, no se describen en el presente documento.

Cabe señalar que la secuencia de temporización de medición, notificación y suministro de parámetros relacionados y la secuencia de temporización de las operaciones de clasificación, cálculo y determinación, etc., mostradas en la Fig. 5 son solo ejemplos sin intención de limitar la presente divulgación, y se pueden ajustar de cualquier manera según sea necesario. Además, la entidad que realiza operaciones tales como clasificación, cálculo y determinación puede cambiarse según sea necesario. Por ejemplo, la SINR entre células puede calcularse directamente por el equipo de usuario o puede calcularse en su totalidad en la estación base de la célula objetivo.

Con el dispositivo de comunicación inalámbrica y el procedimiento de comunicación inalámbrica correspondiente a las operaciones realizadas por el dispositivo de comunicación inalámbrica descrito anteriormente, una potencia de transmisión objetivo de una célula objetivo en un bloque de recursos específico puede determinarse mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a una clasificación de una calidad de canal global de enlaces descendentes en el bloque de recursos específico, maximizando así el rendimiento de sistema de una red inalámbrica en el bloque de recursos específico en una implantación densa de células pequeñas.

A continuación, se describe otra forma de realización de acuerdo con la presente divulgación junto con las Fig. 6 a 10. La Fig. 6 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica 600 de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. El dispositivo de comunicación inalámbrica 600 incluye una unidad de clasificación 601, una unidad de asignación 602 y una unidad de control 603.

La unidad de clasificación 601 está configurada para clasificar un equipo de usuario UE (clasificar el equipo de usuario en diferentes tipos) basándose en la calidad de canal promedio de enlaces descendentes al equipo de usuario UE en una agrupación de células en un período de tiempo predeterminado. La calidad de canal promedio del equipo de usuario UE en el período de tiempo predeterminado puede adquirirse usando cualquier tipo de datos capaces de indicar la calidad de canal del enlace descendente. La calidad de canal promedio del enlace descendente al equipo de usuario UE en el período de tiempo predeterminado puede caracterizarse mediante, por ejemplo, sin limitarse a, una SINR promedio del equipo de usuario UE en el período de tiempo predeterminado.

La Fig. 7 es un diagrama de secuencia que ilustra una interacción entre una estación base y un equipo de usuario y una interacción entre la estación base y el dispositivo de comunicación inalámbrica 600 (gestor) en un caso en que el dispositivo de comunicación inalámbrica 600 de acuerdo con la forma de realización de la presente divulgación

está dispuesto por separado de la estación base (en otras palabras, implementado como un gestor de la agrupación de células). Una célula CS representa cada una de las células de una agrupación de células, y UE representa un equipo de usuario atendido por la célula CS. El equipo de usuario UE mide una SINR γ que puede caracterizar la calidad de enlaces descendentes al equipo de usuario UE, y notifica la γ a una estación base de su célula de servicio. La estación base puede calcular un valor promedio $\bar{\gamma}$ de las SINR recibidas en el período de tiempo predeterminado y proporcionar el valor promedio obtenido a un gestor. De manera alternativa, la estación base puede proporcionar directamente las SINR notificadas desde el equipo de usuario al gestor, y el gestor calcula el valor promedio de las SINR de forma centralizada. Después, el gestor puede clasificar el equipo de usuario basándose en el valor promedio calculado.

En un ejemplo, la unidad de clasificación 601 puede estar configurada para: clasificar el equipo de usuario en un primer tipo (también denominado tipo "bueno" en lo sucesivo) en caso de que la SINR promedio sea mucho mayor que 1; clasificar el equipo de usuario en un segundo tipo (también denominado tipo "malo" en lo sucesivo) en caso de que la SINR promedio sea mucho menor que 1; y clasificar el equipo de usuario en un tercer tipo (también denominado tipo "normal" en lo sucesivo) en caso de que la SINR promedio no sea ni mucho mayor que ni mucho menor que 1.

En una implementación específica, los umbrales predeterminados Th3 y Th4 (Th3<Th4) pueden establecerse previamente. Si la SINR promedio $\bar{\gamma}$ > Th4, se considera que $\bar{\gamma}$ >> 1 y se determina que el equipo de usuario está en el primer tipo. Si $\bar{\gamma}$ <Th3, se considera que $\bar{\gamma}$ <<1 y se determina que el equipo de usuario está en el segundo tipo. Si Th3≤ $\bar{\gamma}$ ≤Th4, se considera que $\bar{\gamma}$ no es ni mucho mayor que ni mucho menor que 1, y se determina que el equipo de usuario está en el tercer tipo. Por ejemplo, Th3 y Th4 pueden tener los mismos valores que Th1 y Th2 respectivamente. Por ejemplo, Th3=0,5 y Th4=5.

En un ejemplo, si una agrupación de células incluye en total 12 equipos de usuario UE1 a UE12, y Th3=1 y Th4=10, entonces los resultados de clasificación de los equipos de usuario son los que se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1

EQUIPO DE USUARIO	$\bar{\gamma}$	**TIPO**
UE1	**0,4**	**malo**
UE2	**0,3**	**malo**
UE3	**5**	**normal**
UE4	**11**	**bueno**
UE5	**0,8**	**malo**
UE6	**4,2**	**normal**
UE7	**10,8**	**bueno**
UE8	**0,6**	**malo**
UE9	**3,5**	**normal**
UE10	**4,6**	**normal**
UE11	**7,8**	**normal**
UE12	**13,4**	**bueno**

Después de que la unidad de clasificación 601 clasifique el equipo de usuario UE basándose en la calidad de canal promedio en el período de tiempo predeterminado, la unidad de asignación 602 puede asignar un conjunto de bloques de recursos al equipo de usuario basándose, al menos parcialmente, en tipo del equipo de usuario. En la forma de realización, la unidad de asignación 602 puede asignar un mismo conjunto de bloques de recursos para equipos de usuario de la misma clasificación. Por ejemplo, en caso de tener en total 50 bloques de recursos, como se muestra en la Fig. 2, a los equipos de usuario del tipo "malo" se les pueden asignar los bloques de recursos RB1 a RB 10, a los equipos de usuario del tipo "normal" se les pueden asignar los bloques de recursos RB15 a RB40, y a los equipos de usuario del tipo "bueno" se les pueden asignar los bloques de recursos RB41 a RB50.

Tabla 2

Tipo de equipo de usuario	RB
MALO	RB1~RB10
NORMAL	RB15~RB40
BUENO	RB41~RB50

La Tabla 2 muestra un ejemplo de una asignación de conjuntos de bloques de recursos a los equipos de usuario. En una implementación específica, el conjunto de bloques de recursos puede asignarse a equipos de usuario del mismo tipo en función de diferentes requisitos y usando criterios diferentes. Por ejemplo, la unidad de asignación 602 puede estar configurada para asignar un conjunto de bloques de recursos a un equipo de usuario basándose, al menos parcialmente, en la cantidad de equipos de usuario de diferentes tipos. Además, por ejemplo, la unidad de asignación 602 puede estar configurada adicionalmente para asignar un conjunto de bloques de recursos basándose, al menos parcialmente, en los requisitos de servicio de los equipos de usuario de diferentes tipos.

Como se muestra en la Fig. 7, además del valor promedio de las SINR, la estación base puede proporcionar adicionalmente información tal como requisitos de servicio de los equipos de usuario al gestor. Después de clasificar los equipos de usuario, el gestor puede asignar conjuntos de bloques de recursos a los equipos de usuario de diferentes tipos combinando información tal como los tipos de los equipos de usuario, la cantidad de equipos de usuario de diferentes tipos y los requisitos de servicio de los equipos de usuario de diferentes tipos. Después, el gestor notifica a las estaciones base de las células un resultado de asignación de conjuntos de bloques de recursos.

Tras recibir los resultados de asignación del conjunto de bloques de recursos, la estación base planifica equipos de usuario de un tipo correspondiente en un bloque de recursos basándose en el resultado de asignación. De esta manera, el equipo de usuario UE se comunica en el bloque de recursos asignado.

Cabe señalar que la secuencia de temporización de medición, notificación y suministro de parámetros relacionados y la secuencia de temporización de operaciones tales como clasificación, cálculo y determinación mostradas en la Fig. 7 son solo ejemplos sin intención de limitar la presente divulgación, y se pueden ajustar de cualquier manera según sea necesario. Además, la entidad que realiza operaciones tales como clasificación, cálculo y determinación puede cambiarse según sea necesario.

La unidad de control 603 está configurada para realizar un control para determinar una potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo en el bloque de recursos específico mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a una clasificación de un equipo de usuario UE_i^k planificado por la célula objetivo CS_i (una célula en la que se debe realizar un control de potencia) en el bloque de recursos específico k.

En vista de los diferentes requisitos de sistema tales como un requisito de maximizar el rendimiento de sistema o un requisito de garantizar una recepción precisa de una señal transferida bajo una mala calidad de canal, la unidad de control 603 puede estar configurada para determinar la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos específico k mediante diferentes procedimientos de asignación de potencia. Por ejemplo, en caso de que deba garantizarse que un equipo de usuario clasificado incluso como el tipo "malo" reciba una señal de enlace descendente de forma fiable, la unidad de control 603 puede estar configurada para determinar la potencia de la célula objetivo en los bloques de recursos asignados a equipos de usuario de diferentes tipos de tal manera que la potencia determinada con un procedimiento de determinación de potencia para un bloque de recursos ocupado por equipos de usuario del tipo "malo" sea mayor que la potencia determinada con un procedimiento de determinación de potencia para un bloque de recursos ocupado por equipos de usuario del tipo "bueno". El procedimiento específico puede determinarse por los expertos en la técnica según sea necesario.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de un procedimiento de comunicación inalámbrica de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. En la etapa S801, un equipo de usuario se clasifica en función de la calidad de canal promedio de enlaces descendentes al equipo de usuario en una agrupación de células en un período de tiempo predeterminado. En la etapa S802, un conjunto de bloques de recursos se asigna al equipo de usuario en función de, al menos parcialmente, una clasificación del equipo de usuario, donde un mismo conjunto de bloques de recursos se asigna a equipos de usuario de la misma clasificación. Finalmente, en la etapa S803, se realiza un control para determinar una potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo en el bloque de recursos específico mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a una clasificación del equipo de usuario planificado por la célula objetivo en el bloque de recursos específico. Los detalles de las respectivas etapas se han descrito junto con el dispositivo de comunicación inalámbrica 600 anterior y, por lo tanto, no se describen en el presente documento.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración funcional de un dispositivo de comunicación inalámbrica 900 de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. El dispositivo de comunicación

inalámbrica 900 incluye: una unidad de clasificación 901, una unidad de asignación 902, una unidad de control 903 y una unidad de cálculo 904. Las funciones y estructuras de la unidad de clasificación 901 y la unidad de asignación 902 son idénticas a las de la clasificación 601 y la unidad de asignación 602 descritas junto con la Fig. 6 y, por lo tanto, no se describen en detalle en lo sucesivo.

La unidad de cálculo 904 calcula las SINR entre células de la célula objetivo CS_i con respecto a cada célula no objetivo CS_j (j=1, 2,..., N y j≠i) en un bloque de recursos específico k, a la que se hace referencia como "SINR entre células" en lo sucesivo. La SINR entre células se define como una relación de interferencia de la célula objetivo en una determinada célula no objetivo frente a una suma de todas las interferencias y ruidos a los que está sometida la célula no objetivo, en un bloque de recursos determinado. Una SINR entre células $\lambda_{i,j}^{k}$ de la célula objetivo CS_i con respecto al equipo de usuario UE_j^k planificado por la célula no objetivo CS_j en el bloque de recursos k puede representarse con la fórmula anterior (1) y, por lo tanto, no se describe de nuevo en el presente documento. La SINR entre células $\lambda_{i,j}^{k}$ puede calcularse en función de la potencia recibida en el equipo de usuario UE_j^k a partir de una transmisión de la célula CS_i, que se obtiene por el equipo de usuario UE_j^k mediante una medición, y una suma de la potencia recibida en el equipo de usuario UE_j^k a partir de transmisiones de cada una de las células distintas a la célula no objetivo CS_j en el bloque de recursos k, que se obtiene por el equipo de usuario UE_j^k mediante una medición.

Después de calcular la SINR entre células de la célula objetivo CS_i con respecto a cada célula no objetivo CS_j en el bloque de recursos k, la unidad de cálculo 904 puede calcular además una suma de las SINR entre células de la célula objetivo CS_i con respecto a todas las células no objetivo CS_j (j=1, 2,..., N y j≠i). La suma puede representarse como $\sum_{j\neq i}\lambda_{i,j}^{k}$. La suma calculada de las SINR entre células, $\sum_{j\neq i}\lambda_{i,j}^{k}$, se puede usar en una solución de asignación de potencia descrita a continuación.

La unidad de control 903 puede estar configurada, en función del objetivo de maximizar el rendimiento de sistema, para realizar un control para determinar si la suma de las SINR entre células, $\sum_{j\neq i}\lambda_{i,j}^{k}$, es menor que 1 en caso de que el equipo de usuario UE_i^k sea del tipo bueno ("el primer tipo"); y determinar una potencia de transmisión objetivo disminuyendo, en una determinada longitud de etapa, la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k si se determina que la suma de las SINR entre células, $\sum_{j\neq i}\lambda_{i,j}^{k}$, no es menor que 1; o determinar una potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos específico k realizando una derivada parcial de primer orden de un rendimiento total R^k de células de la agrupación de células en el bloque de recursos k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos específico k igual a 0, si se determina que la suma de las SINR entre células, $\sum_{j\neq i}\lambda_{i,j}^{k}$, es menor que 1.

En realidad, el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 corresponde al dispositivo de comunicación inalámbrica 300 descrito anteriormente junto con la Fig. 3 ya que: el dispositivo de comunicación inalámbrica 300 selecciona un procedimiento de determinación de potencia adecuado basándose en una clasificación (por ejemplo, comparando γ_i^k y γ_j^k respectivamente con 1) de una calidad de canal global; mientras que el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 clasifica el equipo de usuario basándose en una calidad de canal de enlaces descendentes en toda una banda de frecuencia, después asigna un mismo conjunto de bloques de recursos a equipos de usuario de la misma clasificación, y selecciona un procedimiento de determinación de potencia adecuado basándose en las clasificaciones de los equipos de usuario. En realidad, la clasificación de equipos de usuario y la asignación de bloques de recursos realizadas por este último dispositivo de comunicación inalámbrica garantizan, con la mayor probabilidad posible, que los enlaces descendentes a los equipos de usuario planificados por diferentes células de servicio en el mismo bloque de recursos tengan una calidad similar. Es decir, en caso de que la calidad del enlace descendente se caracterice con una SINR, la clasificación de equipos de usuario y la asignación de bloques de recursos realizadas por este último dispositivo de comunicación inalámbrica garantizan, con la mayor probabilidad posible, que un resultado de comparación entre γ_i^k y 1 sea el mismo que un resultado de comparación entre γ_i^k y 1 (por ejemplo, que tanto γ_i^k como γ_i^k sean mucho mayores que 1, o mucho menores que 1).

Por lo tanto, en una forma de realización, la unidad de control 903 también puede estar configurada para realizar un control para determinar la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k realizando la derivada parcial de primer orden del rendimiento total R^k de todas las células de la agrupación de células en el bloque de recursos k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos específico k igual a 0, en caso de que el equipo de usuario sea del tipo "malo" ("el segundo tipo"), es decir, con una alta probabilidad, tanto γ_i^k del equipo de usuario UE_i^k como γ_j^k de un equipo de usuario UE_j^k planificado en el mismo bloque de recursos k que el equipo de usuario UE_i^k son ambos mucho menores que 1.

Si el equipo de usuario UE_i^k es del tipo "normal" ("el tercer tipo"), puede observarse que, con una alta probabilidad, tanto la calidad de enlaces descendentes al equipo de usuario como la calidad de enlaces descendentes a un equipo de usuario UE_j^k planificado en el mismo bloque de recursos k que el equipo de usuario UE_i^k son normales. Por ejemplo, las SINR γ_i^k y γ_j^k pueden no ser ni mucho mayores que 1 ni mucho menores que 1. En este caso, de manera similar al dispositivo de comunicación inalámbrica 300, la unidad de cálculo 904 del dispositivo de comunicación inalámbrica 900 puede estar configurada para comparar valores de derivadas parciales de primer orden y segundo orden del rendimiento total R^k de todas las células de la agrupación de células en el bloque de recursos k con respecto a la potencia de transmisión p_i^k de la célula objetivo CS_i en el recurso k con cero. Además, la unidad de control 903 puede estar configurada para determinar la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i en el bloque de recursos k realizando la derivada parcial de primer orden igual a 0, en caso de que el equipo de usuario sea del tipo "normal" ("el tercer tipo") y se determine por la unidad de cálculo 904 mediante la comparación que el valor de la derivada parcial de primer orden es mayor que 0 y el valor de la derivada parcial de segundo orden es menor que 0.

De manera alternativa, la unidad de control 903 puede estar configurada para determinar una potencia de transmisión objetivo disminuyendo, en una determinada longitud de etapa, la potencia de transmisión de una célula objetivo en un bloque de recursos específico en caso de que el equipo de usuario sea del tipo "normal" ("el tercer tipo") y se determine por la unidad de cálculo 904 mediante la comparación que el valor de la derivada parcial de primer orden es menor que 0.

A continuación, tomando aún como ejemplo la forma de realización en la que el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 se implementa como un gestor de red, una transferencia de datos entre un equipo de usuario y una estación base celular y entre una estación base celular y el gestor, en un sistema de comunicación inalámbrica que usa la solución de asignación de potencia de acuerdo con la presente divulgación, se describen junto con la Fig. 10.

La Fig. 10 es un diagrama de secuencia que ilustra transferencias de datos entre un equipo de usuario y una estación base y entre una estación base y un gestor en un caso en que el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 está implementado como un gestor de acuerdo con la forma de realización de la presente divulgación. Las transferencias y operaciones mostradas en la Fig. 10 se realizan después de la operación de asignación de bloques de recursos mostrada en la Fig. 7. En otras palabras, en comparación con la Fig. 7, los equipos de usuario en la Fig. 10 se han planificado en bloques de recursos específicos (k) adaptables a los tipos de los equipos de usuario.

La forma de realización mostrada en la Fig. 10 difiere de la forma de realización mostrada en la Fig. 5 en que: en la forma de realización mostrada en la Fig. 10, no es necesario determinar un enlace descendente global ya que se han determinado tipos de los equipos de usuario; además, las operaciones de cálculo de la SINR entre células $\lambda_{i,j}^k$, la suma de las SINR entre células, $\sum_{j \neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k$, y varias ganancias (tales como $g_{i,j}^k$, $g_{i,i}^k$ y $g_{j,j}^k$) se realizan en su totalidad en el gestor. Además, la operación de determinar la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo CS_i se realiza en el gestor. Después se notifica a la célula objetivo CS_i la potencia de transmisión objetivo determinada.

Debido a estas diferencias, la transferencia de datos se modifica en consecuencia. Por ejemplo, después de que un equipo de usuario UE_j^k de una célula no objetivo CS_j suministre a la célula CS_j la potencia recibida medida $p_{m,j}^k$ (m= 1, 2,..., N y m≠j) que se recibe desde todas las células distintas a la célula CS_j, la célula CS_j proporciona la potencia recibida al gestor para calcular mediante el gestor la suma de las SINR entre células, $\sum_{j \neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k$, y varias ganancias.

La operación de "determinar la potencia" realizada en el gestor incluye generalmente: todas las operaciones en la unidad de control 903 anterior y las operaciones en la unidad de cálculo 904 de calcular los valores de la derivada parcial de primer orden $\frac{\partial R^k}{\partial p_i^k}$ y la derivada parcial de segundo orden $\frac{\partial^2 R^k}{\partial (p_i^k)^2}$, comparar los valores de las derivadas parciales de primer orden y segundo orden con cero, y similares.

Cabe señalar que la secuencia de temporización de medición, notificación y suministro de parámetros relacionados y la secuencia de temporización de operaciones tales como cálculo y determinación mostradas en la Fig. 10 son solo ejemplos sin intención de limitar la presente divulgación, y se pueden ajustar de cualquier manera según sea necesario. Además, en caso de que el dispositivo de comunicación inalámbrica 900 esté implementado como una estación base (esté incluido en una estación base), se realiza una transmisión de datos similar entre un equipo de usuario y la estación base y entre estaciones base.

La Fig. 11 es un diagrama de secuencia que ilustra una implementación de una solución de asignación de potencia de acuerdo con la presente divulgación en una red de comunicación inalámbrica. Como se muestra en la Fig. 11, en un período de tiempo de implementación de la solución, la solución de asignación de potencia de acuerdo con la presente divulgación, una determinación de estado y una asignación de potencia se realizan en función de la información adquirida en el tiempo anterior y, posteriormente, la adquisición de información, la determinación de estado y la asignación de potencia se realizan de manera iterativa.

Con los dispositivos de comunicación inalámbrica y el procedimiento de comunicación inalámbrica correspondiente a las operaciones realizadas por los dispositivos de comunicación inalámbrica descritos anteriormente, un equipo de usuario puede clasificarse en función de la calidad promedio de enlaces descendentes en un período de tiempo predeterminado, y un mismo conjunto de bloques de recursos se proporciona a equipos de usuario de la misma clasificación en una agrupación de células. Después, una potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo en un bloque de recursos específico se determina mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable al tipo de equipo de usuario, maximizando así el rendimiento de sistema de una red inalámbrica en el bloque de recursos específico bajo una implantación densa de células pequeñas.

Además, se puede crear un programa informático que permita que el hardware (tal como una unidad central de procesamiento (CPU), una memoria de solo lectura (ROM) y una memoria de acceso aleatorio (RAM)) montado en una estación base, un terminal de comunicación o un gestor de red realice funciones equivalentes a las de partes de la estación base, el terminal de comunicación o el gestor de red. Además, también se proporciona un medio de almacenamiento que almacena el programa informático.

En la descripción anterior de las formas de realización de la presente divulgación, una característica descrita y/o mostrada para una forma de realización puede usarse en otra u otras formas de realización de una manera igual o similar, y puede combinarse con una característica de otras formas de realización o reemplazar una característica de otra forma de realización.

Cabe señalar que el término "incluir/contener", cuando se usa en la presente divulgación, se refiere a especificar la presencia de una característica, un elemento, una etapa o un componente, pero no excluye la presencia o adición de otra u otras características, elementos, etapas o componentes.

Además, el procedimiento de acuerdo con la presente divulgación no se limita a llevarse a cabo en el orden de tiempo descrito en la descripción y puede llevarse a cabo de forma secuencial, paralela o independiente en otros órdenes de tiempo. Por lo tanto, el alcance técnico de la presente divulgación no se limita al orden de ejecución del procedimiento descrito en la memoria descriptiva.

En lo que antecede, la presente divulgación se da a conocer con las descripciones de las formas de realización de la misma. Sin embargo, debe entenderse que los expertos en la técnica pueden diseñar diversas modificaciones, mejoras o equivalentes de las mismas para la presente divulgación dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Debe considerarse que estas modificaciones, mejoras o equivalentes de las mismas están dentro del alcance de protección de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (100), que comprende:

circuitos (101, 102) configurados para

clasificar una calidad de canal global en función de las calidades de canal de enlaces descendentes, en un bloque de recursos específico, de una célula objetivo y otras células de una agrupación de células;
calcular una SINR entre células de la célula objetivo con respecto a una primera otra célula en el bloque de recursos específico; y
controlar de modo que una potencia de transmisión objetivo, en el bloque de recursos específico, de la célula objetivo se determine mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a la clasificación de la calidad de canal global y la SINR entre células.

2. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 1, en el que de acuerdo con un criterio de clasificación predeterminado, la clasificación de la calidad de canal global comprende: buena, normal y mala.

3. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 2, en el que cada una de las calidades de canal se caracteriza por una relación de señal a interferencia más ruido, SINR**.**

4. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 3, en el que el criterio de clasificación predeterminado comprende:

la calidad de canal global se clasifica como buena si las SINR de la célula objetivo y las otras células son todas mucho mayores que 1;
la calidad de canal global se clasifica como mala si las SINR de la célula objetivo y las otras células son todas mucho menores que 1; y
la calidad de canal global se clasifica como normal en otros casos.

5. El dispositivo de comunicación inalámbrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la SINR entre células se define como: una relación de la interferencia en la primera otra célula de la célula objetivo frente a una suma de toda la interferencia y ruido a los que está sometida la primera otra célula, en el bloque de recursos específico.

6. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 5, en el que los circuitos están configurados además para calcular una suma de las SINR entre células de la célula objetivo con respecto a todas las otras células de la agrupación de células en el bloque de recursos específico.

7. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 6, en el que los circuitos están configurados además para controlar de manera que: se determine si la suma de las SINR entre células es menor que 1 si la calidad de canal global se clasifica como buena; y se determine la potencia de transmisión objetivo disminuyendo, en una determinada longitud de etapa, la potencia de transmisión de la célula objetivo en el bloque de recursos específico si se determina que la suma de las SINR entre células no es menor que 1.

8. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:

clasificar una calidad de canal global en función de las calidades de canal de enlaces descendentes, en un bloque de recursos específico, de una célula objetivo y otras células de una agrupación de células;
calcular una SINR entre células de la célula objetivo con respecto a una primera otra célula en el bloque de recursos específico; y
controlar de modo que una potencia de transmisión objetivo, en el bloque de recursos específico, de la célula objetivo se determine mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a la clasificación de la calidad de canal global y la SINR entre células.

9. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (600), que comprende:

circuitos (601, 602, 603) configurados para

clasificar un equipo de usuario en una agrupación de células en función de la calidad de canal promedio de enlaces descendentes con respecto al equipo de usuario en un período de tiempo predeterminado;
asignar un conjunto de bloques de recursos al equipo de usuario en función de una clasificación del equipo de usuario, donde un mismo conjunto de bloques de recursos se asigna a equipos de usuario de la misma clasificación;

calcular una SINR entre células de una célula objetivo con respecto a cada célula no objetivo en el bloque de recursos específico; y
controlar de modo que una potencia de transmisión objetivo de dicha célula objetivo en un bloque de recursos específico se determine mediante un procedimiento de asignación de potencia adaptable a la clasificación del equipo de usuario planificado por la célula objetivo en el bloque de recursos específico y la SINR entre células.

10. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 9, en el que la calidad de canal promedio se caracteriza por una SINR promedio del equipo de usuario en el período de tiempo predeterminado.

11. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 10, en el que los circuitos están configurados además para:

clasificar el equipo de usuario en un primer tipo si la SINR promedio es mucho mayor que 1;
clasificar el equipo de usuario en un segundo tipo si la SINR promedio es mucho menor que 1; y
clasificar el equipo de usuario en un tercer tipo si la SINR promedio no es ni mucho mayor que 1 ni mucho menor que 1.

12. El dispositivo de comunicación inalámbrica según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que los circuitos están configurados además para asignar el conjunto de bloques de recursos al equipo de usuario en función de la cantidad de equipos de usuario de diferentes tipos o en función de los requisitos de servicio de los equipos de usuario de diferentes tipos.

13. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 12, en el que la SINR entre células se define como: una relación de la interferencia en la primera célula no objetivo procedente de la célula objetivo frente a una suma de todas la interferencia y ruido a los que está sometida la primera célula no objetivo, en el bloque de recursos específico.

14. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 13, en el que los circuitos están configurados además para calcular una suma de las SINR entre células de la célula objetivo con respecto a todas las células no objetivo de la agrupación de células en el bloque de recursos específico.

15. El dispositivo de comunicación inalámbrica según la reivindicación 14, en el que los circuitos están configurados además para: determinar si la suma de las SINR entre células es menor que 1 si el equipo de usuario es del primer tipo; y determinar la potencia de transmisión objetivo de la célula objetivo en el bloque de recursos específico realizando una derivada parcial de primer orden de un rendimiento total de todas las células de la agrupación de células en el bloque de recursos específico con respecto a la potencia de transmisión de la célula objetivo en el bloque de recursos específico igual a 0, si se determina que la suma de las SINR entre células es menor que 1;
o los circuitos están configurados además para: determinar si la suma de las SINR entre células es menor que 1 si el equipo de usuario es del primer tipo; y determinar la potencia de transmisión objetivo disminuyendo, en una determinada longitud de etapa, la potencia de transmisión de la célula objetivo en el bloque de recursos específico, si se determina que la suma de las SINR entre células no es inferior a 1.

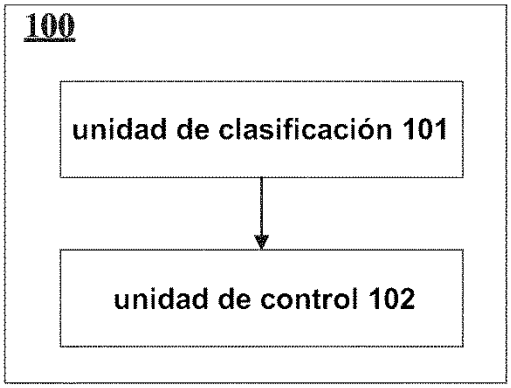


Fig. 1

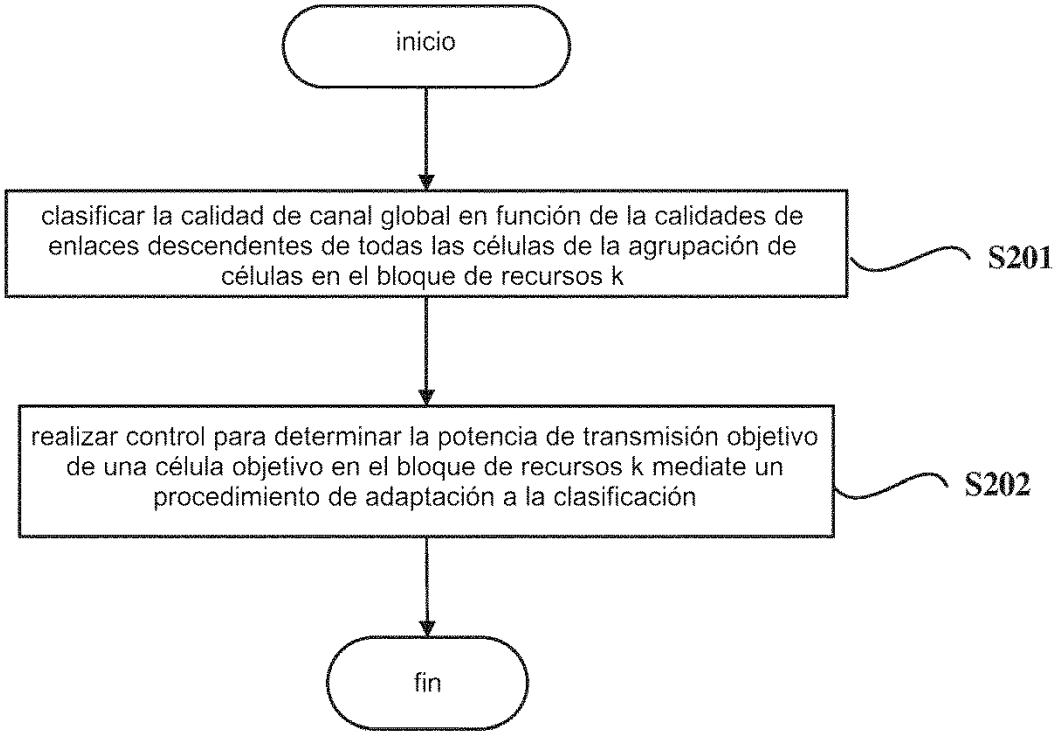

inicio
clasificar la calidad de canal global en función de la calidades de enlaces descendentes de todas las células de la agrupación de células en el bloque de recursos k
S201
realizar control para determinar la potencia de transmisión objetivo de una célula objetivo en el bloque de recursos k mediate un procedimiento de adaptación a la clasificación
S202
fin

Fig.2

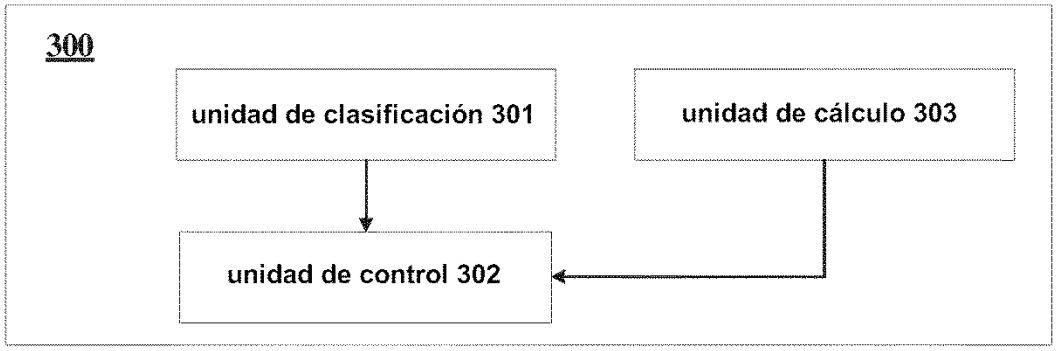
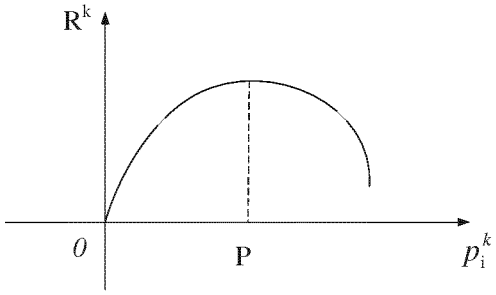
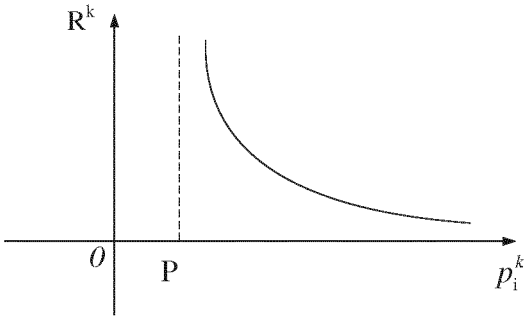

300
unidad de clasificación 301
unidad de cálculo 303
unidad de control 302

Fig.3



(a)



(b)

Fig. 4

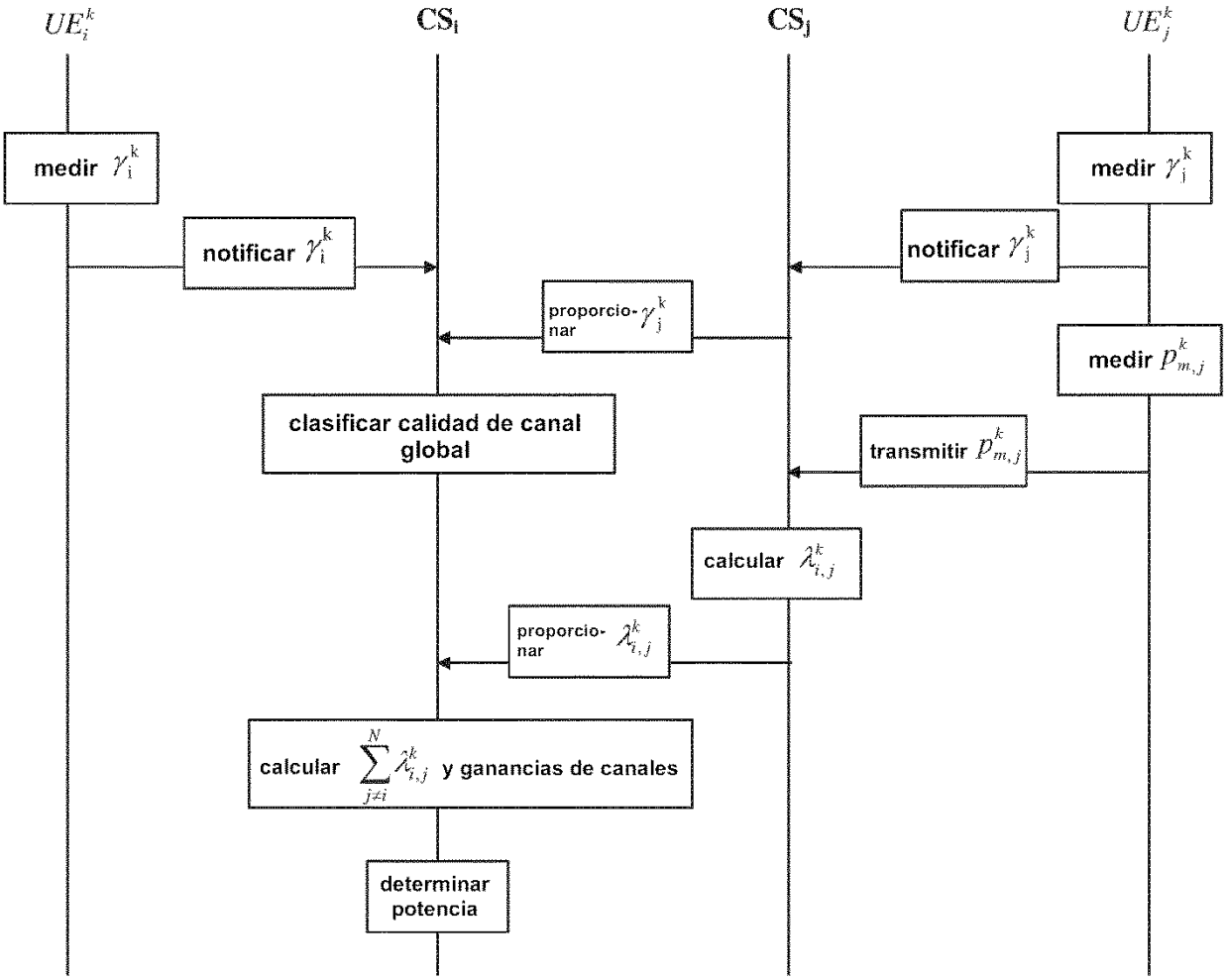

UE_i^k
CS_i
CS_j
UE_j^k
medir γ_i^k
medir γ_j^k
notificar γ_i^k
notificar γ_j^k
proporcio-nar γ_j^k
medir $p_{m,j}^k$
clasificar calidad de canal global
transmitir $p_{m,j}^k$
calcular $\lambda_{i,j}^k$
proporcio-nar $\lambda_{i,j}^k$
calcular $\sum_{j \neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k$ y ganancias de canales
determinar potencia

Fig. 5

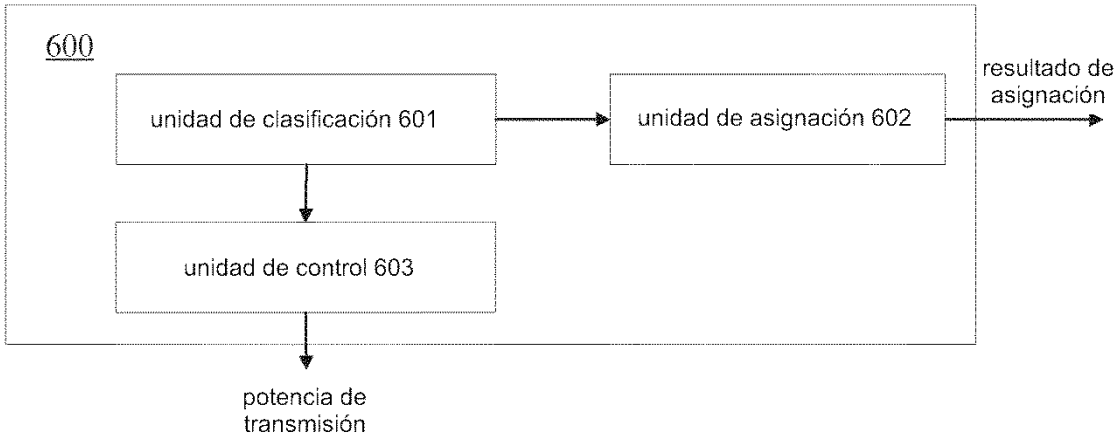

600
unidad de clasificación 601
unidad de asignación 602
resultado de asignación
unidad de control 603
potencia de transmisión

Fig. 6

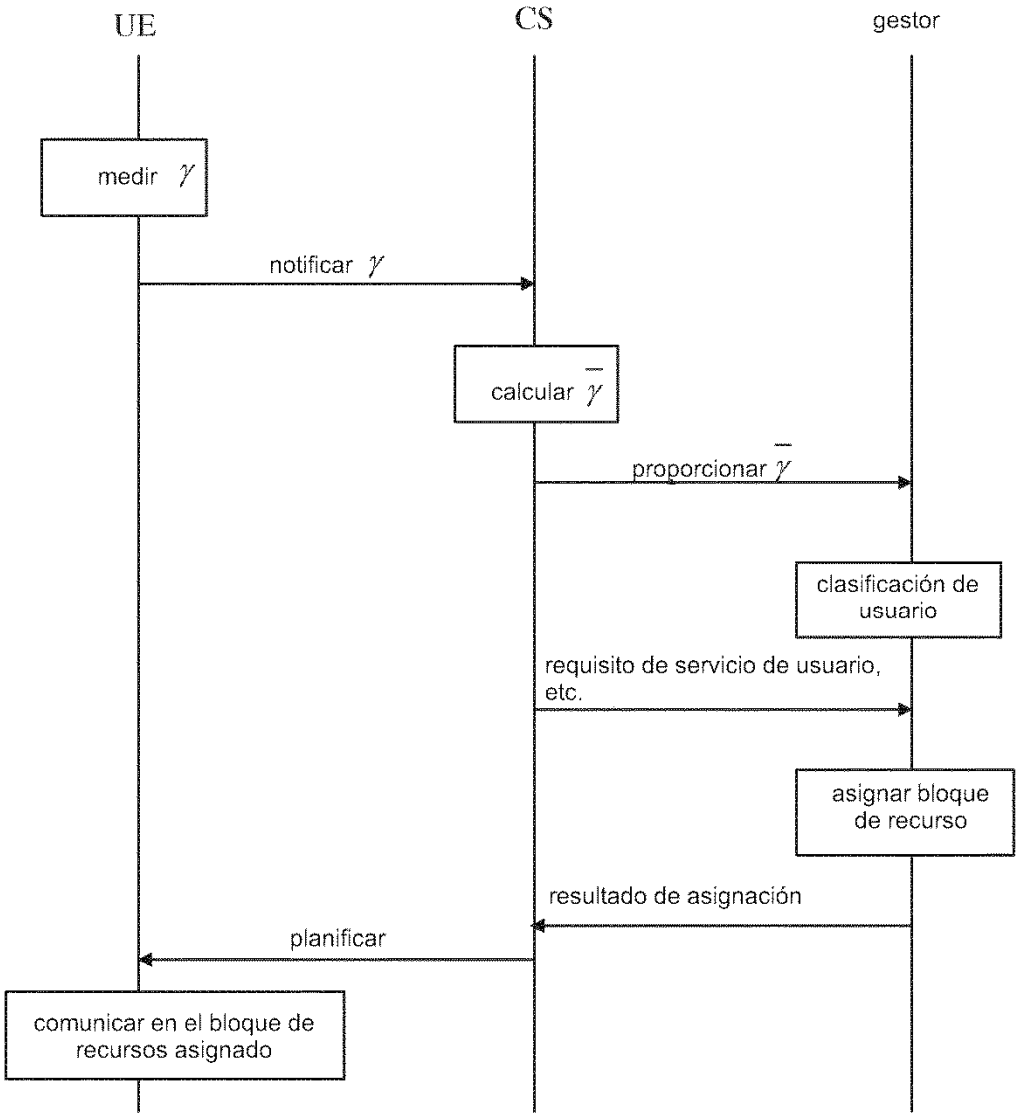

UE
CS
gestor
medir γ
notificar γ
calcular $\bar{\gamma}$
proporcionar $\bar{\gamma}$
clasificación de usuario
requisito de servicio de usuario, etc.
asignar bloque de recurso
resultado de asignación
planificar
comunicar en el bloque de recursos asignado

Fig.7

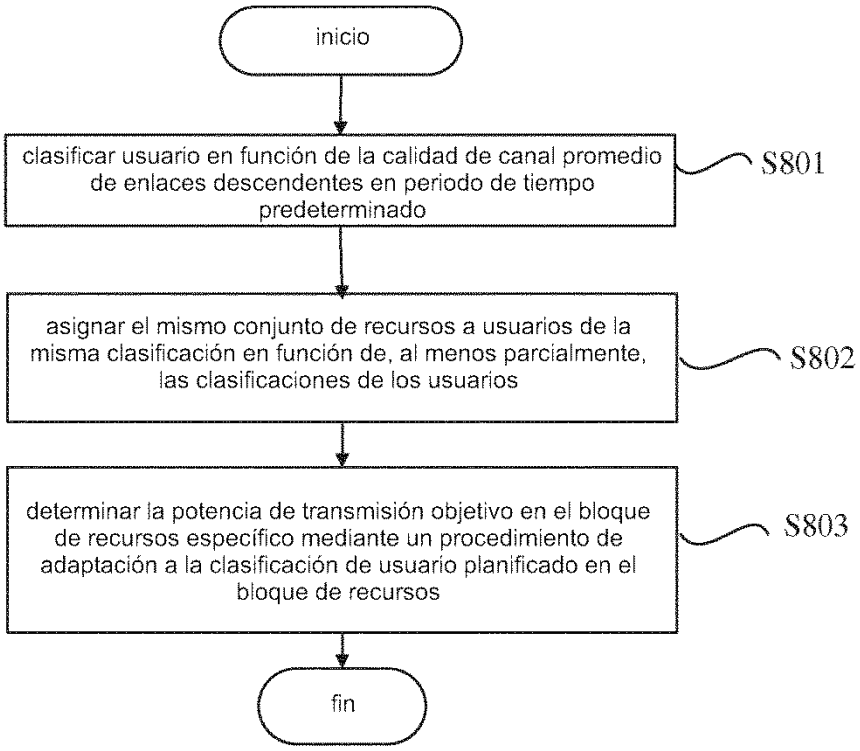

inicio
clasificar usuario en función de la calidad de canal promedio de enlaces descendentes en periodo de tiempo predeterminado
S801
asignar el mismo conjunto de recursos a usuarios de la misma clasificación en función de, al menos parcialmente, las clasificaciones de los usuarios
S802
determinar la potencia de transmisión objetivo en el bloque de recursos específico mediante un procedimiento de adaptación a la clasificación de usuario planificado en el bloque de recursos
S803
fin

Fig. 8

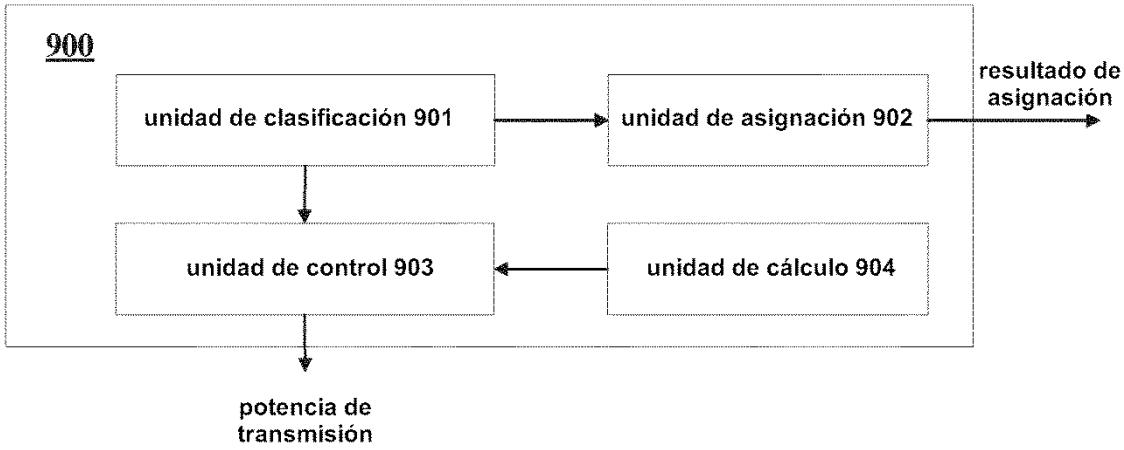

900
unidad de clasificación 901
unidad de asignación 902
resultado de asignación
unidad de control 903
unidad de cálculo 904
potencia de transmisión

Fig. 9

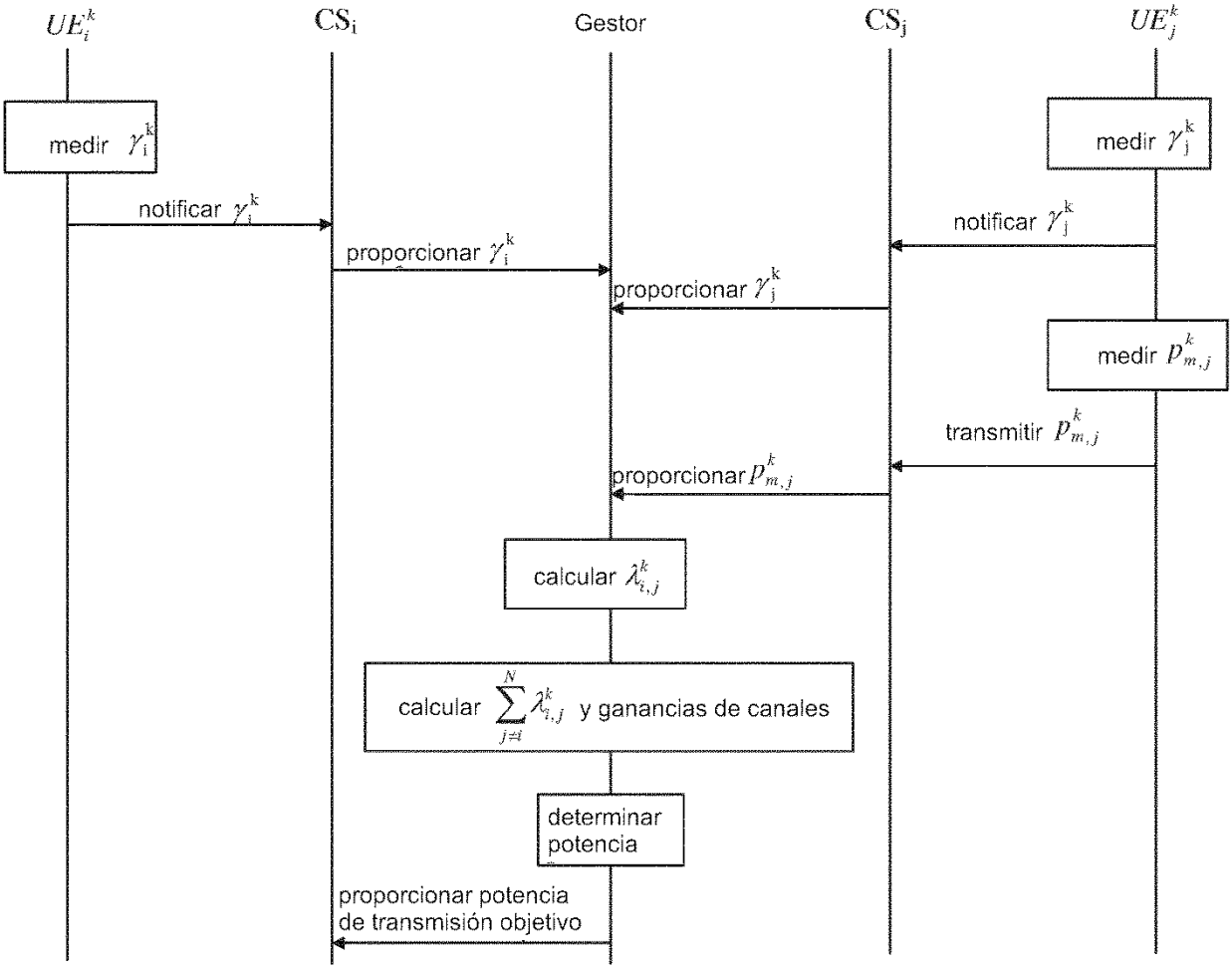

UE_i^k
CS_i
Gestor
CS_j
UE_j^k
medir γ_i^k
medir γ_j^k
notificar γ_i^k
notificar γ_j^k
proporcionar γ_i^k
proporcionar γ_j^k
medir $P_{m,j}^k$
transmitir $P_{m,j}^k$
proporcionar $P_{m,j}^k$
calcular $\lambda_{i,j}^k$
calcular $\sum_{j \neq i}^{N} \lambda_{i,j}^k$ y ganancias de canales
determinar potencia
proporcionar potencia de transmisión objetivo

Fig. 10

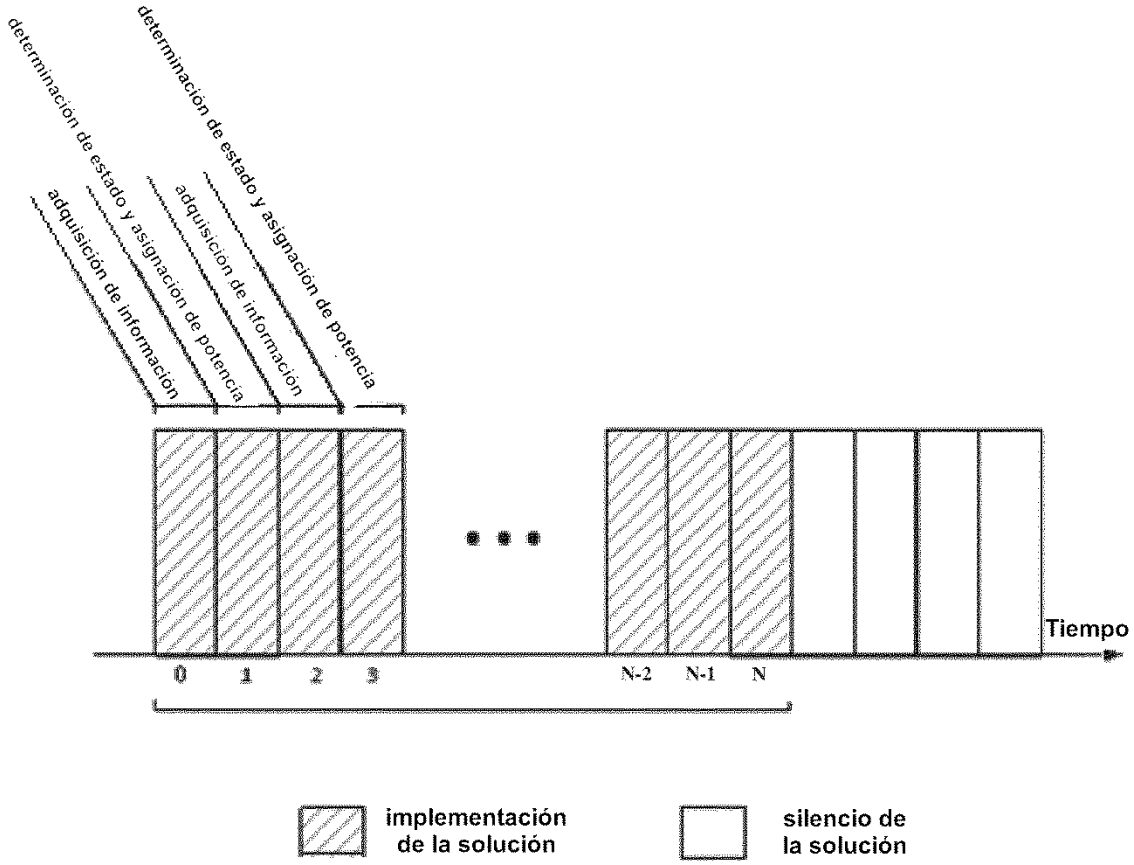

determinación de estado y asignación de potencia
determinación de estado y asignación de potencia
adquisición de información
adquisición de información
Tiempo
0
1
2
3
N-2
N-1
N
implementación de la solución
silencio de la solución

Fig. 11