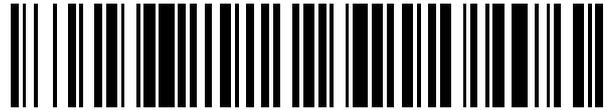


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 576**

51 Int. Cl.:

H04W 52/28 (2009.01)

H04W 52/24 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2009 E 09010286 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 2152041**

54 Título: **Minimización de la interferencia de enlace descendente entre femtocélulas**

30 Prioridad:

08.08.2008 US 87201 P

05.08.2009 US 536085

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

27.11.2013

73 Titular/es:

**MOTOROLA MOBILITY LLC (100.0%)
600 North US Highway 45
Libertyville, IL 60048, US**

72 Inventor/es:

**CHEN, XIANG;
CAI, YING;
DING, PEILU;
JIN, XIAOWEI y
MOORUT, RAVINDRA P.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 431 576 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

Minimización de la interferencia de enlace descendente entre femtocélulas

Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca de la minimización de la interferencia para dispositivos móviles que operan en una red de comunicaciones que incluye un controlador centralizado y al menos una femtocélula.

Antecedentes

10 En telecomunicaciones, una femtocélula, conocida en origen como estación base de punto de acceso, es una estación base celular pequeña, normalmente diseñada para ser usada en entornos residenciales o de pequeña empresa. La femtocélula es una estación base (BS) doméstica desplegada por el usuario que proporciona mejor cobertura doméstica y aumenta la capacidad de tráfico de usuario usando una conexión de enlace terrestre con un proveedor de servicios, tal como una conexión de protocolo de Internet (IP) por la línea digital de abonado (DSL) del usuario, cable, satélite, fibra óptica u otra conexión de alta velocidad o banda ancha. Los diseños actuales de femtocélulas normalmente soportan de 2 a 4 teléfonos móviles activos en un entorno residencial. Debido a la operación de canales comunes o canales adyacentes, supone un gran reto abordar la interferencia entre femtocélulas cercanas o entre las femtocélulas y una macrocélula existente, es decir, una célula en una red de telefonía móvil que proporcione cobertura de radio atendida por una estación base celular (torre) de potencia.

15 La técnica anterior y las soluciones actualmente propuestas para minimizar la interferencia entre femtocélulas y femtocélulas o entre femtocélulas y macrocélulas pueden clasificarse en tres categorías: (1) control de potencia; (2) separación en frecuencia; y (3) separación en tiempo.

20 Control de potencia. Un algoritmo de adaptación de la potencia puede mitigar la interferencia de femtocélulas a macrocélulas. La teoría básica es disminuir cuanto sea posible la potencia de transmisión de una BS de una femtocélula y del equipo de usuario (UE) de la femtocélula para que se reduzca la interferencia en las macrocélulas mientras se mantiene un rendimiento razonable de las femtocélulas. Para lograr esto, la femtocélula utiliza la medición del parámetro del canal procedente de sus UE conectados para establecer la potencia de transmisión tanto de la BS de la femtocélula como de los UE de la femtocélula.

25 Separación en frecuencia. La teoría básica es separar la transmisión de las femtocélulas y la macrocélulas en frecuencias diferentes. Esto reduce la interferencia al limitar las frecuencias que son compartidas por las femtocélulas y las macrocélulas.

30 Separación en tiempo. Otra técnica de mitigación de la interferencia es la reutilización del tiempo o compartición del tiempo, es decir, separar en el tiempo la transmisión de diferentes femtocélulas, o de las femtocélulas y los UE de macrocélulas. Esta técnica de mitigación de las interferencias ha sido propuesta para los sistemas de femtocélulas del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La idea es disminuir (o incluso desconectar) la potencia de transmisión de enlace descendente (DL) de la femtocélula durante ciertos periodos de tiempo para reducir la interferencia a otros UE cercanos (ya sean UE de femtocélula conectados a otra BS de femtocélula o UE de macrocélula). Esta técnica da por sentado un patrón cuadrado de potencia de ACTIVACIÓN/DESACTIVACIÓN para la femtocélula. El periodo y el ciclo de utilidad de los patrones son parámetros de diseño. Dado cierto patrón, cada femtocélula puede escoger el mejor desfase temporal para su UE detectando el desfase temporal de las femtocélulas vecinas. Esto podría reducir la interferencia entre una femtocélula y otras femtocélulas o entre femtocélulas y macrocélulas.

40 El documento US 2006/0019665 da a conocer un método de operación de un sistema de comunicaciones celulares que comprende al menos una macrocélula que tiene una estación base de macrocélula y al menos una microcélula que tiene una estación base de microcélula, estando situada al menos parte de la microcélula dentro de una zona atendida por la estación base de la macrocélula.

45 El documento US 2008/0188265 da a conocer un método de control de una estación base en una red de comunicaciones inalámbricas celulares, comprendiendo el método, dentro de la estación base, la adaptación autónoma y dinámica de un valor máximo para la potencia total de transmisión de la estación base, de modo que se minimice la interferencia entre la estación base y otros puntos de acceso en las inmediaciones.

Compendio

50 Aspectos de la presente invención proporcionan un sistema y un método para minimizar la interferencia para dispositivos móviles que operan en una red de comunicaciones que incluye un controlador centralizado y varias femtocélulas, incluyendo cada femtocélula de dicha al menos una femtocélula una estación base. El método calcula una prioridad de asignación de potencia para cada femtocélula de dicha al menos una femtocélula, y determina un orden de prioridad de la femtocélula, basándose el orden de prioridad en la prioridad de asignación de potencia calculada para cada femtocélula de dicha al menos una femtocélula. El método calcula una potencia que asignar a la estación base para cada femtocélula de dicha al menos una femtocélula en función del orden de prioridad. El

método asigna una primera porción de la potencia asignada a la estación base para cada femtocélula de dicha al menos una femtocélula según se requiera para el tráfico en tiempo real, y una segunda porción de la potencia asignada a la estación base para cada femtocélula según se requiera para el tráfico no en tiempo real.

Breve descripción de los dibujos

5 La FIG. 1 es un diagrama de red que ilustra una realización de los componentes de soporte físico de un sistema que lleva a cabo la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra, en detalle, una realización de los componentes de soporte físico mostrados en la FIG. 1.

10 La FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método para minimizar la interferencia en una red de comunicaciones para la presente invención.

Descripción detallada

15 La FIG. 1 es un diagrama de red que ilustra una realización de los componentes de soporte físico de un sistema que lleva a cabo la presente invención. La FIG. 1 muestra una estación base (BS) 110 de macrocélula que controla las comunicaciones en un alcance de cobertura de la macrocélula 100. En una realización, el alcance de cobertura de la macrocélula 100 es una zona residencial o empresarial. En otra realización, el alcance de cobertura de la macrocélula 100 incluye varias zonas residenciales o empresariales. El equipo 120 de usuario (UE) de la macrocélula, tal como un teléfono móvil u otro dispositivo de comunicaciones móviles, comunica voz y datos a través de la BS 110 de la macrocélula con otro UE (no mostrado) de macrocélula, ya sea en el alcance de cobertura de la macrocélula 100 o en el alcance de cobertura de otra macrocélula (no mostrada).

20 La macrocélula 100 mostrada en la FIG. 1 incluye un número N de femtocélulas 130a-130e. Cada femtocélula 130a-130e incluye, respectivamente, una BS 140a-140e de femtocélula que controla las comunicaciones de voz y datos en el alcance de cobertura de las femtocélulas 130a-130e. Las femtocélulas 130a-130e forman un grupo en la macrocélula 100. La macrocélula 100 también incluye un controlador centralizado que conecta las BS 140a-140e de las femtocélulas. En la realización mostrada en la FIG. 1, el controlador centralizado es soporte lógico, implementado sin soporte físico adicional, que opera tanto en las BS 140a-140e de las femtocélulas como en la BS 25 110 de la macrocélula. En otra realización, el controlador centralizado es un módulo de soporte lógico implementado en la pasarela (GW) de la femtocélula, un dispositivo separado de soporte físico que conecta varias BS de femtocélulas, como las BS 140a-140e de las femtocélulas, a la BS 110 de la macrocélula mediante una red, pudiendo incluir la macrocélula 100 varias GW de femtocélula. En otra realización adicional, el controlador centralizado es soporte lógico, implementado sin soporte físico adicional, que opera en las BS 140a-140e de las femtocélulas. En otra realización adicional, el controlador centralizado es soporte lógico, implementado sin soporte físico adicional, que opera en la BS 110 de la macrocélula.

35 Cada BS 140a-140e de femtocélula tiene un periodo de programación para enviar, o transmitir sin solicitud, datos de programación al controlador centralizado. El periodo de programación, es decir, la duración del tiempo entre envíos sucesivos de los datos de programación, es un parámetro de diseño o de configuración para la BS 140a-140e de la femtocélula. Los datos de programación que la BS 140a-140e de la femtocélula envían al controlador centralizado pueden incluir: (1) si la BS 140a-140e de femtocélula está conectada y comunicándose con UE activos 150a-150e de la femtocélula; (2) cuando hay UE activos 150a-150e de la femtocélula, el tipo de tráfico (por ejemplo, voz o datos) para cada UE 150a-150e de la femtocélula; y (3) los informes de mediciones para que cualquiera de los UE 40 activos 150a-150e de la femtocélula obtenga la pérdida de propagación desde los UE 150a-150e de la femtocélula hasta las BS 140a-140e de las femtocélulas vecinas.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra, en detalle, una realización de los componentes de soporte físico mostrados en la FIG. 1. En particular, la FIG. 2 ilustra los componentes de soporte físico y el soporte lógico que constituyen el controlador centralizado para un grupo de femtocélulas 130a-130e.

45 La BS 140a de femtocélula mostrada en la FIG. 2 es un dispositivo de cálculo de uso general que lleva a cabo la presente invención. Un bus 201 es un medio de comunicación que conecta un procesador 205, un dispositivo 210 de almacenamiento de datos (tal como una unidad de disco, una unidad flash, una memoria flash o similares), una interfaz 215 de comunicación y una memoria 220. La interfaz 215 de comunicación transmite y recibe los datos entre la BS 140a de la femtocélula y la BS 110 de la macrocélula por medio de la red 200.

50 El procesador 205 lleva a cabo los métodos dados a conocer ejecutando las secuencias de instrucciones operativas que constituyen cada programa de ordenador residente en la memoria 220 u operativo en la misma. El lector debería entender que la memoria 220 puede incluir un sistema operativo, programas administrativos y programas de base de datos que soportan los programas dados a conocer en esta solicitud. En una realización, la configuración de la memoria 220 de la BS 140a de la femtocélula incluye un programa 222 de control de femtocélulas. El programa 222 de control de femtocélulas lleva a cabo el método de la presente invención dado a conocer con detalle en la FIG. 3. Cuando el procesador 205 lleva a cabo los métodos dados a conocer, almacena resultados intermedios en la memoria 220 o el dispositivo 210 de almacenamiento de datos. En otra realización, la memoria 220 puede

intercambiar estos programas, o porciones de los mismos, metiéndolos y sacándolos de la memoria **220** según sea necesario y, así, puede incluir menos que la totalidad de estos programas en cualquier momento dado.

La BS **110** de la macrocélula mostrada en la FIG. **2** es un dispositivo de cálculo de uso general que lleva a cabo la presente invención. Un bus **251** es un medio de comunicación que conecta un procesador **255**, un dispositivo **260** de almacenamiento de datos (tal como una unidad de disco, una unidad flash, una memoria flash o similares), una interfaz **265** de comunicación y una memoria **270**. La interfaz **265** de comunicación transmite y recibe los datos entre la BS **110** de la macrocélula y la BS **140a** de la femtocélula por medio de la red **200**.

El procesador **255** lleva a cabo los métodos dados a conocer ejecutando las secuencias de instrucciones operativas que constituyen cada programa de ordenador residente en la memoria **270** u operativo en la misma. El lector debería entender que la memoria **270** puede incluir un sistema operativo, programas administrativos y programas de base de datos que soportan los programas dados a conocer en esta solicitud. En una realización, la configuración de la memoria **270** de la BS **110** de la macrocélula incluye un programa **272** de control de macrocélulas. El programa **272** de control de macrocélulas lleva a cabo el método de la presente invención dado a conocer con detalle en la FIG. **3**. Cuando el procesador **255** lleva a cabo los métodos dados a conocer, almacena resultados intermedios en la memoria **270** o el dispositivo **260** de almacenamiento de datos. En otra realización, la memoria **270** puede intercambiar estos programas, o porciones de los mismos, metiéndolos y sacándolos de la memoria **270** según sea necesario y, así, puede incluir menos que la totalidad de estos programas en cualquier momento dado.

La red **200** mostrada en la FIG. **2**, en una realización ejemplar, es una red pública de comunicaciones que conecta la BS **140** de la femtocélula y la BS **110** de la macrocélula. La presente invención también contempla el uso de arquitecturas de red comparables. Las arquitecturas de red comparables incluyen la red telefónica pública conmutada (PSTN), una red pública conmutada por paquetes que transporta paquetes de datos y voz, una red inalámbrica y una red privada. Una red inalámbrica incluye una red celular (por ejemplo, una red de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), de acceso múltiple por división de código (CDMA) o de multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM)), una red por satélite y una red de área local (LAN) inalámbrica (por ejemplo, una red de fidelidad inalámbrica (Wi-Fi)). Una red privada incluye una LAN, una red de área personal (PAN) tal como una red Bluetooth, una LAN inalámbrica, una red virtual privada (VPN), una intranet o una extranet. Una intranet es una red privada de comunicaciones que proporciona a una organización, tal como una empresa, un medio seguro para que las personas de confianza de la organización accedan a los recursos de la red de la organización. En cambio, una extranet es una red privada de comunicaciones que proporciona a una organización, tal como una empresa, un medio seguro para que la organización autorice a personas ajenas a la organización a acceder a ciertos recursos de la red de la organización. El sistema también contempla arquitecturas y protocolos de red tales como Ethernet, Token Ring, arquitectura de redes de sistemas, protocolo de Internet, protocolo de control de transmisión, protocolo de datagramas de usuario, modo de transferencia asíncrona y protocolos de red patentados comparables al protocolo de Internet.

La FIG. **3** es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método para minimizar la interferencia en una red de comunicaciones para la presente invención. Con referencia a la FIG. **1** y a la FIG. **2**, el procedimiento **300** mostrado en la FIG. **3** empieza calculando una prioridad de asignación de potencia para cada una de las femtocélulas **130a-130e** bajo el control del controlador centralizado (etapa **305**). En una realización, el procedimiento **300** calcula la prioridad de asignación de potencia para cada una de las femtocélulas **130a-130e** como:

$$R_i(n) = \frac{\lambda_{RT,i}(n)\lambda_{NRT,i}(n)P_{req,i}(n)}{P_{med,i}(n)} \quad \text{Ec. (1)}$$

en la que

$R_i(n)$ es la prioridad de asignación de potencia para la femtocélula i en el periodo n de programación;

$\lambda_{RT,i}(n)$ es el factor de ponderación de tráfico en tiempo real para la femtocélula i en el periodo n de programación;

$\lambda_{NRT,i}(n)$ es el factor de ponderación de tráfico no en tiempo real para la femtocélula i en el periodo n de programación;

$P_{req,i}(n)$ es el nivel de potencia requerido para que la femtocélula i dé soporte a sus usuarios activos en el periodo n de programación, que puede ser objeto de aproximación a partir de una pérdida de propagación de los UE, de una relación requerida entre la señal y la interferencia más el ruido (SINR), o de una interferencia estimada; y

$P_{med,i}(n)$ es el uso de potencia media para la femtocélula i en el periodo n de programación.

A continuación, el procedimiento **300** mostrado en la FIG. **3** determina un orden de prioridad para las femtocélulas **130a-130e** basado en la prioridad de asignación de potencia para cada femtocélula (etapa **310**). En diversas

realizaciones adicionales, el controlador centralizado determina el orden de prioridad usando un algoritmo proporcional ecuánime de programación o un algoritmo de programación de turno rotatorio.

Acto seguido, el procedimiento **300** mostrado en la FIG. **3** usa el orden de prioridad determinado para las femtocélulas **130a-130e**, en orden descendente de prioridad (es decir, de una femtocélula de alta prioridad a una femtocélula de baja prioridad), para calcular una potencia que asignar a la BS **140a-140e** de femtocélula para cada femtocélula **130a-130e** (etapa **315**). En una realización, el procedimiento mostrado en la FIG. **3** calcula la potencia que asignar a la BS **140a-140e** de femtocélula para cada femtocélula **130a-130e** como:

$$P_i(n) = \min \left(\begin{array}{l} \left(\sum_{j=1}^{N_{RT,i}(n)} SINR_{RT,j}(NF+I)PL_{j,i} + \sum_{j=1}^{N_{NRT,i}(n)} SINR_{NRT,j}(NF+I)PL_{j,i} \right), \\ P_{\max}, \\ P_{i,permitida} \end{array} \right) \quad \text{Ec. (2)}$$

en la que

$P_i(n)$ es la potencia asignada a la femtocélula i en el periodo n de programación;

$N_{RT,i}(n)$ es el número de usuarios en tiempo real activos en la femtocélula i en el periodo n de programación;

$SINR_{RT}$ es la SINR requerida de los usuarios en tiempo real;

$N_{NRT,i}(n)$ es el número de usuarios no en tiempo real activos en la femtocélula i en el periodo n de programación;

$SINR_{NRT}$ es la SINR requerida de los usuarios no en tiempo real;

NF es el umbral mínimo de ruido en cada UE, incluyendo un ruido térmico y un índice de ruido;

$PL_{j,i}$ es la pérdida de propagación desde el UE j hasta la BS para la femtocélula i ;

P_{\max} es la potencia de transmisión máxima de una BS de femtocélula;

$P_{i,permitida}$ es la potencia de transmisión permitida por las BS de femtocélulas que tienen una prioridad de asignación de potencia superior más elevada que la BS de la femtocélula i , obtenida, por ejemplo, como

$$P_{i,permitida} = \min_{\text{cuando } R_j(n) > R_i(n)} \left(I_{disponible,j} \times PL_{BS_i,UE_j} \right),$$

en la que $I_{disponible,j} = I - \sum_{\text{cuando } R_k(n) > R_j(n)} P_k(n) \times PL_{BS_k,UE_j}$, y PL_{BS_i,UE_j} es la pérdida media de propagación entre la BS de la femtocélula i y el UE j ; e

I es la interferencia recibida en un UE asociado con la BS de la femtocélula i procedente de otras femtocélulas vecinas, obtenida, por ejemplo, a partir del histograma de la interferencia percibida por el UE.

Para la BS de cada femtocélula i a la que se haya asignado una potencia, el procedimiento **300** mostrado en la FIG. **3** asigna entonces una primera porción de la potencia asignada al tráfico en tiempo real (etapa **320**), y una segunda porción de la potencia asignada al tráfico no en tiempo real (etapa **325**). En una realización, dando por sentado que el tráfico en tiempo real goza de una prioridad mayor que el tráfico no en tiempo real, (1) la potencia requerida para un usuario j en tiempo real se fija en $SINR_{RT,j}(NF+I)PL_{j,i}$; y (2) si se asigna potencia a todos los usuarios en tiempo real, la potencia requerida para un usuario j no en tiempo real se fija en $SINR_{NRT,j}(NF+I)PL_{j,i}$. En otra realización, una relación señal-ruido (SNR) sustituye a la SINR; sin embargo, la SINR proporciona mayor precisión que la SNR.

A diferencia de los esquemas de compartición de tiempo de la técnica anterior, en los que una femtocélula únicamente puede transmitir en sus ranuras de tiempo legítimas, las diversas realizaciones de la invención descrita en el presente documento permiten que más de una femtocélula transmita, aumentando con ello el rendimiento total de la femtocélula o la capacidad del sistema.

Las diversas realizaciones de la invención descrita en el presente documento pueden ser desplegadas en varios sistemas, incluyendo, a título de ejemplo y no de limitación, sistemas CDMA2000, UMTS, y/o LTE (evolución a largo

plazo), y usando cualquiera de varios métodos de acceso a canales, por ejemplo acceso múltiple de banda ancha por división de código (WCDMA) y acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

También se hace notar que podría usarse una realización de la invención junto con esquemas de control de potencia, tales como la solución de control de la potencia expuesta en lo que antecede.

- 5 Aunque las realizaciones dadas a conocer describen un método plenamente funcional para minimizar la interferencia para dispositivos móviles que operen en una red de comunicaciones, a quienes analicen esta divulgación se les ocurrirán numerosas modificaciones y variaciones. El método para minimizar la interferencia para dispositivos móviles que operen en una red de comunicaciones no está limitado a la construcción y a la operación exactas ilustradas y dadas a conocer en las realizaciones, sino que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para minimizar la interferencia para dispositivos móviles que operan en una red de comunicaciones que incluye un controlador centralizado y al menos una femtocélula (130a-130c), incluyendo cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula una estación base (140a-140e), comprendiendo el método:

5 calcular (305) una prioridad de asignación de potencia para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula;

determinar (310) un orden de prioridad para dicha al menos una femtocélula (130a-130e), basándose el orden de prioridad en la prioridad de asignación de potencia calculada para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula;

10 calcular (315) una potencia que asignar a la estación base (140a-140e) para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula en función del orden de prioridad;

asignar (320) una primera porción de la potencia asignada a la estación base (140a-140e) para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula según se requiera para el tráfico en tiempo real; y

15 asignar (325) una segunda porción de la potencia asignada a la estación base (140a-140e) para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula según se requiera para el tráfico no en tiempo real.

2. El método de la reivindicación 1 en el que la prioridad de asignación de potencia calculada para cada femtocélula (130a-130e) incluye un factor de ponderación del tráfico en tiempo real, un factor de ponderación del tráfico no en tiempo real, un nivel de potencia requerido para que esa femtocélula dé soporte a sus usuarios activos y un uso de potencia media.

3. El método de la reivindicación 2 en el que $R_i(n)$ es la prioridad de asignación de potencia para la femtocélula i en el periodo n , y $R_i(n)$ se calcula como $R_i(n) = \frac{\lambda_{RT,i}(n)\lambda_{NRT,i}(n)P_{req,i}(n)}{P_{med,i}(n)}$,

en la que:

25 $\lambda_{RT,i}(n)$ es el factor de ponderación de tráfico en tiempo real para la femtocélula i en el periodo n ,

$\lambda_{NRT,i}(n)$ es el factor de ponderación de tráfico no en tiempo real para la femtocélula i en el periodo n ,

$P_{req,i}(n)$ es el nivel de potencia requerido para que la femtocélula i dé soporte a sus usuarios activos en el periodo n , y

$P_{med,i}(n)$ es el uso de potencia media para la femtocélula i en el periodo n .

- 30 4. El método de la reivindicación 2 en el que se aproxima el nivel de potencia requerido para que cada femtocélula (130a-130e) dé soporte a sus usuarios activos a partir de una pérdida de propagación de un dispositivo móvil en la red de comunicaciones, de una relación requerida entre la señal y la interferencia más el ruido (SINR), o de una interferencia estimada.

- 35 5. El método de la reivindicación 1 en el que el orden de prioridad es de una femtocélula de alta prioridad a una femtocélula de baja prioridad.

6. El método de la reivindicación 1 en el que $P_i(n)$ es la potencia que asignar a la estación base para la femtocélula i en el periodo n , y $P_i(n)$ se calcula como

$$P_i(n) = \min \left(\begin{array}{l} \left(\sum_{j=1}^{N_{RT,j}(n)} SINR_{RT,j}(NF+I)PL_{j,i} + \sum_{j=1}^{N_{NRT,j}(n)} SINR_{NRT,j}(NF+I)PL_{j,j} \right), \\ P_{\max}, \\ P_{i,permitida} \end{array} \right),$$

en la que:

$N_{RT,i}(n)$ es el número de usuarios en tiempo real activos en la femtocélula i en el periodo n ,

$SINR_{RT}$ es la SINR requerida de los usuarios en tiempo real,

$N_{NRT,i}(n)$ es el número de usuarios no en tiempo real activos en la femtocélula i en el periodo n ,

5 $SINR_{NRT}$ es la SINR requerida de los usuarios no en tiempo real,

NF es el umbral mínimo de ruido en cada dispositivo móvil, incluyendo el umbral mínimo de ruido un ruido térmico y un índice de ruido,

$PL_{j,i}$ es la pérdida de propagación desde el dispositivo móvil j hasta la estación base para la femtocélula i ,

10 P_{max} es la potencia de transmisión máxima de la estación base para una femtocélula de dicha al menos una femtocélula,

$P_{i,permitida}$ es la potencia de transmisión permitida por las estaciones base para las femtocélulas que tienen una prioridad de asignación de potencia superior más elevada que la estación base para la femtocélula i , e

I es la interferencia recibida en los dispositivos móviles asociados con la estación base para la femtocélula i procedente de otras femtocélulas vecinas.

15 7. El método de la reivindicación 6 en el que $P_{i,permitida}$ se calcula como

$$P_{i,permitida} = \min_{\text{cuando } R_j(n) > R_i(n)} (I_{disponible,j} \times PL_{BS_i,UE_j}),$$

en la que:

$$I_{disponible,j} = I - \sum_{\text{cuando } R_k(n) > R_j(n)} P_k(n) \times PL_{BS_k,UE_j},$$

y

PL_{BS_i,UE_j} es una pérdida media de propagación entre la estación base para la femtocélula i y el dispositivo móvil j .

20 8. Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas en un dispositivo de cálculo, llevan a cabo el método de la reivindicación 1.

9. Un sistema para minimizar la interferencia para dispositivos móviles que operan en una red de comunicaciones que incluye un controlador centralizado y al menos una femtocélula (130a-130c), incluyendo cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula una estación base (140a-140e), comprendiendo el sistema:

25 un dispositivo (220) de memoria residente en el controlador centralizado; y

un procesador (205) dispuesto en comunicación con el dispositivo (220) de memoria, estando configurado el procesador (205) para:

calcular una prioridad de asignación de potencia para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula;

30 determinar un orden de prioridad para dicha al menos una femtocélula (130a-130e), basándose el orden de prioridad en la prioridad de asignación de potencia calculada para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula;

calcular una potencia que asignar a la estación base para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula en función del orden de prioridad;

35 asignar una primera porción de la potencia asignada a la estación base para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula según se requiera para el tráfico en tiempo real; y

asignar una segunda porción de la potencia asignada a la estación base para cada femtocélula (130a-130e) de dicha al menos una femtocélula según se requiera para el tráfico no en tiempo real.

40 10. El sistema de la reivindicación 9 en el que la prioridad de asignación de potencia calculada para cada femtocélula (130a-130e) incluye un factor de ponderación del tráfico en tiempo real, un factor de ponderación

del tráfico no en tiempo real, un nivel de potencia requerido para que esa femtocélula dé soporte a sus usuarios activos y un uso de potencia media.

11. El sistema de la reivindicación 10 en el que $R_i(n)$ es la prioridad de asignación de potencia para la femtocélula i en el periodo n , y $R_i(n)$ se calcula como $R_i(n) = \frac{\lambda_{RT,i}(n)\lambda_{NRT,i}(n)P_{req,i}(n)}{P_{med,i}(n)}$, en la que:

- 5 $\lambda_{RT,i}(n)$ es el factor de ponderación de tráfico en tiempo real para la femtocélula i en el periodo n ,
 $\lambda_{NRT,i}(n)$ es el factor de ponderación de tráfico no en tiempo real para la femtocélula i en el periodo n ,
 $P_{req,i}(n)$ es el nivel de potencia requerido para que la femtocélula i dé soporte a sus usuarios activos en el periodo n , y
 $P_{med,i}(n)$ es el uso de potencia media para la femtocélula i en el periodo n .

- 10 12. El sistema de la reivindicación 10 en el que se aproxima el nivel de potencia requerido para que cada femtocélula (130a-130e) dé soporte a sus usuarios activos a partir de una pérdida de propagación de un dispositivo móvil en la red de comunicaciones, de una relación requerida entre la señal y la interferencia más el ruido (SINR), o de una interferencia estimada.
13. El sistema de la reivindicación 9 en el que el orden de prioridad es de una femtocélula de alta prioridad a una femtocélula de baja prioridad.
- 15 14. El sistema de la reivindicación 9 en el que $P_i(n)$ es la potencia que asignar a la estación base para la femtocélula i en el periodo n , y $P_i(n)$ se calcula como

$$P_i(n) = \min \left(\begin{array}{l} \left(\sum_{j=1}^{N_{RT,j}(n)} SINR_{RT,j}(NF+I)PL_{j,i} + \sum_{j=1}^{N_{NRT,j}(n)} SINR_{NRT,j}(NF+I)PL_{j,j} \right) \\ P_{max} \\ P_{i,permitida} \end{array} \right),$$

en la que:

- 17 $N_{RT,i}(n)$ es el número de usuarios en tiempo real activos en la femtocélula i en el periodo n ,
- 20 $SINR_{RT}$ es la SINR requerida de los usuarios en tiempo real,
 $N_{NRT,i}(n)$ es el número de usuarios no en tiempo real activos en la femtocélula i en el periodo n ,
 $SINR_{NRT}$ es la SINR requerida de los usuarios no en tiempo real,
 NF es el umbral mínimo de ruido en cada dispositivo móvil, incluyendo el umbral mínimo de ruido un ruido térmico y un índice de ruido,
- 25 $PL_{j,i}$ es la pérdida de propagación desde el dispositivo móvil j hasta la estación base para la femtocélula i ,
 P_{max} es la potencia de transmisión máxima de la estación base para una femtocélula de dicha al menos una femtocélula,
 $P_{i,permitida}$ es la potencia de transmisión permitida por las estaciones base para las femtocélulas que tienen una prioridad de asignación de potencia superior más elevada que la estación base para la femtocélula i , e
- 30 I es la interferencia recibida en los dispositivos móviles asociados con la estación base para la femtocélula i procedente de otras femtocélulas vecinas.

- 35 15. El sistema de la reivindicación 14 en el que $P_{i,permitida}$ se calcula como

$$P_{i,permitida} = \min_{\text{cuando } R_j(n) > R_i(n)} \left(I_{disponible,j} \times PL_{BS_i,UE_j} \right),$$

en la que:

$$I_{disponible,j} = I - \sum_{\text{cuando } R_k(n) > R_j(n)} P_k(n) \times PL_{BS_k,UE_j},$$

y

PL_{BS_i,UE_j} es una pérdida media de propagación entre la estación base para la femtocélula i y el dispositivo móvil j .

FIG. 1

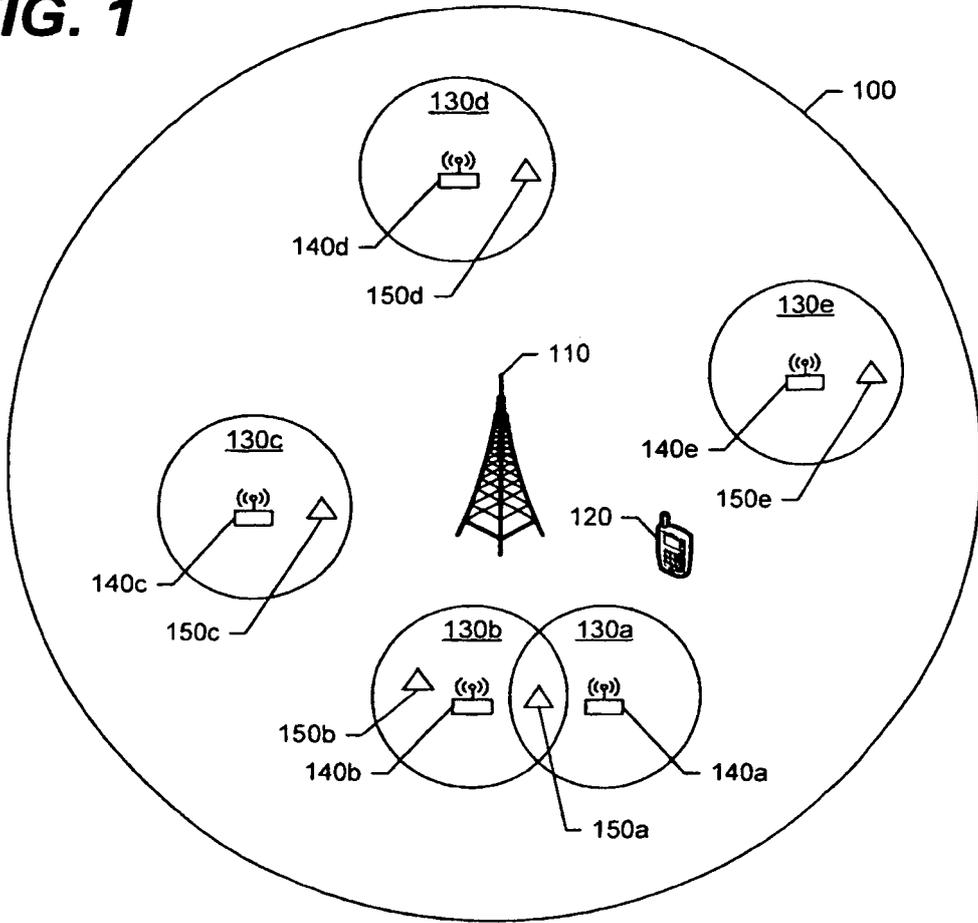


FIG. 2

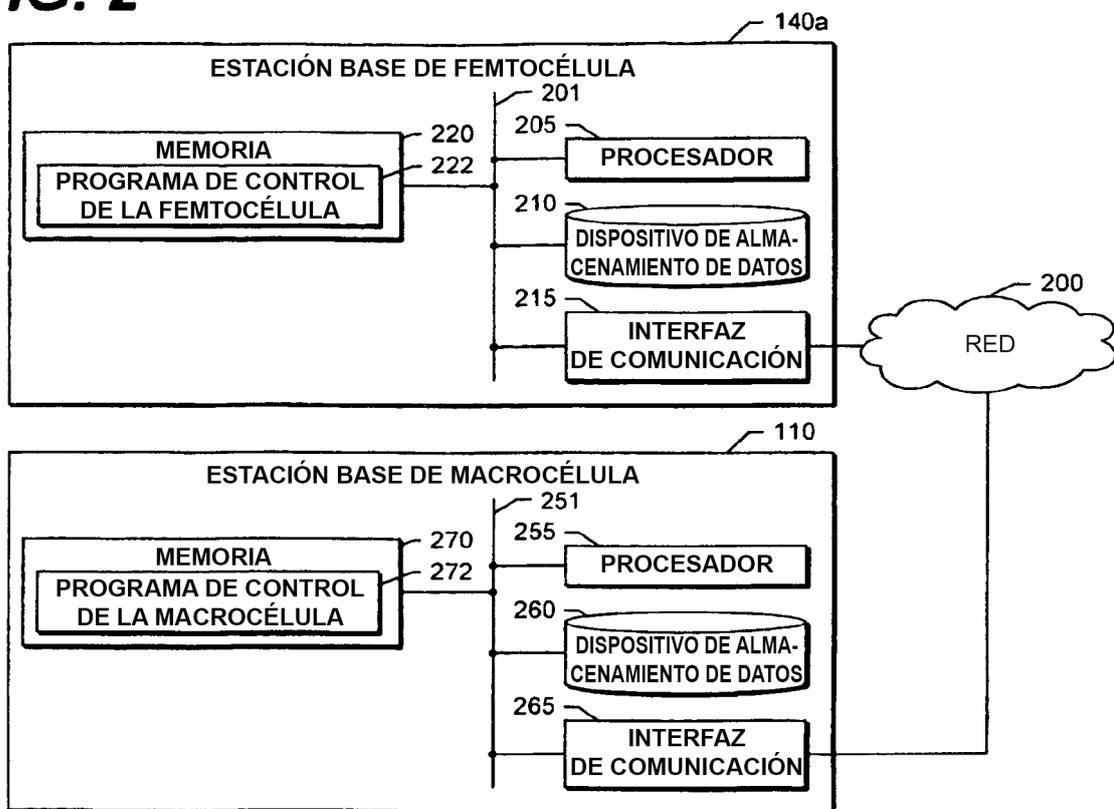


FIG. 3

