

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 052**

51 Int. Cl.:

H04W 52/36 (2009.01)

H04W 52/24 (2009.01)

H04W 52/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2010 E 10164921 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2259639**

54 Título: **Un método y aparato para el control de la potencia de enlace descendente**

30 Prioridad:

05.06.2009 GB 0909649

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

06.07.2018

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

WHINNETT, NICK

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 675 052 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

Un método y aparato para el control de la potencia de enlace descendente

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a redes de comunicaciones que incluyen estaciones base, y en particular, a un método para controlar una potencia de transmisión permitida máxima para las transmisiones de enlace descendente desde las estaciones base, y a una estación base configurada para realizar el método.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Las estaciones base de femtocélulas en una red de comunicaciones de Evolución a Largo Plazo (LTE) (de otro modo conocida como nodo Bs evolucionado doméstico – HeNBs – o Nodo Bs evolucionado de empresa – EeNBs) son pequeñas estaciones base celulares de interiores, de baja potencia para uso residencial o comercial. Proporcionan una mejor cobertura y capacidad de red que las disponibles en dichos entornos a partir de la red LTE macrocelular subyacente. Además, las estaciones base de femtocélulas utilizan una conexión de banda ancha para recibir datos desde, y enviar datos de retorno a, la estación del operador (conocida como “red central”).

20 Puesto que las estaciones base de femto-células pueden hacer uso de las mismas frecuencias que las estaciones base de macrocélulas en la red macrocelular y habida cuenta de que están situadas dentro del área de cobertura de una o más estaciones base de macrocélulas en la red macrocelular, resulta necesario cerciorarse de que las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base femtocelular a dispositivos móviles (de otro modo conocidos como equipos de usuario - UEs) que utilizan la estación base femtocelular no interfieran prácticamente con las transmisiones de enlace descendente procedentes de las estaciones base macrocelulares a dispositivos móviles utilizando las estaciones base macrocelulares.

25 En condiciones normales, esta interferencia resulta mitigada estableciendo un límite superior sobre la potencia que la estación base femtocelular puede utilizar para transmitir señales a dispositivos móviles. El límite superior de la potencia puede establecerse de modo que, en una pérdida de ruta especificada desde la estación base femtocelular (a modo de ejemplo, 80 dB), una señal recibida por un dispositivo móvil procedente de una estación base macrocelular alcanzaría un nivel de calidad especificado (a modo de ejemplo, una relación objetivo de señal a interferencia más ruido – SINR). La determinación del límite superior está sujeta a una relación de potencia mínima y máxima sobre la potencia de transmisión de la estación base femtocelular, a modo de ejemplo, 0.001 W y 0.1 W, respectivamente.

30 Sin embargo, este método tiene limitaciones en tanto que la potencia de transmisión de la estación base femtocelular tendrá un límite superior haciendo caso omiso de si existen cualesquiera dispositivos móviles cerca de la estación base femtocelular que estén comunicando con una estación base macrocelular y que necesiten protección. Este límite superior puede dar lugar a que esté innecesariamente restringido el rendimiento de obtención de datos para los dispositivos móviles en comunicación con la estación base femtocelular.

35 El documento US 2009/0042593 A1 da a conocer cómo un nodo de acceso puede ajustar automáticamente su potencia de transmisión (p. ej., la potencia de transmisión máxima de enlace descendente) en función de la medición del canal y un agujero de cobertura definido. En ese sistema, la potencia de transmisión de un nodo femto está controlada en función de un informe de la medición generado por un terminal de acceso asociado con un nodo femto adyacente. Cada terminal de acceso en la red puede medir la intensidad de señal de las señales que recibe en su banda operativa.

40 El documento US 2007/0042799 A1 da a conocer un sistema en el que se determina un cambio en la potencia de transmisión de una estación base local mediante intensidades piloto medidas en estaciones base locales y/o estaciones móviles remotas, ambas desde la estación base local y una estación base macro.

45 Por lo tanto, existe una necesidad de un planteamiento mejorado con el fin de establecer la potencia de transmisión permitida máxima para transmisiones de enlace descendente desde estaciones base.

55 SUMARIO DE LA INVENCION

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes adjuntas. Las reivindicaciones dependientes constituyen sus formas de realización.

60 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá a continuación en detalle, a modo de ejemplo solamente, haciendo referencia a los dibujos siguientes, en donde:

65 La Figura 1 ilustra una red de comunicaciones a modo de ejemplo;

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método en conformidad con la invención;

La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método en conformidad con la invención con más detalle;

Las Figuras 4(a) y 4(b) son gráficos que ilustran la función de autocorrelación para señales de referencia de dominio temporal con relaciones de señal a ruido de nivel bajo y alto, respectivamente;

La Figura 5 es una representación gráfica de un trazado de los valores máximos de la función de autocorrelación con respecto a la relación de señal a ruido;

La Figura 6 es una representación gráfica de un trazado de las relaciones de potencia máxima a potencia media con respecto a la relación de señal a ruido;

La Figura 7 es una representación gráfica de un trazado de los valores máximos de la función de autocorrelación con respecto a la relación de señal a ruido en donde se ha reducido la fluctuación;

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de estimación de una calidad de señal de una señal de referencia en un enlace ascendente;

La Figura 9 es una representación gráfica del cambio en el rendimiento en una estación macrocelular de enlace descendente con respecto a la densidad en un sector macrocelular de la estación base femtocelular;

La Figura 10 es una representación gráfica del cambio en el rendimiento en la densidad de una estación base de enlace descendente macrocelular con respecto a una estación base femtocelular para un equipo de usuario en la periferia de la macrocélula;

La Figura 11 es una representación gráfica que ilustra el cambio en el rendimiento en una densidad de estación base de enlace descendente femtocelular con respecto a una estación base femtocelular; y

La Figura 12 es una representación gráfica que ilustra el cambio en el rendimiento en una densidad de estación base de enlace descendente femtocelular con respecto a una estación base femtocelular para un equipo de usuario situado en la periferia de la femtocélula.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

Aunque la invención se describirá a continuación haciendo referencia a una red de comunicaciones de tipo LTE y las estaciones base femtocelulares o HeNBs, se apreciará que la invención es aplicable a otros tipos de red de la tercera o posterior generación en donde estaciones base femtocelulares (para un uso doméstico o uso comercial) o sus equivalentes en dichas redes, pueden desarrollarse a este respecto. Además, aunque en las formas de realización siguientes las estaciones base femtocelulares y las estaciones base macrocelulares utilizan la misma interfaz de aire (LTE), se apreciará que la invención puede utilizarse en una situación en la que las estaciones base macrocelulares y femtocelulares utilizan las mismas o correspondientes frecuencias pero sistemas de interfaz de aire diferentes (a modo de ejemplo, las estaciones base macrocelulares podrían utilizar WCDMA mientras que las estaciones base femtocelulares utilizan LTE).

Asimismo, aunque la forma de realización específica de la invención presentada a continuación se refiere a controlar la potencia de transmisión permitida máxima para estaciones base femtocelulares, aquellos que son expertos en la técnica apreciarán que la invención se puede aplicar al control de la potencia de transmisión permitida máxima para estaciones base no femtocelulares, tales como estaciones base macrocelulares.

La Figura 1 ilustra parte de una red de comunicaciones 2, a modo de ejemplo, en donde se puede poner en práctica la invención. La red de comunicaciones 2 incluye una pluralidad de estaciones base macrocelulares 4 (solamente una de las cuales se ilustra en la Figura 1) que definen cada una respectiva área de cobertura – indicada por la macrocélula 6. En una red de comunicaciones de LTE, las estaciones base macrocelulares 4 se refieren como nodos Bs evolucionados (eNBs).

Una o más estaciones base femtocelulares 8 (eNBs residenciales – HeNBs) pueden situarse dentro del área de cobertura 6 de la estación base macrocelular 4 (aunque solamente una estación base femtocelular 8 se ilustra en la Figura 1), con cada estación base femtocelular 8 definiendo una respectiva área de cobertura – indicada por la femtocélula 10.

Se apreciará que la Figura 1 no ha sido dibujada a escala y que en la mayoría de las puestas en práctica en el ámbito real, el área de cobertura 10 de la estación base femtocelular 8 será notablemente inferior al área de cobertura 6 de la estación base macrocelular 4.

Varios dispositivos móviles (UEs) 12 están situados también en la red de comunicaciones 2 dentro del área de cobertura 6 de la estación base macrocelular 4.

5 Cuatro dispositivos móviles 12a, 12b, 12c y 12d están cada uno de ellos asociados con la estación base macrocelular 4, lo que significa que transmiten y/o reciben señalización de control y/o datos utilizando la estación base macrocelular 4. Conviene señalar que aunque el dispositivo móvil 12d está también dentro del área de cobertura 10 de la estación base femtocelular 8, está asociado con la estación base macrocelular 4 (esta circunstancia podría deberse a la intensidad de la señal de la estación base macrocelular 4 que es bastante mejor para el dispositivo móvil 12d que la intensidad de la señal de la estación base femtocelular 8 o la estación base femtocelular 8 podría estar restringida para abonados específicos que no incluyan el dispositivo móvil 12d, etc.) Los dispositivos móviles 12a, 12b, 12c y 12d se refieren aquí, colectivamente, como "macro-UEs", puesto que son los dispositivos móviles/equipos de usuarios (UEs) asociados con la estación base macrocelular 4.

15 Dos dispositivos móviles adicionales 12e y 12f están situados dentro del área de cobertura 10 de la estación base femtocelular 8 y están actualmente asociados con la estación base femtocelular 8, lo que significa que transmiten y/o reciben señalización de control y/o datos utilizando la estación base femtocelular 8. Los dispositivos móviles 12e y 12f se refieren aquí, colectivamente, como "femto-UEs", puesto que son los dispositivos móviles/equipos de usuarios (UEs) asociados con la estación base femtocelular 8.

20 Según se describió con anterioridad, resulta necesario cerciorarse de que las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base femtocelular 8 hacia los equipos femto-UEs 12e y 12f no impiden que los macro-UEs cercanos (tal como macro-UE 12d) sean capaces de recibir correctamente transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base macrocelular 4. Un requisito similar existe para un dispositivo móvil que está asociado con otra estación base femtocelular, por cuanto que las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base femtocelular 8 hacia los equipos femto-UEs 12e y 12f no impedirían que dichos dispositivos móviles reciban correctamente las transmisiones de enlace descendente procedentes de su estación base femtocelular.

30 Según se describió con anterioridad, este problema se resuelve en las redes convencionales aplicando un límite superior a la potencia de transmisión utilizada por las estaciones base femtocelulares 8 para transmitir señales a los equipos femto-UEs. Este límite superior se establece a un valor que impida que estas señales de enlace descendente causen un nivel indeseable de interferencia para los dispositivos móviles que no estén asociados con la estación base femtocelular 8 que estén en o cerca del área de cobertura 10 de la estación base femtocelular 8 (tal como el dispositivo móvil 12d representado en la Figura 1). Este límite superior se aplica a la potencia de transmisión haciendo caso omiso de si existen, o no, cualesquiera dispositivos móviles en o cerca del área de cobertura 10 de la estación base femtocelular 8 (por lo que se aplicaría, a modo de ejemplo, aun cuando no estuviera presente el dispositivo móvil 12d).

40 Sin embargo, en conformidad con la invención (según se ilustra en la Figura 2), se determina si existen cualesquiera dispositivos móviles que no estén asociados con la estación base femtocelular 8 que requieren protección contra las interferencias causadas por las transmisiones de enlace descendente de la estación base femtocelular 8 (etapa 101) y el límite superior de la potencia de transmisión para la estación base femtocelular 8 se establece en consecuencia (etapa 103).

45 Un método más detallado del funcionamiento de una estación base femtocelular 8 en conformidad con la invención se ilustra en la Figura 3. En dicha Figura 3, las etapas 111, 113, 117 y 119 corresponden a la etapa de determinación (etapa 101) en la Figura 2.

50 A continuación, aunque la invención se describirá haciendo referencia a la protección del dispositivo móvil 12d (esto es, un equipo macro-UE) que esté asociado con la estación base macrocelular 4 con respecto a las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base femtocelular 8, se apreciará que un método similar puede utilizarse para proteger un dispositivo móvil que está asociado con otra estación base femtocelular.

55 En la etapa 111, la estación base femtocelular 8 intenta identificar si existen cualesquiera equipos macro-UEs 12 que estén recibiendo transmisiones de enlace descendente procedentes de una estación base macrocelular 4.

60 En los sistemas LTE, los equipos macros-UEs 12 transmiten información a la estación base macrocelular 4 antes, durante o después de la recepción de una transmisión de enlace descendente procedente de la estación base macrocelular 4, a modo de ejemplo, una señal de acuse de recibo positivo o negativo (ACK/NACK), un indicador de calidad del canal (CQI), señales de sondeo, señales de datos, etc. Por lo tanto, la estación base femtocelular 8 puede supervisar canales de enlace ascendente utilizados por los equipos macro-UEs para estas transmisiones para determinar si existe cualesquiera dispositivos móviles cercanos que podrían necesitar protección de sus transmisiones de enlace descendente.

65 En la etapa 113, se determina si cualesquiera señales detectadas en la etapa 111 tienen su origen en dispositivos móviles que no estén siendo servidos por (o asociados con) la estación base femtocelular 8.

5 Si la estación base femtocelular 8 no detecta ninguna señal procedente de los equipos macro-UEs 12, en tal caso, la estación base femtocelular 8 puede suponer que no existen equipos macro-UEs cercanos que necesiten protección de sus transmisiones de enlace descendente. En este caso, en la etapa 115, la potencia de transmisión permitida máxima para la estación base femtocelular 8 puede establecerse a un valor alto o relativamente alto, a modo de ejemplo, un límite superior para la potencia de transmisión (tal como 0.1 W en LTE). A continuación, el método retorna a la etapa 111 y se repite periódicamente.

10 Si la estación base femtocelular 8 detecta señales procedentes de los equipos macro-UEs 12, en tal caso, el método prosigue con la etapa 117 en donde la estación base femtocelular 8 estima una calidad de una señal detectada. Esta calidad puede ser una relación de señal a ruido (SNR), una relación de señal a ruido más interferencia (SNIR), una intensidad de señal o cualquier otra medida de la calidad de una señal transmitida. En algunas formas de realización, dependiendo de la manera en la que la estación base femtocelular 8 detecte señales en el enlace ascendente, la estación base femtocelular 8 puede ser capaz de distinguir señales procedentes de múltiples equipos macro-UEs 12 y puede estimar la calidad de cada una de las señales. Sin embargo, en formas de realización alternativas, la estación base femtocelular 8 puede no ser capaz de distinguir las señales y por lo tanto, realiza la estimación sobre la señal con la más alta calidad.

20 En una forma de realización preferida, la estación base femtocelular 8 identifica características de las señales de referencia de Zadoff-Chu y estima la relación de señal a ruido (SNR) de esta señal. Esta forma de realización se describe, con más detalle, a continuación, haciendo referencia a la Figura 4. Conviene señalar que, en esta forma de realización, la estación base femtocelular 8 no distingue entre señales procedentes de múltiples equipos macro-UEs 12 y por lo tanto, estima la relación SNR para la señal con la más alta calidad.

25 En una forma de realización alternativa, la estación base femtocelular 8 detecta y decodifica los datos en el enlace ascendente y determina una calidad de las señales de datos. Se apreciará por los expertos en esta técnica que pueden utilizarse técnicas alternativas por la estación base femtocelular 8 para determinar una calidad de las señales en el enlace ascendente.

30 La estación base femtocelular 8 compara, entonces, la calidad estimada (o la más alta calidad estimada si la estación base femtocelular 8 puede estimar la calidad para múltiples señales) con un valor umbral (etapa 119). En una forma de realización preferida en donde la calidad es una relación de señal a ruido, el umbral puede ser un valor en el margen de 10 dB a 30 dB.

35 Conviene señalar que un equipo macro-UE 12 necesitará más protección respecto a las transmisiones de enlace descendente de la estación base femtocelular 8 cuando esté cercano a la periferia del área de cobertura 6 de la estación base macrocelular 4, puesto que se debilitarán relativamente las señales de enlace descendente recibidas en el equipo macro-UE 12 procedentes de la estación base macrocelular 4. En esta situación operativa, el equipo macro-UE 12 necesitará transmitir sus señales de enlace ascendente a una potencia relativamente alta (debido a su distancia respecto a la estación base macrocelular 4). Mediante la estimación de una calidad de la señal de enlace ascendente (que resultará afectada por la potencia de transmisión del equipo macro-UE 12d y su proximidad a la estación base femtocelular 8), la estación base femtocelular 8 puede determinar si, y/o la medida en la que, el equipo macro-UE 12d necesita protección de las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base femtocelular 8.

45 Por lo tanto, si la calidad estimada supera el valor umbral, en tal caso, la estación base femtocelular 8 supone que el equipo macro-UE 12d que fue el origen de la señal necesita una protección importante con respecto a las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base femtocelular 8 y la potencia de transmisión permitida máxima para la estación base femtocelular 8 debe establecerse a un valor bajo o relativamente bajo (etapa 121). A modo de ejemplo, la potencia de transmisión permitida máxima puede establecerse a un límite inferior para la potencia de transmisión (tal como 0.001 W en LTE).

50 En una forma de realización, la estación base femtocelular 8 establece la potencia de transmisión permitida máxima de modo que, en la pérdida de ruta desde la estación base femtocelular 8 (a modo de ejemplo 80 dB), una señal recibida por el equipo macro-UE 12d desde la estación base macrocelular 4 satisface o se estima que satisface un nivel de calidad especificado (a modo de ejemplo, una relación objetivo de señal a interferencia más ruido (SINR), como en una red convencional).

60 A continuación, el método retorna a la etapa 111 y se repite periódicamente.

Si la calidad estimada no supera el valor umbral, en tal caso, la estación base femtocelular 8 establece la potencia de transmisión permitida máxima a un valor intermedio entre un límite superior e inferior para la potencia de transmisión (etapa 123). De este modo, la estación base femtocelular 8 proporciona alguna protección para el equipo macro-UE 12d, mientras que permite que las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base femtocelular 8 sean transmitidas a una más alta potencia que la que permite las técnicas convencionales. De este modo, el rendimiento de datos para los equipos femto-UEs 12e y 12f puede mejorarse con

respecto a la técnica convencional.

En una forma de realización preferida, el valor intermedio para la potencia de transmisión máxima permitida se selecciona sobre la base de la diferencia entre la calidad estimada de la señal y el valor umbral. En particular, el valor para la potencia de transmisión permitida máxima puede aumentar en proporción a la diferencia entre la calidad estimada de la señal y el valor umbral (hasta un límite superior, si es aplicable). En una forma de realización preferida en donde la calidad es una relación de señal a ruido, si la relación SNR estimada es 5 dB inferior al valor umbral, en tal caso, la potencia de transmisión permitida máxima puede ajustarse para ser 5 dB superior al valor bajo o relativamente bajo, sujeta al límite superior sobre la potencia de transmisión permitida máxima.

De nuevo, el método retorna a la etapa 111 y se repite periódicamente.

En una puesta en práctica alternativa de la invención, pueden combinarse las etapas 113 y 117, por cuanto la estación base femtocelular 8 estima una calidad (tal como la relación SNR) de una señal en el enlace ascendente y si la calidad estimada es superior a un umbral particular, en tal caso, se supone que se ha realizado una detección de un equipo macro-UE 12. Este valor umbral podría ser el mismo o diferente que el valor umbral utilizado en la etapa 119.

Se apreciará que un equipo macro-UE 12d puede desplazarse en la proximidad de la estación base femtocelular 8 (esto es, en o cerca del área de cobertura 10 la estación base femtocelular 8) sin necesidad de transmitir a su estación base macrocelular asociada 4 (a modo de ejemplo, si el equipo macro-UE 12d no está recibiendo ninguna transmisión de enlace descendente desde la estación base macrocelular 4), lo que significa que la estación base femtocelular 8 no será capaz de detectar el macro-UE 12d en la etapa 111.

Sin embargo, puesto que el equipo macro-UE 12d puede necesitar supervisar los canales de control de enlace descendente desde la estación base macrocelular 4 (a modo de ejemplo, un canal de difusión – BCH, o un canal de control de enlace descendente físico PDCCH), resulta necesario cerciorarse de que el equipo macro-UE 12d es capaz de recibir estas transmisiones de enlace descendente. Aunque estos canales están diseñados para ser relativamente robustos contra las interferencias, la estación base femtocelular 8 puede interferir todavía con estos canales si la potencia de transmisión es suficientemente alta.

Por lo tanto, en una forma de realización, la estación base femtocelular 8 establece, de forma periódica o intermitente, la potencia de transmisión permitida máxima al límite inferior, con el fin de proporcionar la protección máxima para cualesquiera equipos macro-UEs 12d en su proximidad, haciendo caso omiso de si la estación base femtocelular 8 detecta, o no, cualesquiera señales en las etapas 111 y 113. A modo de ejemplo, la estación base femtocelular 8 puede establecer la potencia de transmisión permitida máxima para el límite inferior para 100 milisegundos cada 1 segundo. Lo que antecede proporcionará oportunidades para cualesquiera equipos macro-UEs 12d que no estén transmitiendo ninguna señal de enlace ascendente para la escucha de las transmisiones de enlace descendente procedentes de la estación base macrocelular 4.

En una forma de realización alternativa, la estación base femtocelular 8 puede establecer la potencia de transmisión permitida máxima al límite inferior cuando la estación base femtocelular 8 esté transmitiendo señales al mismo tiempo que la estación base macrocelular 4 está transmitiendo señales de canal de control. En particular, la estación base femtocelular 8 normalmente estará sincronizada con la estación base macrocelular 4 y las señales de canal de control se enviarán en tiempos predeterminados y en bloques de recursos predeterminados (RBs), por lo que la estación base femtocelular conocerá cuando la estación base macrocelular 4 estará transmitiendo las señales de canal de control. A modo de ejemplo, en sistemas LTE, algunas señales de canal de control se transmiten una vez cada 1 ms (p.ej., PFICH, PDCCH), con los cuatro primeros de catorce símbolos transmitidos durante 1 ms con la inclusión en la transmisión de señales de canal de control. Otros canales de control (p.ej., PBCH, PSCH) se envían con menos frecuencia y utilizan aproximadamente siete símbolos de entre cada 140 símbolos y un subconjunto de los bloques de recursos disponibles.

Estimación de la calidad de una señal de referencia de enlace ascendente

Según se describió con anterioridad, en una forma de realización preferida de la invención, la estación base femtocelular 8 identifica características de la señal de referencia de Zadoff-Chu y estima la relación de señal a ruido (SNR) de esta señal.

A diferencia de las redes WCDMA, en el sistema LTE las características de las señales de referencia de enlace ascendente son notablemente distintas a las características de las transmisiones de datos y del ruido térmico. Este método utiliza las diferencias en la función de autocorrelación entre una parte de la señal de referencia de dominio temporal y el ruido gaussiano (filtrado).

Para una señal de referencia de enlace ascendente que ocupa un pequeño número de bloques de recursos de dominio temporal, estaría previsto que la función de autocorrelación, con alta relación SNR, se desviaría con respecto a la debida al ruido Gaussiano (filtrado). Sin embargo, incluso con una señal de referencia de banda ancha,

espectralmente plana, tal como 50 bloques de recursos (el máximo para un sistema de 10 MHz), la función de autocorrelación de una parte de la señal de referencia de dominio temporal se desvía con respecto al caso de ruido gaussiano filtrado.

5 Lo que antecede es verdadero para todas las secuencias de base de Zadoff-Chu, aunque la naturaleza de la función de autocorrelación depende de la secuencia de base de Zadoff-Chu particular. Una realización, a modo de ejemplo, de la función de autocorrelación para casos de relación SNR de nivel bajo y alto con 50 bloques de recursos se ilustra en las Figuras 4(a) y 4(b) respectivamente.

10 Puede constatarse en la Figura 4 que el caso de relación SNR de nivel bajo está dominado por la función de autocorrelación del ruido gaussiano filtrado, mientras que el caso de SNR de nivel alto está dominado por la función de autocorrelación de la señal de referencia.

15 La Figura 5 ilustra los resultados de una simulación en la que los valores máximos de autocorrelación a partir de una señal de referencia única, excluyendo la derivación central, se traza con respecto a la relación de señal a ruido SNR. Este trazado se obtuvo en un margen de diferentes parámetros de la señal de referencia, números de bloques de recursos, números de equipos macro-UEs, relaciones SNRs procedentes de cada equipo macro-UE y asignaciones de recursos de frecuencias. La simulación incluirá también los denominados efectos de desvanecimiento.

20 De este modo, puede deducirse de la Figura 5 que esta métrica, basada en la función de autocorrelación, puede utilizarse para estimar o predecir la relación SNR en numerosos casos. Sin embargo, existen varios puntos en el trazado en donde aunque la relación SNR es de nivel alto, la métrica permanece a nivel bajo. Esta fluctuación en el lado derecho del trazado es potencialmente problemático, puesto que en estos casos los equipos macro-UEs cercanos podrían no estar protegidos por la estación base femtocelular 8. Esta fluctuación puede deberse al desvanecimiento así como las diferentes entre las funciones de autocorrelación de las diferentes secuencias de base de Zadoff-Chu.

25 Una clase alternativa de métrica para la estimación de la relación SNR puede basarse en la estadística de la forma de onda en el dominio temporal. Una métrica simple es la relación de potencia máxima a potencia media (PAPR). Las señales de referencia de relación SNR de nivel alto deberían tener relaciones PAPR de nivel bajo, mientras que el ruido gaussiano tiene una relación PAPR relativamente alta.

30 Los resultados para esta métrica (en unidades lineales) se ilustran en la Figura 6 y puede deducirse que existe una fluctuación todavía mayor detectable en la métrica de PAPR que en la métrica de autocorrelación y en consecuencia, la métrica de PAPR (y otras métricas basadas en la estadística de la potencia) son menos valiosas para la estimación de la relación SNR de la señal de referencia de enlace ascendente.

35 Sin embargo, se ha observado que la fluctuación entre la autocorrelación y la métrica de PAPR es independiente, esto es, para los puntos problemáticos con relación SNR de nivel alto pero una métrica de autocorrelación anormalmente baja, el de PAPR tiende a permanecer de nivel bajo (como estaba previsto para las señales de SNR de nivel alto). Para dichos puntos, la métrica de autocorrelación puede ajustarse (en sentido ascendente). Este método puede utilizarse para reducir la fluctuación en la métrica de autocorrelación y por lo tanto, mejoran la estimación de la relación SNR. A modo de ejemplo, si la relación PAPR p (en unidades lineales) es menor que 3, entonces, un valor mínimo puede aplicarse a la métrica, siendo este valor mínimo dado por la relación $400+(3-p)*50$.

40 Dos métodos adicionales para reducir todavía más la fluctuación en la métrica de autocorrelación han sido identificados.

45 En primer lugar, puesto que los valores máximos de la autocorrelación de las señales de referencia tienden a reducirse en magnitud con las distancias respecto al valor máximo central principal, en tal caso, se puede aplicar alguna conformación de la función de autocorrelación. Para evitar un aumento en la tasa de "detección falsa", es importante que esta operación solamente se realice para muestras en la función de autocorrelación que sean ya notablemente superiores al nivel del ruido – y de este modo, se aplica un valor umbral antes de la aplicación de esta conformación. A modo de ejemplo, si la métrica es mayor que 120 y la desviación con respecto a la desviación central es n en tal caso, la métrica puede aumentarse en $0.6 n$.

50 En segundo lugar, la fluctuación puede reducirse obteniendo resultados mediante múltiples mediciones, a modo de ejemplo, considerando la métrica máxima obtenida a partir de un conjunto de cuatro u ocho mediciones.

55 Utilizando todas estas técnicas, se reduce notablemente la fluctuación en la métrica de autocorrelación. La Figura 7 ilustra la relación resultante entre la métrica de autocorrelación y la relación SNR.

60 La estación base femtocelular 8 puede hacer uso de la relación entre la función de autocorrelación y la relación SNR para determinar la relación SNR de una señal de enlace ascendente. Un método de estimación de la relación SNR de la señal de referencia de Zadoff-Chu se ilustra con más detalle en la Figura 8.

65

En primer lugar, la estación base femtocelular 8 obtiene una sincronización “aproximada” para la macrocélula (mediante un modo de supervisión de red o, si lo permiten las normas aplicables, mediante informes de medición de temporización de macrocélulas incluidos en las mediciones de dispositivos móviles o por intermedio de la interfaz X2).

5 Esta sincronización aproximada permite a la estación base femtocelular 8 estimar aproximadamente en donde, en el tiempo, es probable que las señales de referencia de enlace ascendente procedan de los equipos macro-UEs. En casi todos los casos, éste es el símbolo central de la subtrama de enlace ascendente de 0.5 ms.

10 Se apreciará que esta estimación estará sujeta a algún error debido al retardo de propagación desde la estación base macrocelular 4 y el avance de temporización utilizado por los equipos macro-UEs 12. En el caso de sincronización a través de la transmisión en el aire, que se supone en lo sucesivo, el error será hasta un retardo de propagación de ida y retorno macrocelular, que para una célula de 5 km en 33 μ s que es aproximadamente la mitad de la duración de un símbolo de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). El error significa que
15 las señales recibidas desde los equipos macro-UEs 12 pueden llegar antes de lo previsto en la estación base femtocelular 8.

Por lo tanto, en la etapa 201 representada en la Figura 8, la estación base femtocelular 8 mide o capta una parte del símbolo de referencia de enlace ascendente para obtener una señal de referencia en el dominio temporal. A modo de ejemplo, la estación base femtocelular 8 obtiene la señal de referencia en el dominio temporal a partir de las primeras 512 muestras del símbolo de referencia (suponiendo un ancho de banda de 10 MHz con 1024 muestras más un prefijo cíclico por símbolo OFDM). A pesar de la incertidumbre de la temporización para la sincronización a través del aire, esta parte captada del símbolo de referencia debería contener solamente muestras de la señal de referencia procedentes de equipos macro-UEs 12 que estén cercanos a la estación base femtocelular 8 (esto es, no deberían ser cualesquiera muestras de símbolos de datos).
20
25

En esta etapa, puede utilizarse un planificador en la estación base femtocelular 8 para cerciorarse de que no habrá ninguna transmisión de enlace ascendente procedente de los equipos femto-UEs 12 hacia la estación base femtocelular 8 que podrían interferir con esta medición.
30

En la etapa 203, la estación base femtocelular 8 determina la función de autocorrelación para la señal de referencia en el dominio temporal y el ruido gaussiano (filtrado).

En una puesta en práctica, la estación base femtocelular 8 realiza esta operación normalizando la señal captada en el dominio temporal para proporcionar la potencia unitaria, con la frecuencia resultante siendo indicada como r , la consideración de la transformada de Fourier rápida (FFT) de esta secuencia para obtener f , el cálculo de la magnitud cuadrática (I^2+Q^2) para cada muestra de f y considerando la transformada FFT inversa de la secuencia resultante para obtener la secuencia de autocorrelación a .
35
40

Puesto que la secuencia de autocorrelación a determinada en la etapa 203 es simétrica (véase Figura 4), solamente la mitad de las muestras han de considerarse como una necesidad por la estación base femtocelular 8 para un procesamiento posterior.

En la etapa 205, la estación base femtocelular 8 adquiere la magnitud (o, en formas de realización alternativas, la magnitud cuadrática) de secuencia a y luego, en la etapa 207, ajuste o pone a cero la derivación central (correspondiente a la derivación de tiempo cero en la función de autocorrelación).
45

Puede ser también necesario ajustar o poner a cero la derivación adyacente a la derivación central si esta derivación resulta notablemente influida mediante el filtrado en la ruta de recepción. Dicho filtrado tiene una característica fijada por lo que la decisión en cuanto al ajuste o puesta a cero de esta derivación es una decisión de diseño.
50

A continuación, en la etapa 209, la estación base femtocelular 8 encuentra la derivación con la mayor magnitud (o magnitud cuadrática) en las derivaciones restantes y establece el valor de una métrica m para esta magnitud (o magnitud cuadrática).
55

La estación base femtocelular 8 puede determinar, entonces, la relación de señal a ruido de la señal de referencia de enlace ascendente utilizando esta métrica (etapa 211). El valor de la relación SNR para la métrica determinada m puede determinarse a partir de la relación ilustrada en la Figura 5 o Figura 7, a modo de ejemplo, utilizando una técnica de ajuste de curva o una tabla de consulta.
60

Según se describió con anterioridad, la exactitud de la estimación de la relación SNR puede mejorarse considerando la relación PAPR de la señal, conformando la función de autocorrelación sobre la base de la distancia del valor máximo que se utiliza para determinar la métrica con respecto a la derivación central y/o la métrica puede estimarse a partir de las señales recibidas en múltiples intervalos temporales.
65

Por lo tanto, la métrica m puede ajustarse como una función de distancia desde la derivación central, a modo de

ejemplo, aplicando una función lineal simple a la métrica m determinada en la etapa 209. Esta función lineal puede ser según se describió con anterioridad.

5 De forma adicional o alternativa, la métrica m puede ajustarse como una función de la relación de potencia máxima a potencia media de la parte captada del símbolo de referencia de enlace ascendente. Más concretamente, si la relación PAPR es inferior a un valor umbral (a modo de ejemplo, 3 en unidades lineales), en tal caso, se puede establecer un valor mínimo sobre la métrica (de nuevo, puede ser una función lineal simple de la relación PAPR). Una vez más, esta función lineal puede ser según se describió con anterioridad.

10 De nuevo, de forma adicional o alternativa, la métrica m o la relación SNR puede estimarse a partir de las señales de referencia de enlace ascendente captadas en múltiples intervalos temporales y, a modo de ejemplo, el más alto valor de la relación SNR obtenido a partir de estas medidas puede utilizarse por la estación base femtocelular 8 para ajustar su potencia de transmisión permitida máxima.

15 Las Figuras 9 a 12 ilustran las ventajas de rendimiento de la invención anteriormente descrita.

20 La Figura 9 ilustra cómo el rendimiento de datos en un enlace descendente procedente de una estación base macrocelular resulta afectado por un número creciente de estaciones base femtocelulares activas dentro del área de cobertura de la estación base macrocelular para un límite superior de potencia fijo convencional y el sistema en conformidad con la invención. En particular, puede deducirse que existe una diferencia operativamente despreciable en el rendimiento de datos entre el sistema convencional y el sistema en conformidad con la invención.

25 La Figura 10 ilustra cómo el rendimiento de datos en un enlace descendente desde una estación base macrocelular a los equipos macro-UEs de la periferia celular (percentil 5) resultan afectados por un número creciente de estaciones base femtocelulares activas dentro del área de cobertura de la estación base macrocelular para un sistema convencional y un sistema en conformidad con la invención. De nuevo, existe una diferencia casi operativamente despreciable entre los dos sistemas.

30 La Figura 11 es una representación gráfica del rendimiento de datos en un enlace descendente desde una estación base femtocelular con respecto al número de estaciones base femtocelulares activas dentro del área de cobertura de la estación base macrocelular para un límite superior de potencia fijado convencional y el sistema en conformidad con la invención. Puede deducirse que el sistema en conformidad con la invención proporciona un aumento aproximado en el rendimiento de datos de 5 Mb/s haciendo caso omiso del número de estaciones base femtocelulares activas, lo que es aproximadamente equivalente a una mejora del 25 % en el rendimiento de datos.

35 La Figura 12 es una representación gráfica del rendimiento de datos en un enlace descendente desde una estación base femtocelular a equipos femto-UEs de la periferia celular (percentil 5) con respecto al número de estaciones base de femtocelulares activas dentro del área de cobertura de la estación base macrocelular para un sistema convencional y un sistema en conformidad con la invención. Puede deducirse que para los equipos femto-UEs de la periferia celular (percentil 5) el sistema en conformidad con la invención proporciona un aumento aproximado en el rendimiento de datos de 190 kb/s haciendo caso omiso del número de estaciones base femtocelulares activas, lo que se traduce en un aumento de ocho veces el rendimiento de datos.

40 Por lo tanto, estas representaciones gráficas indican que la adaptación de la potencia de transmisión permitida máxima, en conformidad con la invención, proporciona ventajas en rendimiento para los equipos femto-UEs por intermedio del sistema de potencia de transmisión permitida máxima fijada convencional, mientras que ofrece la misma protección al enlace descendente de la estación base macrocelular.

45 Aunque la invención ha sido descrita en términos de un método de operación de una estación base femtocelular, se apreciará que la invención puede realizarse en una estación base (y particularmente una estación base femtocelular) que comprende un procesador y circuitos de transceptor configurados para realizar el método descrito.

50 Por lo tanto, se proporciona un planteamiento mejorado para establecer la potencia de transmisión permitida máxima para transmisiones de enlace descendente desde estaciones base.

55 Aunque la invención ha sido ilustrada y descrita en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, dicha ilustración y descripción han de considerarse de carácter ilustrativo o a modo de ejemplo y no con carácter restrictivo; la invención no está limitada a las formas de realización dadas a conocer.

60 Variantes para las formas de realización dadas a conocer pueden entenderse y efectuarse por expertos en esta técnica al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la idea inventiva y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, el término "que comprende" no excluye otros elementos o etapas y el artículo indefinido "un" o "una" no excluya una pluralidad. Un procesador único u otra unidad pueden realizar las funciones de varios elementos indicados en las reivindicaciones. El mero hecho de que algunas medidas sean establecidas en reivindicaciones subordinadas mutuamente distintas no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse como ventaja operativa. Un programa informático puede memorizarse/distribuirse sobre

un soporte adecuado, tal como un soporte de memoria óptica o un soporte de semiconductores suministrado junto o formando parte de otro hardware, pero también puede distribuirse en otras formas, tales como por intermedio de la red Internet u otros sistemas de comunicaciones inalámbricos o cableados. Cualesquiera señales de referencia en las reivindicaciones no deben interpretarse como limitan su alcance de protección.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método para hacer funcionar una estación base, comprendiendo el método:
 5 determinar (101) si hay algunos dispositivos móviles que no están asociados con la estación base que requieren protección frente a la interferencia provocada por las transmisiones de enlace descendente de la estación base; y establecer (103) una potencia de transmisión permitida máxima para la estación base en función del resultado del paso de determinar;
 10 donde el paso de determinar (101) comprende identificar si hay algunos dispositivos móviles que están recibiendo transmisiones de enlace descendente desde una estación base diferente a dicha estación base mediante la estimación (117) de una calidad de una señal en un enlace ascendente desde los dispositivos móviles, que no están asociados con dicha estación base, hasta la otra estación base mencionada.
2. Un método según se reivindica en la reivindicación 1, en donde el paso de establecer (103) comprende establecer (115) la potencia de transmisión permitida máxima a un límite superior para la potencia de transmisión permitida máxima, en el caso de que se determine que no hay dispositivos móviles que requieran protección frente a la interferencia provocada por las transmisiones de enlace descendente de la estación base.
3. Un método según se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde el paso de establecer (103) comprende establecer (121) la potencia de transmisión permitida máxima a un límite inferior para la potencia de transmisión permitida máxima, en el caso de que se determine que hay al menos un dispositivo móvil, que no está asociado con la estación base, que requiera protección frente a la interferencia provocada por las transmisiones de enlace descendente de la estación base.
4. Un método según se reivindica en la reivindicación 2, en donde el paso de establecer (103) comprende establecer (123) la potencia de transmisión permitida máxima a un valor intermedio, que está entre el límite superior y un límite inferior, para la potencia de transmisión permitida máxima, en el caso de que se determine que hay al menos un dispositivo móvil, que no está asociado con la estación base, que requiere protección frente a la interferencia provocada por las transmisiones de enlace descendente de la estación base, estableciéndose el valor intermedio en conformidad con una comparación de la calidad de señal estimada con un valor umbral.
5. Un método según se reivindica en la reivindicación 1, en donde el paso de establecer (103) una potencia de transmisión permitida máxima para dicha estación base comprende establecer la potencia de transmisión permitida máxima en función de la calidad estimada de la señal.
6. Un método según se reivindica en la reivindicación 5, en donde el paso de determinar (101) comprende comparar (119) la calidad estimada de la señal con un umbral, y el paso de establecer (103) comprende establecer la potencia de transmisión permitida máxima en función del resultado de la comparación.
7. Un método según se reivindica en la reivindicación 1 o 5, en donde, en el caso de que no se identifiquen dispositivos móviles en el paso de identificación (111, 113, 117, 119), el paso de establecer (103) comprende establecer (115) la potencia de transmisión permitida máxima a un límite superior para la potencia de transmisión permitida máxima.
8. Un método según se reivindica en la reivindicación 7, en donde el paso de establecer (103) comprende, además:
 45 establecer de manera periódica o intermitente la potencia de transmisión permitida máxima a un límite inferior para la potencia de transmisión permitida máxima.
9. Un método según se reivindica en la reivindicación 7, en donde el paso de establecer (103) comprende, además:
 50 establecer (121) la potencia de transmisión permitida máxima a un límite inferior para la potencia de transmisión permitida máxima en transmisiones de enlace descendente desde dicha estación base, que se producen al mismo tiempo que las transmisiones del canal de control de enlace descendente desde una estación base diferente a dicha estación base.
10. Un método según se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en donde el paso de identificar (111, 113, 117, 119) comprende estimar (117) una calidad de una señal de referencia en el enlace ascendente.
11. Un método según se reivindica en la reivindicación 10, en donde la señal de referencia es una señal de referencia de base de Zadoff-Chu.
- 60 12. Un método según se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en donde dicha estación base es una estación base femtocelular.
- 65 13. Una estación base (8) para su uso en una red de comunicaciones (2), estando configurada la estación base (8) para determinar si hay algunos dispositivos móviles (12) que no están asociados con la estación base (8), que requieran protección frente a la interferencia provocada por las transmisiones de enlace descendente de la estación

base (8), y establecer una potencia de transmisión permitida máxima para la estación base (8) en función de si hay algunos dispositivos móviles (12) que requieran protección;

en donde la estación base (8) se configura para determinar si hay algunos dispositivos móviles (12) que requieren protección al identificar si hay algunos dispositivos móviles (12) que están recibiendo transmisiones de enlace descendente desde una estación base (4) diferente a dicha estación base (8) mediante la estimación de una calidad de una señal en un enlace ascendente desde los dispositivos móviles (12), que no están asociados a dicha estación base (8), hasta la otra estación base (4) mencionada.

5

14. Una estación base (8) según se reivindica en la reivindicación 13, en donde la estación base (8) es una estación base femtocelular.

10

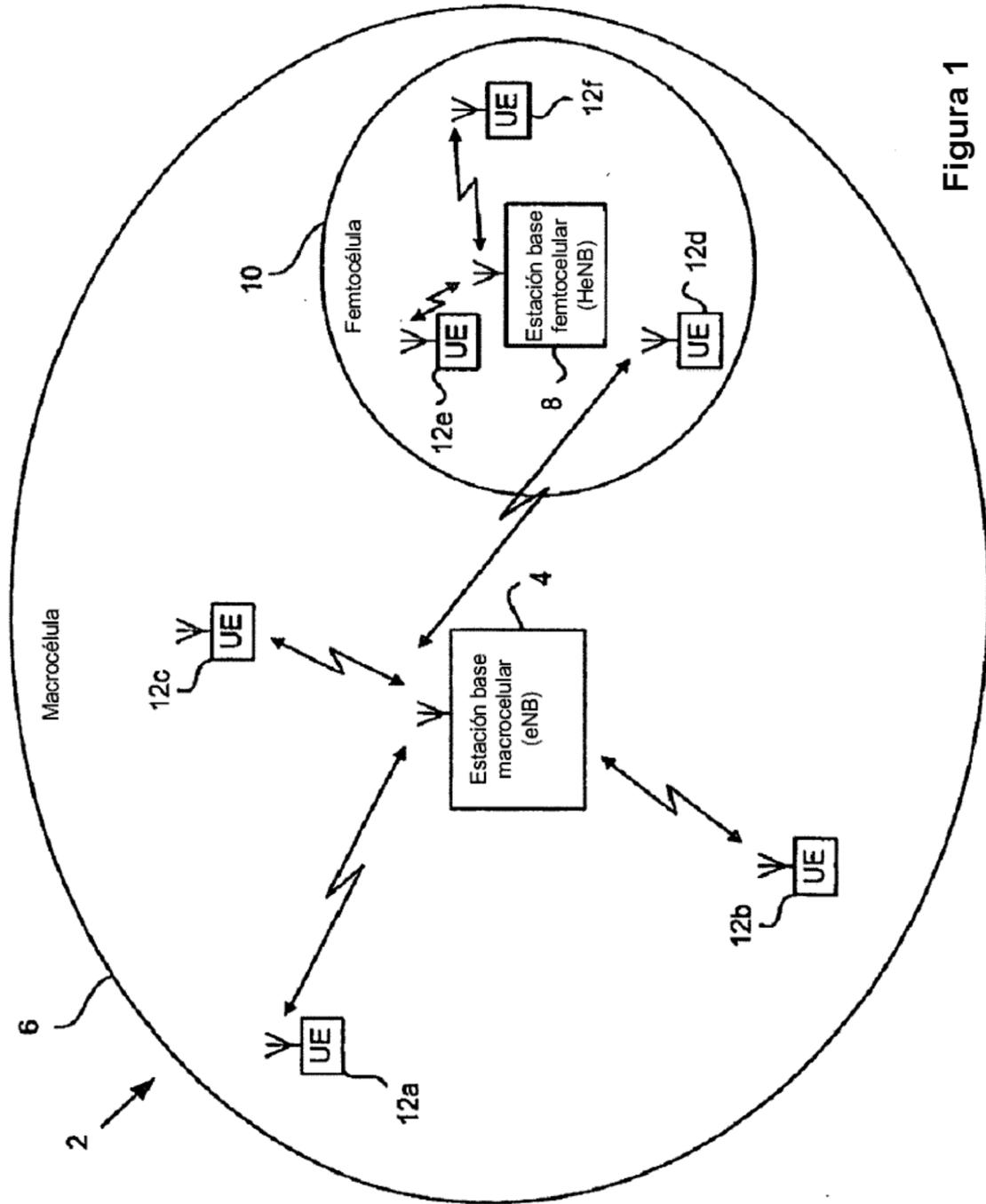


Figura 1

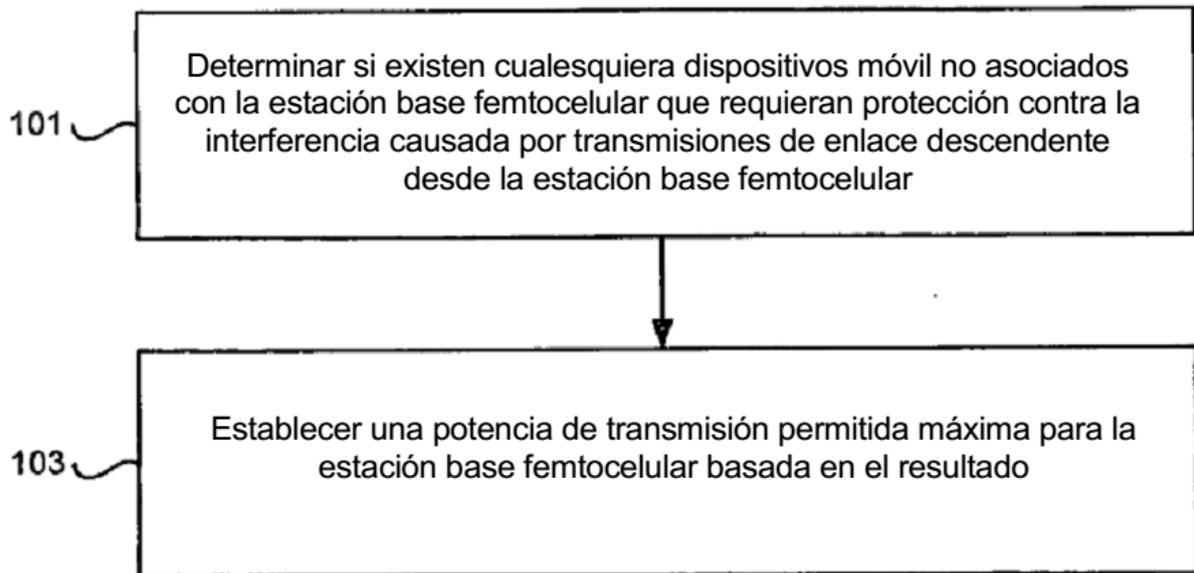


Figura 2

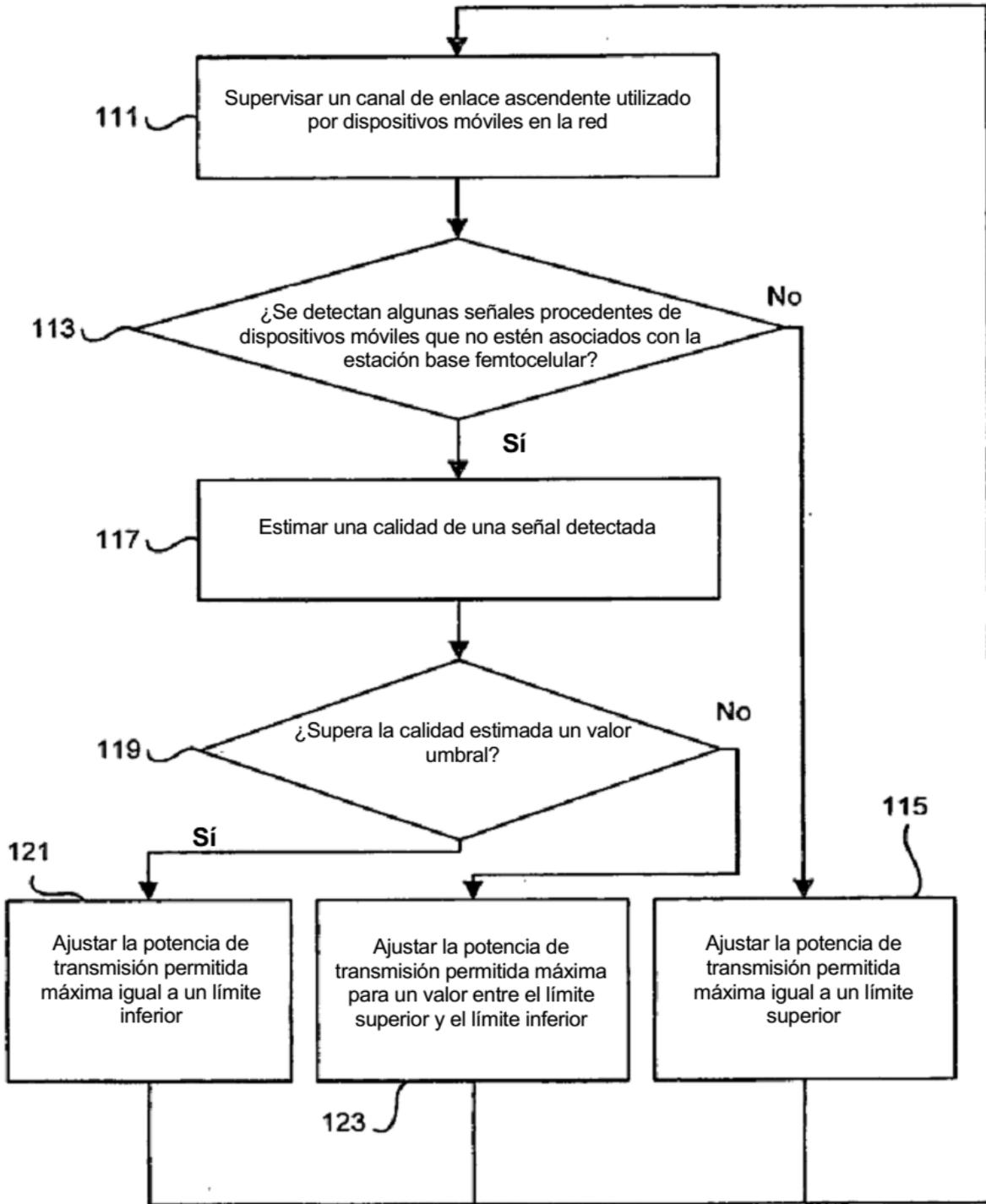


Figura 3

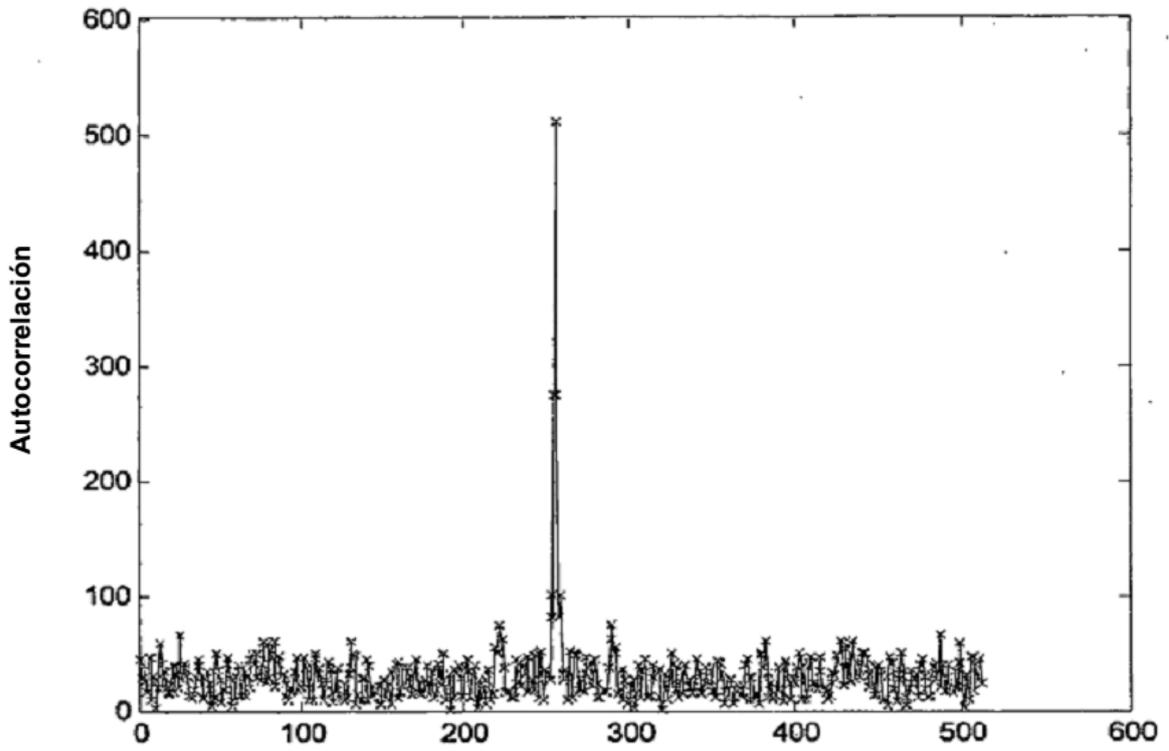


Figura 4(a)

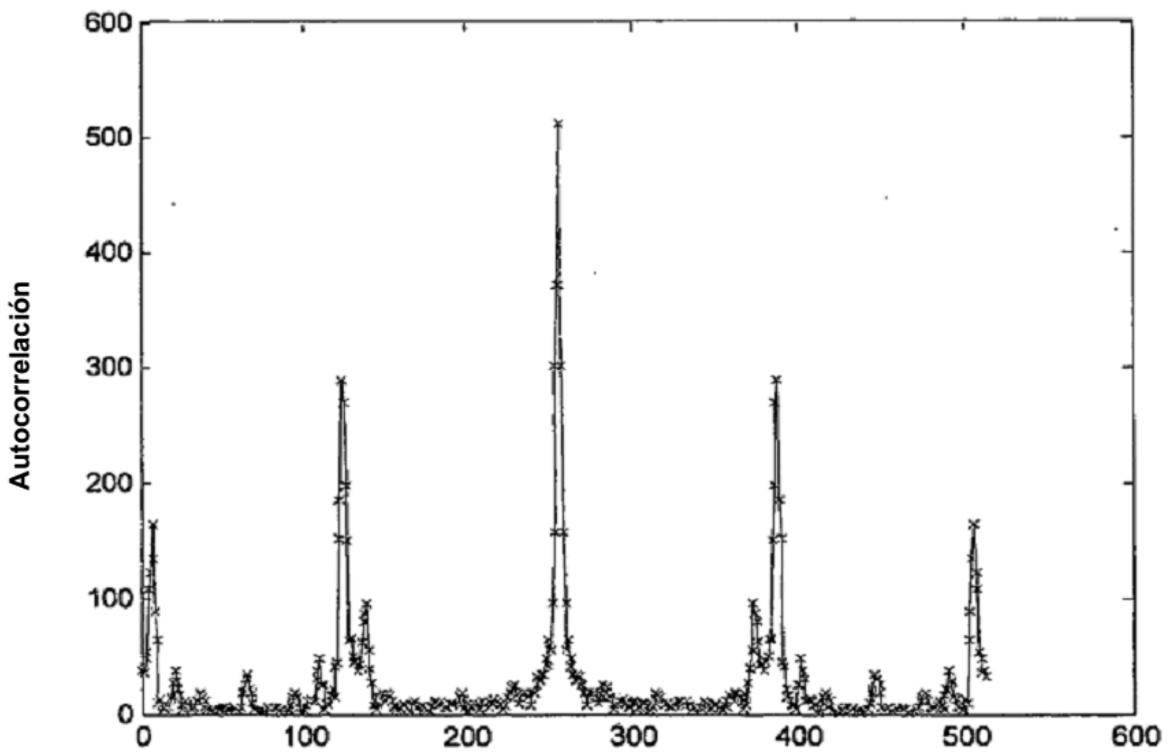


Figura 4(b)

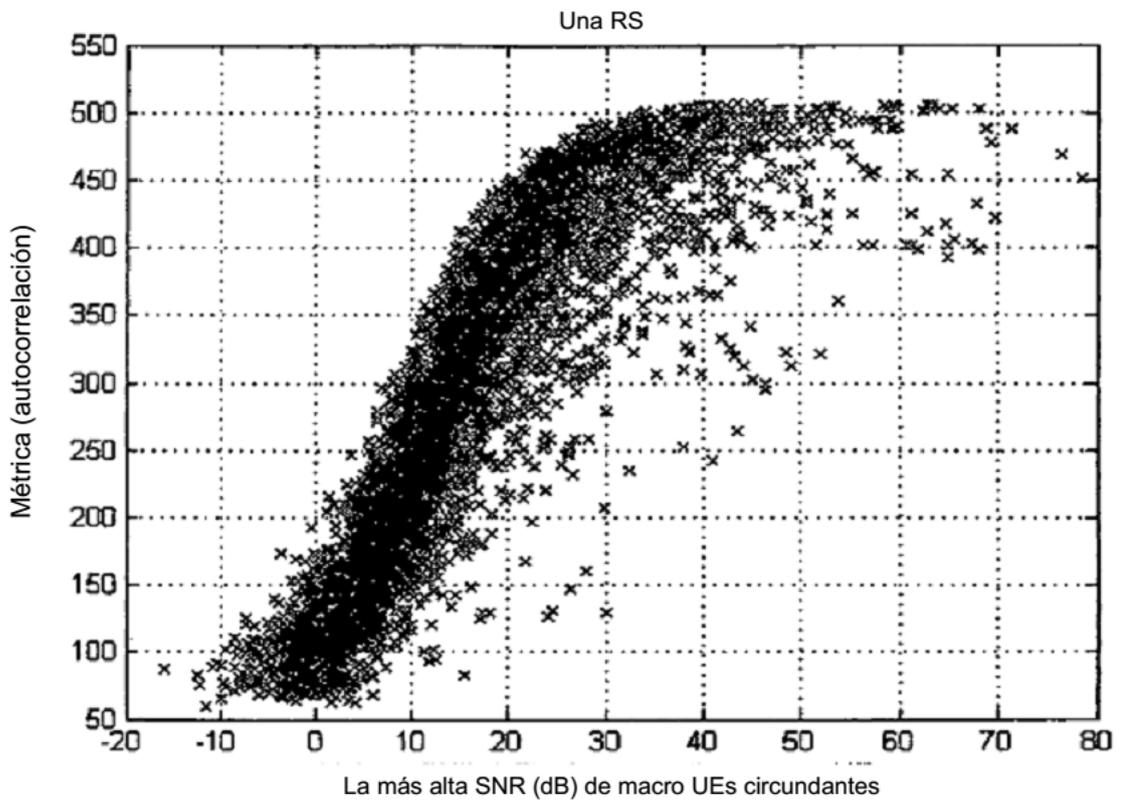


Figura 5

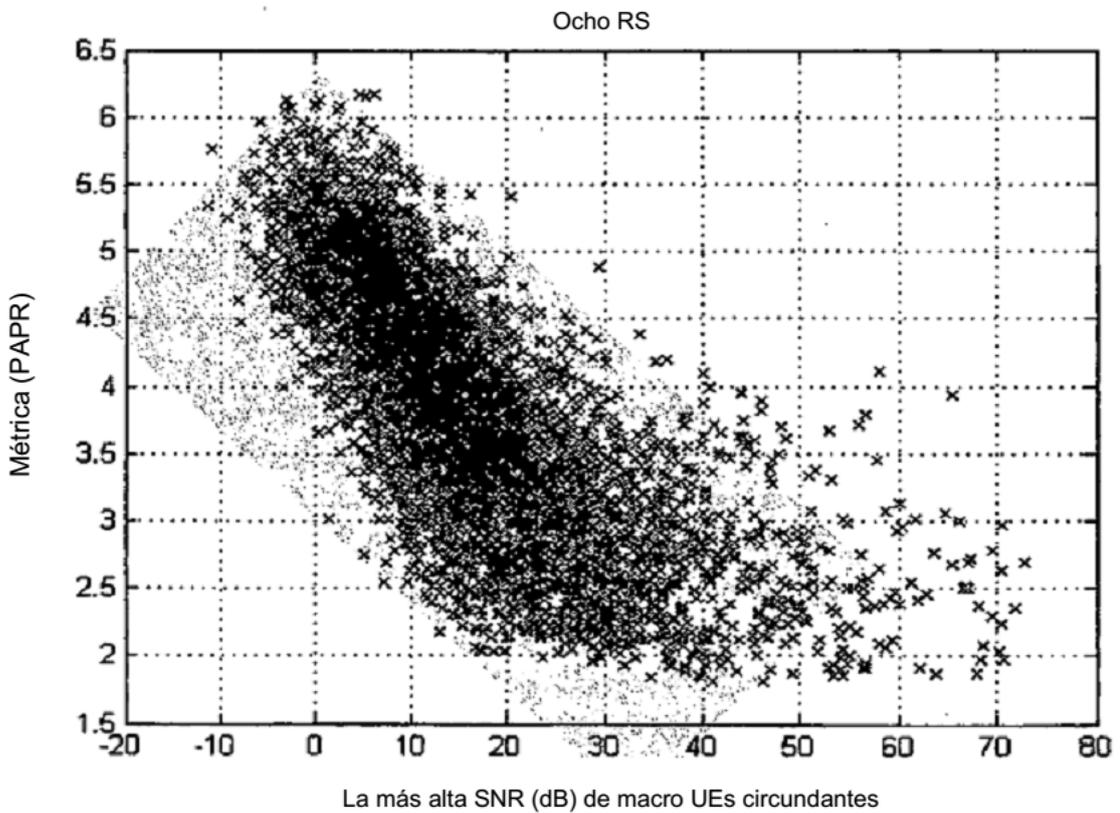


Figura 6

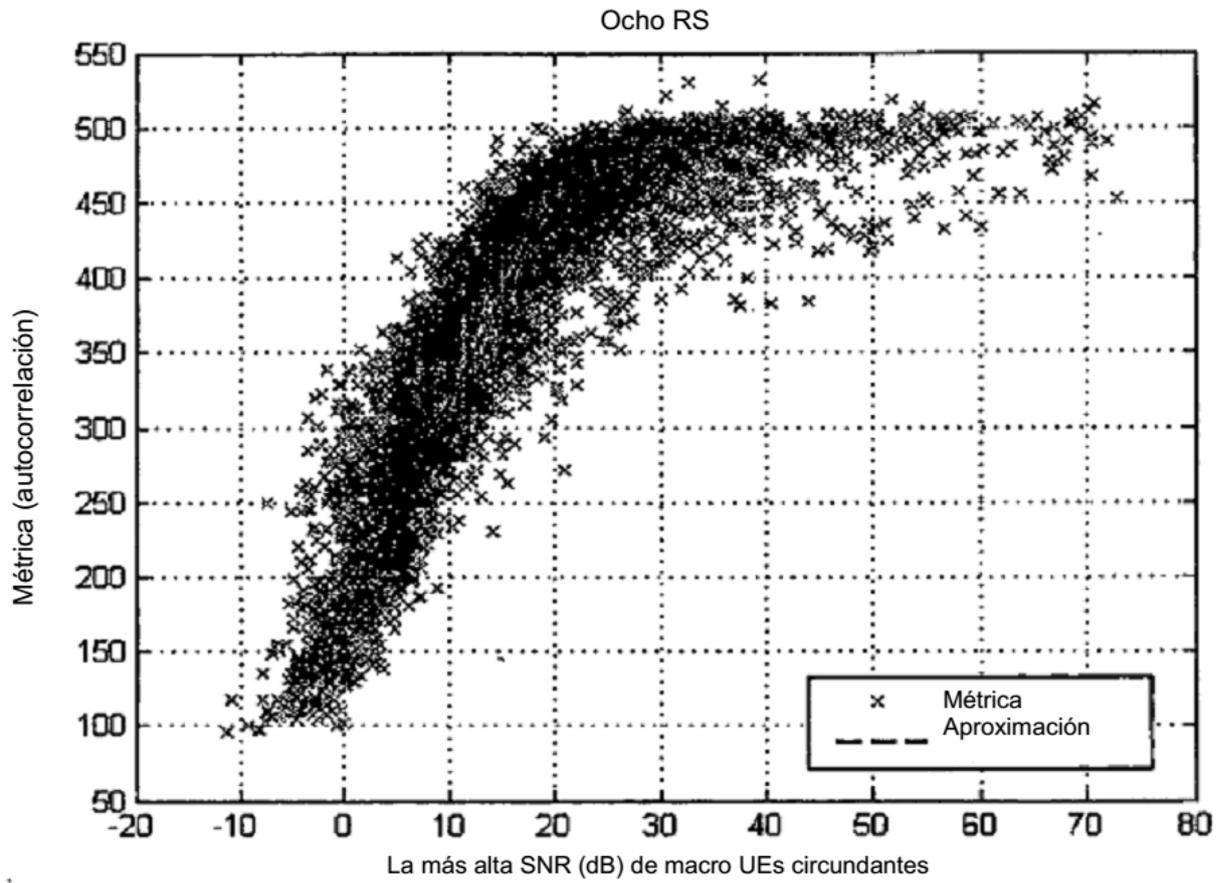


Figura 7

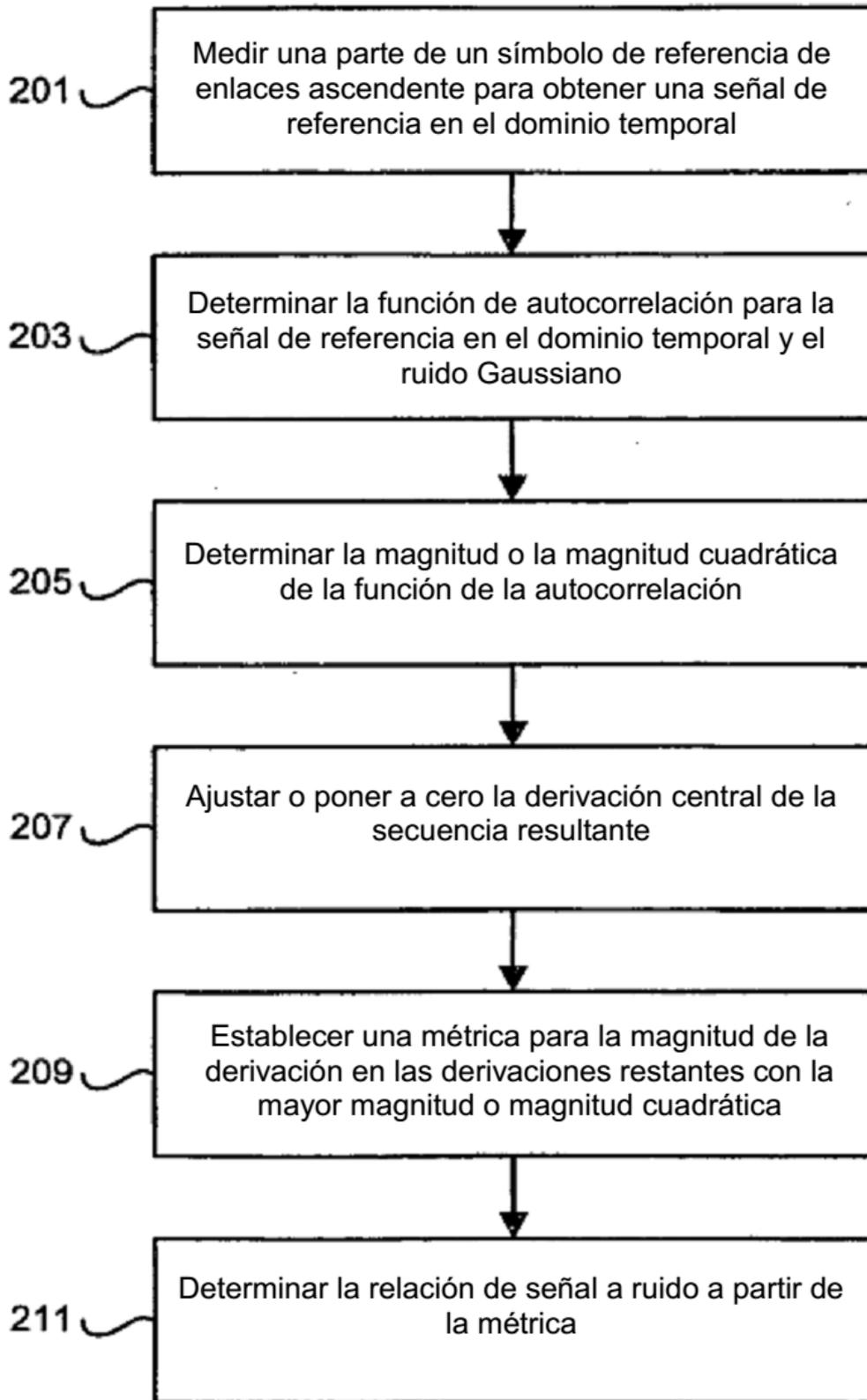


Figura 8

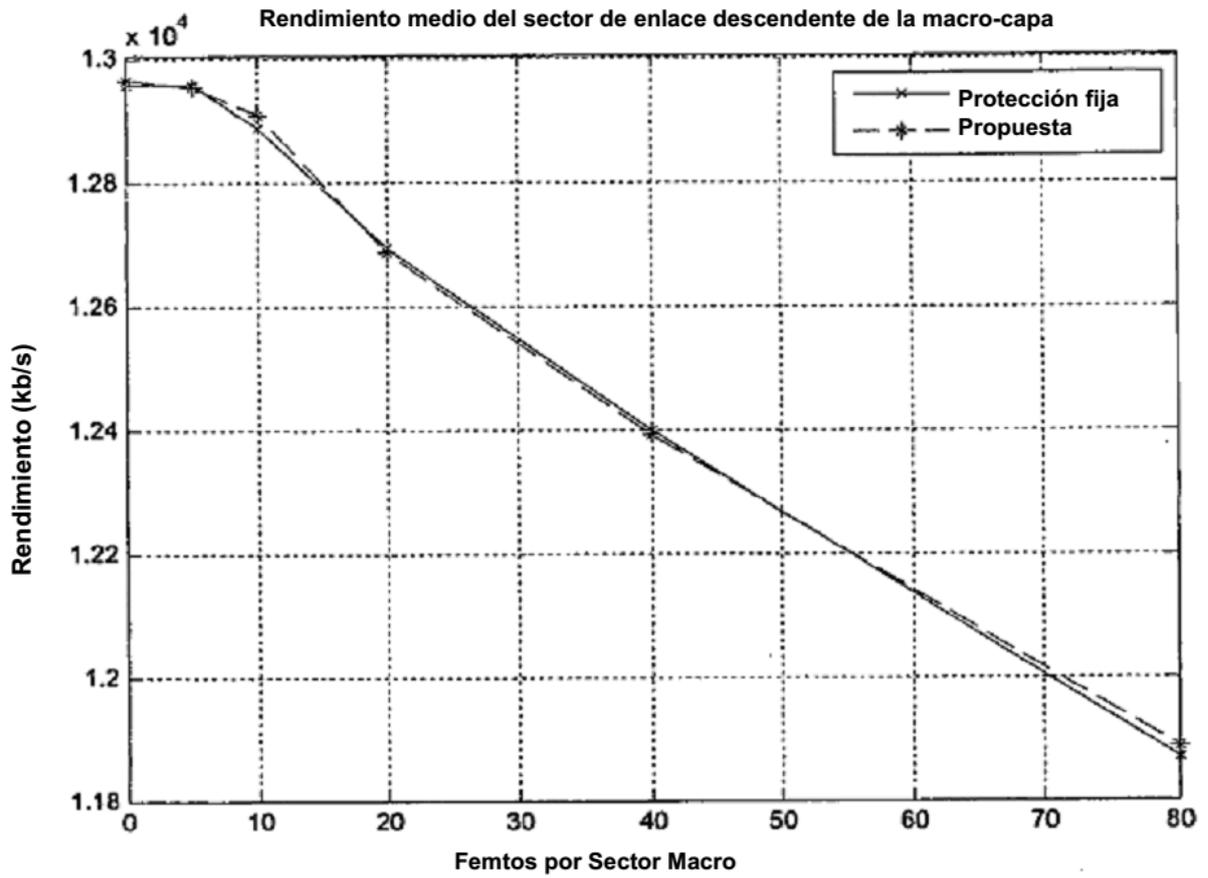


Figura 9

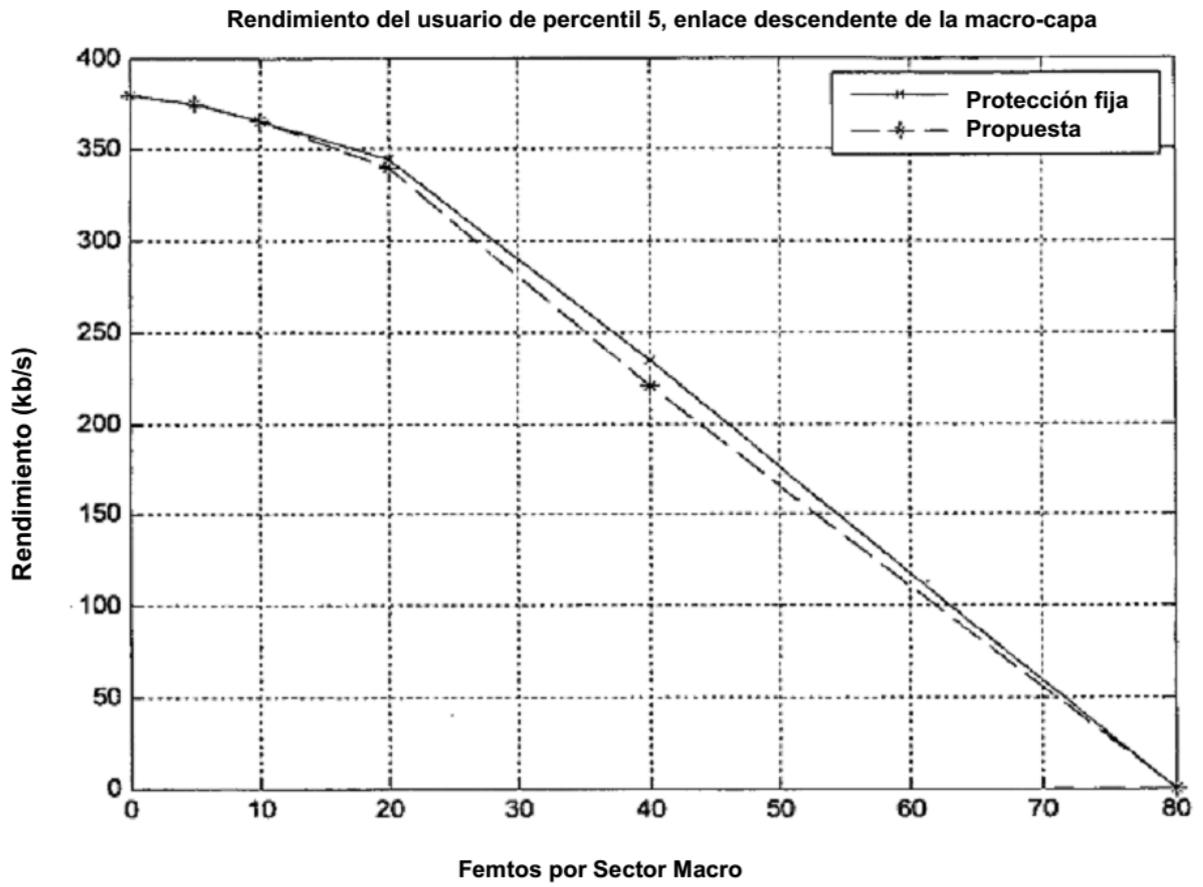


Figura 10

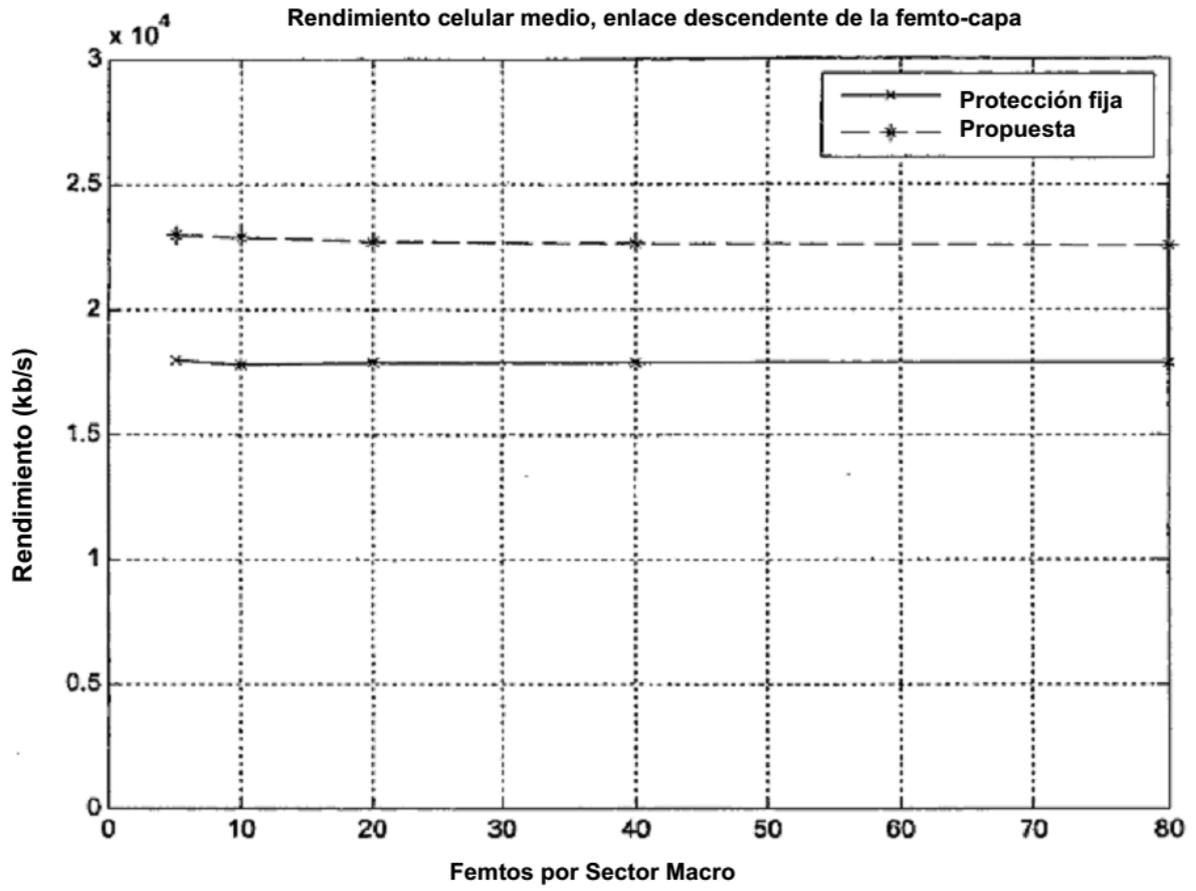


Figura 11

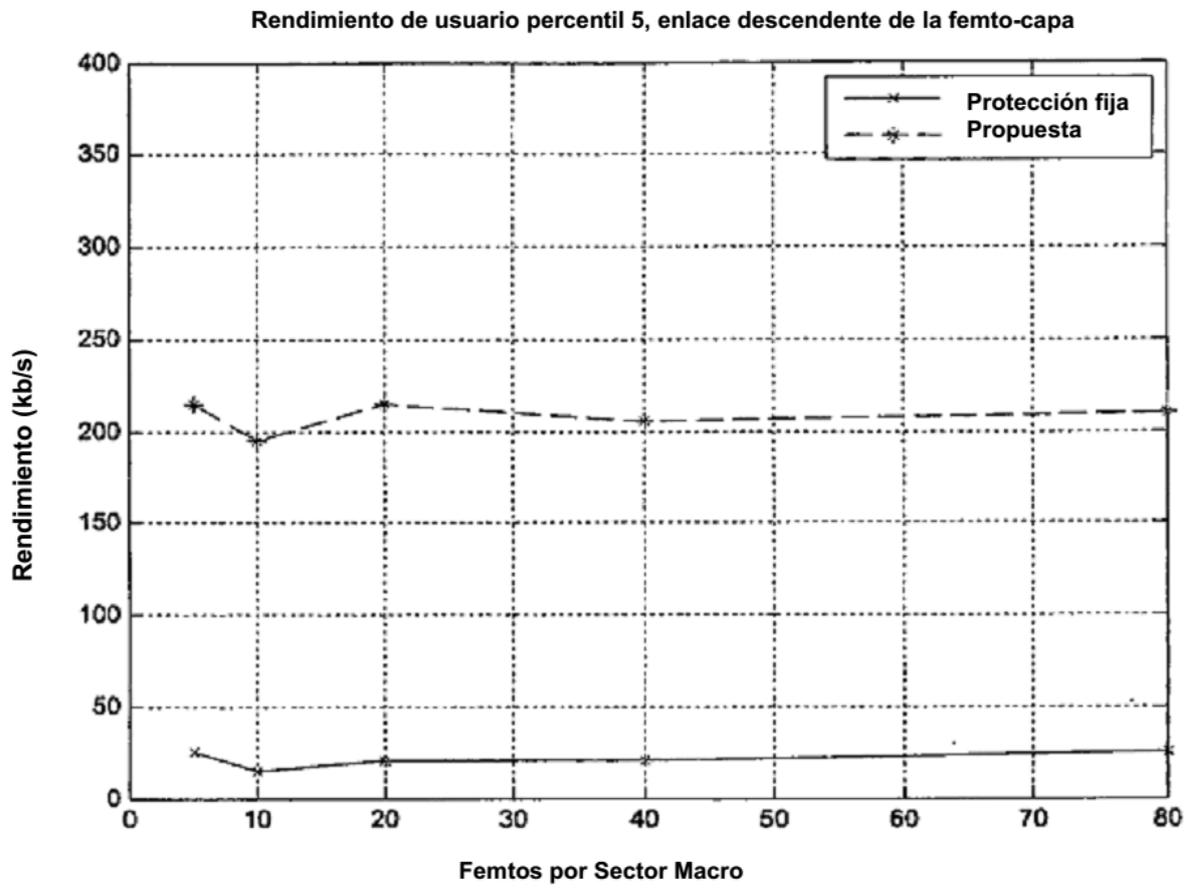


Figura 12