

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 996**

51 Int. Cl.:

**H04W 24/08** (2009.01)

**H04W 36/14** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2011** E 11006357 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018** EP 2555554

54 Título: **Dispositivo, así como procedimiento para detectar huecos de cobertura en una red**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.03.2019**

73 Titular/es:

**TELEFÓNICA GERMANY GMBH & CO. OHG  
(100.0%)  
Georg-Brauchle-Ring 23-25  
80992 München, DE**

72 Inventor/es:

**MÜLLNER, ROBERT y  
NEEF, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 704 996 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, así como procedimiento para detectar huecos de cobertura en una red

La presente invención se relaciona con un dispositivo para detectar huecos de cobertura permanentes y/o temporales en una red, así como con un terminal y un procedimiento similares. En las redes de radio móviles se lleva a cabo de manera conocida las comunicaciones entre un terminal móvil y una estación base (BS) a través de una interfaz de radio. Debido a las condiciones geográficas y estructurales, sin embargo, aparecen los llamados huecos de cobertura, que a menudo no pueden reconocerse en el contexto de la planificación de red y evitan una cobertura generalizada deseable de un área geográfica. Estos huecos de cobertura pueden ocurrir de manera permanente o temporal y conducir a que un participante de radio móvil dentro de este hueco de cobertura no pueda ser atendido por el estándar de radio móvil de base. En el mejor de los casos se lleva a cabo además un cambio a otra tecnología de radio móvil, que no presente en el punto correspondiente ningún hueco de cobertura. Tanto el propio cambio, como también la continuación de la conexión en esta segunda tecnología de red no favorecida se asocian, sin embargo, generalmente con pérdidas de calidad.

Ya es conocido emplear herramientas de planificación de redes, que leen mapas digitales y calculan la atenuación de la señal de emisión por la naturaleza del edificio, así como las áreas entre la estación base y el terminal móvil. Además, son herramientas estáticas, a través de las que se planifican las posiciones de las estaciones base, para lograr los mínimos huecos de cobertura dentro del área de cobertura deseada. Debido a la falta de precisión de estas herramientas y cambios dentro de la red, así como cambios estructurales dentro del área de cobertura, tienen que realizarse también re-planificaciones durante la operación de la red. En este enfoque, los huecos de cobertura se identifican mediante las herramientas de planificación y no en base a datos reales de la operación de la red.

Para planificar el cobertura de radio móvil de un área geográfica, todavía se utilizan modelos, para los que primero se calcula el presupuesto del enlace para ambas direcciones, es decir, en la del enlace ascendente (Uplink UL), es decir, en la dirección del enlace ascendente desde el terminal móvil a la estación base, y en la del enlace descendente (Downlink DL), es decir, la dirección descendente desde la estación base al terminal móvil. El presupuesto del enlace contiene además la cadena completa de los componentes relevantes para la interfaz de radio y sus valores de atenuación.

La planificación de una red de radio móvil de la segunda generación 2G, Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications GSM), así como la tercera generación 3G, Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales (Universal Mobile Telecommunications System UMTS) y la Evolución a Largo Plazo (Long Term Evolution LTE) se describen a continuación para el caso 2G y se ejecutan de manera similar para las redes 3G y LTE.

La estación base proporciona una determinada potencia máxima de emisión y el terminal móvil necesita una cierta potencia de recepción mínima, para posibilitar la cobertura móvil. Entre la estación emisora y la estación receptora se lleva a cabo una atenuación de la intensidad de la señal. Los componentes que atenúan la señal son, en la dirección DL, la atenuación en el cable entre la estación base y la antena emisora, la pérdida del combinador, la pérdida de la trayectoria a través de la interfaz de radio de la pérdida de penetración en interiores al usar el terminal móvil dentro de un edificio, o pérdida en automóvil al usar el terminal móvil en un automóvil, así como así como la pérdida corporal mediante el empleo de un material de atenuación de ondas electromagnéticas, como, por ejemplo, una bolsa, que envuelve el terminal móvil. Mediante la ganancia de la antena se hace una amplificación computacional de la señal, debido a la irradiación de las ondas electromagnéticas en una determinada dirección, en lugar del uso de un radiador omnidireccional. Para tener en cuenta las variaciones debidas a los efectos de desvanecimiento, se introduce un margen de desvanecimiento.

De manera análoga, se calcula el presupuesto del enlace para la dirección UL, donde en lugar de la pérdida del combinador, se ha de tener en cuenta la pérdida del duplexor y se ha de considerar una ganancia de polarización adicional mediante el uso de dos o más antenas en el presupuesto del enlace. Ambos presupuestos se basan en la dirección limitante para la planificación adicional, donde para ésta es decisiva la pérdida máxima de trayectoria resultante del presupuesto del enlace. El número de estaciones base y sus ubicaciones geográficas se calculan y planifican de tal manera que para cada zona dentro del área a suministrar no se supere la pérdida máxima de trayectoria incluyendo el margen de desvanecimiento con una determinada probabilidad.

Una superación de la pérdida de trayectoria caracteriza en la herramienta un hueco de cobertura. Los objetivos de planificación típicos para la cobertura de interiores en áreas urbanas se hallan al 95% del área geográfica de cobertura, para la cual no se puede exceder la pérdida máxima de trayectoria, es decir, cuyo nivel proporciona la potencia de recepción requerida mínima según las suposiciones realizadas para el presupuesto del enlace y para la propagación de onda. Para áreas rurales o debido a consideraciones económicas, a veces se aceptan probabilidades más bajas.

## ES 2 704 996 T3

Para calcular la pérdida de trayectoria a través de la interfaz de radio, se utilizan los llamados modelos de propagación, por ejemplo, Okomura Hata, Walfisch Ikegami o COST-231.

5 Sin embargo, en las redes de radio móviles reales, surgen a menudo desviaciones respecto de la información de cobertura proporcionada a través de las herramientas de planificación, es decir, existen huecos de cobertura que no se pueden predecir en base a la planificación, ni pueden detectarse suficientemente durante la operación. Los huecos de cobertura, es decir, la prevalencia de una intensidad o calidad de recepción demasiado baja en la ubicación del terminal móvil, pueden no detectarse, debido a un conocimiento insuficiente de la atenuación real de la señal según la propagación por trayectos múltiples de la señal a través de la interfaz de radio, así como debido a las diferencias locales de los parámetros establecidos en la herramienta de planificación dentro del área geográfica definida como unidad mínima (resolución de la herramienta).

10 De hecho, las pérdidas de trayectoria que ocurren a menudo en redes reales se desvían de los datos determinados por las herramientas de planificación. Las imprecisiones en la atenuación de la señal sobre la interfaz de radio generalmente se encuentran en la insuficiente información sobre la atenuación que se está produciendo realmente. Mediante márgenes de desvanecimiento (Fading-Margins) de, por ejemplo, 12,5 dB se busca tener en cuenta las variaciones reales.

15 Las señales llegan al receptor a través de la propagación multitrayecto y se superponen allí de manera constructiva o destructiva. Además, se producen fluctuaciones tanto locales como también temporales del nivel de la señal y se hacen ciertas suposiciones para la atenuación, por ejemplo, 20 dB de pérdida de señal para dos muros a atravesar (pérdida de penetración en interior - Indoor-Penetration-Loss). Los valores de atenuación se asumen además típicamente como constantes dentro de la resolución de la herramienta (por ejemplo, 50 m x 50 m), pero varían mucho debido a las propiedades del material, por ejemplo, diferente absorción de ondas electromagnéticas por mampostería diferente, o debido a la reflexión más o menos fuerte de las ondas, por ejemplo, mediante ventanas metalizadas en una casa, mientras que la casa adyacente dentro del mismo rango de resolución tiene valores de atenuación significativamente más bajos.

20 Las herramientas de planificación más nuevas disponen de parámetros de atenuación más precisos con una resolución local mejorada. Sin embargo, estas herramientas no son capaces de detectar suficientemente los huecos de cobertura, ya que aquí el comportamiento de los participantes, así como las fluctuaciones locales y temporales desempeñan un papel importante. Los huecos de cobertura basados en el nivel se detectan creando una matriz de cobertura para toda el área a planificar y reconociendo las áreas geográficas, para las cuales no está disponible el nivel de señal mínimo necesario (cobertura).

25 Los problemas relacionados con la calidad se localizan, generando un plan de frecuencia complementario a la planificación de la cobertura y calculando las interferencias, es decir, las perturbaciones mutuas de diferentes estaciones base en la señal de enlace descendente o en la dirección del enlace ascendente. Si la relación entre la señal de emisión a la señal de interferencia (relación portadora a interferencia, C/I o relación señal sobre interferencia más ruido, SINR) cae por debajo de un cierto valor de umbral, la calidad de la señal recibida se marca como inaceptable en este punto.

30 Además, los huecos de cobertura no pueden reconocerse suficientemente, debido a un conocimiento insuficiente de los valores reales del presupuesto del enlace y las oscilaciones de las suposiciones hechas para el presupuesto del enlace en base a diferentes características de los terminales móviles, así como de los valores de atenuación para los componentes de la red como combinadores, cables, etc.

35 Los valores subyacentes en el presupuesto del enlace varían y conducen, por lo tanto, a inexactitudes en la predicción del nivel y la calidad de la recepción. Si estas variaciones superan los márgenes definidos, entonces no se representan los huecos de cobertura.

40 Las sensibilidades del receptor de diferentes terminales móviles tienen diferencias de hasta 8 dB. También la ganancia de la antena varía de terminal a terminal. Estos son componentes adicionales del LinkBudget (presupuesto del enlace) que se utilizan en las herramientas de planificación.

45 Tras la fase de planificación de la red, los huecos de cobertura que aún prevalecen en la red sólo pueden detectarse con gran esfuerzo. Los trayectos de prueba proporcionan información sobre el rendimiento y la calidad de la recepción en el área exterior, pero no proporcionan información suficiente sobre las condiciones de recepción que prevalecen en el área interior. Para este propósito, se utilizan modelos, que suponen cierta atenuación para los edificios, pero las circunstancias reales a menudo se desvían fuertemente de los valores predichos y dependen del comportamiento del participante. Los trayectos de prueba también son además caros y requieren mucho tiempo. Las indicaciones oportunas se basan principalmente en las experiencias de los participantes.

Un procedimiento automatizado para identificar los huecos de cobertura existentes basado en la evaluación de medidores de potencia, los llamados contadores de rendimiento, muestra que este procedimiento no es suficiente para la detección de huecos de cobertura.

5 Como huecos de cobertura se seleccionaron varios puntos conocidos en la red en áreas urbanas, en que los participantes en la operación estacionaria pierden temporalmente la cobertura 3G y son suministrados mediante la tecnología 2G, que no tenía en estos puntos ningún hueco de cobertura. Mediante las herramientas de planificación de red no se indicó en estos puntos erróneamente ningún hueco de cobertura. En estos casos se lleva a cabo en el caso estacionario una reserva en la red 2G, aunque el participante esté en un área con cobertura 3G. También se identificó una recurrencia de la cobertura 3G al 2G tras el establecimiento exitoso de la conexión en la red 3G y la aplicación estacionaria, así como un posterior cambio de vuelta a la red 3G.

15 Para determinar los huecos de cobertura conocidos dentro de la red 3G a través de contadores de rendimiento han sido analizados hasta ahora los siguientes pasos: En el primer paso se evaluó el número de cambio de celda de una tecnología de red a otra. Este intento de transferencia de la tecnología de acceso entre radios- Inter-Radio Access Technology (inter-RAT) Handover Attempt - es el resultado de una cobertura insuficiente dentro de una primera tecnología de red (3G) y una suficiente cobertura a través de una segunda tecnología de red (2G).

20 En el siguiente paso, se formó la relación de la cantidad de datos transmitidos de las estaciones base situadas en el área de control de la estación base (área BSC) y de los NodeBs (estaciones base de UMTS) situado en el área geográficamente comparable 3G Radio Network Controller Area. De manera similar, se calculó la relación del número de participantes dentro del área 2G y el área 3G correspondiente. Los resultados a niveles de BSC y/o RNC, respectivamente, se muestran en la Figura 8 y las relaciones a nivel de celda se muestran en la Figura 9.

25 En la Figura 8 se muestra con (C), que a través de una evaluación del contador del rendimiento los potenciales huecos de cobertura detectados no coinciden con huecos de cobertura conocidos. (D) muestra la importancia de un punto en el gráfico, que, para un determinado elemento de red, represente las relaciones de la cantidad de datos transmitidos y el número de participantes entre las tecnologías de red 2G y 3G. Las áreas caracterizadas con (C) y (D) muestran potenciales huecos de cobertura según los análisis del contador del rendimiento (estado actual de la técnica). Los huecos de cobertura reales ocurren, sin embargo, en las áreas caracterizadas con (A). Estas no se diferencian de las áreas consideradas como normales (B). En la Figura 8 se muestran con (A) las áreas de huecos de cobertura conocidos (con círculo) y con (B) las áreas de huecos de cobertura no conocidos (sin círculo). Estas tienen similares relaciones de la cantidad de datos transmitidos 2G y 3G, así como relaciones similares del número de participantes.

30 Con los análisis del contador del rendimiento según el estado actual de la técnica no se pueden reconocer las áreas indicadas por (A). Por lo tanto, el análisis del contador del rendimiento no es suficiente y es necesario un análisis controlado por valor umbral de las variables de entrada descritas en las reivindicaciones, particularmente en las reivindicaciones 5 – 7, para detectar huecos de cobertura en las comunicaciones de radio móviles.

35 En la Figura 9 se muestran las celdas (G), en las que podrían detectarse posibles huecos de cobertura mediante un análisis de contador de rendimiento (Performance-Counter Analyse), aunque no las hubiera. Las áreas caracterizadas con (G) muestran potenciales huecos de cobertura según el análisis de contador de rendimiento (PerformanceCounter-Analyse). Los huecos de cobertura reales entran sin embargo en las áreas caracterizadas con (E), es decir, (E) muestra las áreas con huecos de cobertura conocidas (rodeadas); (F) no muestra ningún hueco de cobertura conocido, son áreas poco visibles. Las áreas (E) no se diferencian de las áreas consideradas como normales (F).

45 Con este análisis se investigaron los efectos de los huecos de cobertura dentro de un área de cobertura. Si dentro de un área existiera un hueco de cobertura en la red 3G, así se desviaría el tráfico - siempre que sea posible - a la red 2G, que en esta posición no presenta ningún hueco de cobertura. Por lo tanto, en el caso de huecos de cobertura 3G, la relación del volumen de datos 2G/3G, así como la relación de números de participantes 2G/3G deberían indicar un alto valor. Las celdas con huecos de cobertura conocidas no podrían con ello, sin embargo, separarse de otras celdas. Además, las celdas pronosticadas en base a la evaluación de los contadores de rendimiento con huecos de cobertura potenciales no coinciden con las celdas de huecos de cobertura conocidas. Estas últimas no pueden separarse en base a su relación del volumen de datos transmitidos de la tecnología 2G a la 3G, así como el número de participantes en la respectiva tecnología de celdas, para los que no se conoce ningún hueco de cobertura, como se muestra en las Figuras 8 y 9.

50 En el tercer paso se evaluaron otros contadores de rendimiento (PerformanceCounter) para células 3G y 2G. Sin embargo, ninguna de estas medidas ofrece una oportunidad suficiente para detectar los huecos de cobertura lo suficientemente bien.

La US2006/0183487 A1 y la EP 0 431 956 A2 posibilitan el descubrimiento de huecos de cobertura por medio de mediciones. Objeto de la presente invención es, por tanto, producir un dispositivo, así como proporcionar un procedimiento, mediante los que, independientemente del estándar de radio móvil, puedan superarse los anteriores problemas y se puedan detectar y cerrar simplemente huecos de cobertura en las áreas a suministrar, sin que surjan pérdidas en la calidad de la conexión.

Este objeto se resuelve conforme a la invención con un dispositivo, un terminal móvil compatible con múltiples tecnologías, y un procedimiento según las reivindicaciones. Los análisis efectuados hasta ahora han demostrado, que ni las herramientas de planificación de red, ni la posterior evaluación de los contadores de rendimiento fueron capaces de detectar los huecos de cobertura con suficiente precisión. Debido a las imprecisiones antes mencionadas de las herramientas de planificación y de las desviaciones en la red real, así como la información insuficiente de los contadores de rendimiento, conforme a la invención se lleva a cabo una evaluación de los datos en tiempo real de la red, de forma que, a partir de una combinación de parámetros de medición y valores umbrales, puedan detectarse de manera segura los huecos de cobertura. El dispositivo conforme a la invención presenta preferentemente una unidad de hardware, que contiene una unidad de entrada/salida para recibir y enviar los datos en tiempo real detectados, un procesador para procesar los datos en tiempo real, así como una unidad de almacenamiento para almacenar y recuperar los datos. Los pasos citados, particularmente la emisión y/o el procesamiento de los datos, pueden, pero no tienen que, realizarse en tiempo real.

Preferentemente, el nivel de señal y la calidad de la señal detectados por medio de la unidad de entrada/salida como datos en tiempo real se transfieren al procesador para su procesamiento, donde en la unidad de memoria del dispositivo de comunicaciones se almacenan los valores umbrales de nivel de señal y calidad de la señal, que caracterizan un hueco de cobertura. Los valores umbral se agregan entonces al procesador, de forma que se pueda realizar una evaluación continua de los datos en tiempo real detectados.

Un modo de operación especialmente preferente prevé que otros datos, como la latencia de propagación, el avance de la temporización y/o la información geográfica, se puedan usar para la evaluación de los datos en el procesador, para distinguir los huecos de cobertura que aparecen en el interior de un área cubierta por la red, de las generadas en el borde de la celda.

Preferentemente, el dispositivo conforme a la invención se incorpora en un terminal móvil con capacidad multiRAT, por ejemplo, en un terminal con capacidad 2G/3G, 2G/3G/LTE, 2G/LTE o 3G/LTE.

La red de radio móvil 3G, especialmente los elementos de red RNC y NodeB, deberían habilitarse para solicitar al terminal móvil en el estado CELL\_DCH, enviar protocolos de medición a la red periódicamente o de manera controlada por eventos e informarla a través de un nivel de recepción actual y una calidad de recepción actual de una señal en tiempo real recibida por la unidad emisora/ receptora del terminal, para proporcionar información sobre las condiciones de recepción en el paradero actual del terminal móvil en el modo de conexión.

El procedimiento conforme a la invención para detectar huecos de cobertura permanentes y/o temporales en una red, particularmente en una red de radio móvil, presenta los siguientes pasos procedimentales: Recepción de una señal por medio de una unidad emisora/receptora de un dispositivo de comunicaciones; evaluación del nivel de señal (por ejemplo, potencia de código de señal recibida - Received Signal Code Power, RSCP para 3G y/o RxLEV para 2G y/o RSRP y/o RSSI para LTE), de la calidad de la señal (por ejemplo, energía recibida por chip dividida por la densidad de potencia en la banda - Received Energy per Chip divided by the Power Density in the Band, Ec/No y/o CQI para 3G; RxQUAL y/o C/I y/o FER para 2G y/o SINR y/o CQI y/o RSRQ para LTE y/o BER y/o BLER y/o empleo de modulación y esquema de codificación para 2G y/o 3G y/o LTE), así como una latencia de propagación de la señal en un procesador previsto en el dispositivo; así como transmisión de los datos de señal evaluados a la red de radio móvil, donde los datos de señal, que se reciben de la red como datos en tiempo real, se evalúan continuamente.

El nivel de señal puede ser, por ejemplo, RxLEV para 2G; RSCP para 3G; RSRP y/o RSSI para LTE y/o la calidad de la señal ser RxQUAL y/o C/I y/o BLER y/o FER y/o BER y/o empleo y/o modulación del modo de código y empleo de esquema de codificación para 2G; Ec/No y/o BLER y/o CQI y/o empleo de modulación y esquema de codificación para 3G; SINR y/o BLER y/o CQI y/o RSRQ y/o modulación y esquema de codificación para LTE.

Otro modo de operación prevé leer los datos en tiempo real de otros terminales móviles ubicados en la red, preferentemente a través de la unidad de entrada/salida, procesarlos preferentemente en el procesador y detectar huecos de cobertura preferentemente a través de una comparación con los valores umbral contenidos en la unidad de memoria y emitir éstas preferentemente salidas a través de la unidad de entrada/salida a una unidad de visualización.

Los datos en tiempo real de otros terminales móviles son detectados por los terminales móviles en la dirección DL y las estaciones base en la dirección UL y proporcionados al dispositivo para detectar los huecos de cobertura

preferiblemente a través de las interfaces de los elementos de red del sistema de radio móvil y leídos a través de la unidad de entrada / salida.

5 Se considera como especialmente preferente que para detectar huecos de cobertura se emplee información sobre el nivel de señal (por ejemplo, RSCP) y la calidad de la señal (por ejemplo, Ec/No) de los mensajes de control de recursos de radio (mensajes RRC), enviados desde el terminal móvil a una estación base (BS) de la red de radio móvil.

10 Preferentemente, puede detectarse la existencia de un hueco de cobertura dentro de un período de observación en base a las fluctuaciones detectadas del nivel de señal (por ejemplo, RSCP) por debajo de un valor umbral de nivel de señal establecido, así como en base a las fluctuaciones detectadas en la calidad de la señal (por ejemplo, Ec/No) por debajo de un valor umbral de la calidad de señal establecido en cooperación con información geográfica.

15 Se prefiere especialmente que, para identificar huecos de cobertura, en las que se define como no apropiado una acampada del terminal, sirva la selección de los valores umbral establecidos. Sin embargo, la selección de los valores umbral establecidos también puede servir para identificar áreas de cobertura, en las que se buscan celdas vecinas más adecuadas o celdas de otras tecnologías de red. Esto se relaciona preferentemente con las células de las tecnologías de red LTE y 3G.

Con el procedimiento conforme a la invención puede, sin embargo, no sólo realizarse la detección de huecos de cobertura, sino también tras abandonar el área de cobertura de una primera tecnología de radio móvil y acampar en una segunda tecnología de radio móvil, tras cumplir los criterios de reserva para la primera tecnología de radio móvil, iniciar un cambio de vuelta a esta primera tecnología de radio móvil.

20 Mediante la invención la red de radio móvil 3G puede habilitarse para, para detectar huecos de cobertura, consultar periódicamente o de manera activada por evento la calidad de la señal (por ejemplo, Ec/No) y/o el nivel de señal (por ejemplo, RSCP) de cada terminal móvil, que esté en el alcance de una estación base, en el modo conectado (Connected Mode) y poder transmitir estos datos del terminal móvil a la red.

25 Resulta concebible que, para detectar huecos de cobertura, se use un dispositivo de comunicaciones y/o el dispositivo conforme a la invención, como, por ejemplo, un móvil de prueba, que se coloque en áreas problemáticas y allí evalúe el nivel de señal, la calidad de la señal y la información geográfica.

30 Preferentemente se prevé que la red de radio móvil esté habilitada para instar, preferentemente a todos los terminales móviles situados en el área de cobertura de esta tecnología, a enviar a la red de manera periódica o activada por evento en el modo activo, o especialmente para 3G en el modo CELL\_DCH, información sobre las condiciones de la radio (nivel de recepción y calidad de recepción). Con ello se extiende la fuente de información sobre huecos de cobertura a detectar de los móviles de prueba a preferentemente todos los terminales móviles situados en la red.

35 Resulta concebible que tras abandonar el hueco de cobertura de la red de una determinada tecnología de red y tras cumplirse los criterios de reserva para la red de esta tecnología de red, se lance un cambio de vuelta a la red de esta tecnología de red, donde este evento de reincidencia se evalúa para distinguir entre huecos de cobertura permanentes y temporales. De este modo se pueden detectar efectos de ping-pong, por ejemplo, los cambios de celda LTE -> 2G -> LTE o 3G -> 2G -> 3G.

La presente invención se describe ahora con más detalle en base a un ejemplo de ejecución y a los dibujos. Muestran:

40 Figura 1: una representación esquemática de un dispositivo para detectar huecos de cobertura en una red según un ejemplo de ejecución,

Figura 2: un diagrama de flujo simplificado para definir los huecos de cobertura en el modo inactivo 3G según la presente invención.

45 Figura 3: un diagrama de las fluctuaciones del nivel de señal y de la calidad de la señal en la red 3G dentro de un período de observación,

Figura 4: un diagrama de las fluctuaciones del nivel de la señal y de la calidad de la señal en la red 3G en el lado izquierdo y del nivel de recepción BCCH de una señal GSM en el lado derecho.

Figura 5: una reelección de celda de una red 3G a una red 2G (cambio a una celda más adecuada),

- Figura 6: un diagrama del transcurso temporal del nivel de recepción 2G BCCH en el lado izquierdo y del nivel de señal 3G y de la calidad de la señal 3G en el lado derecho;
- Figura 7: una representación esquemática de un efecto de respiración celular en la dirección UL y en la dirección DL de una red de radio móvil,
- 5 Figura 8: un diagrama de las relaciones del número de participantes y cantidades de datos transmitidos entre un área 2G y el área 3G correspondiente a nivel BSC o RNC según el estado actual de la técnica, y
- Figura 9: un diagrama de las relaciones de número de participantes y cantidades de datos transmitidos entre un área 2G y el área 3G correspondiente a nivel de celda según el estado actual de la técnica.
- 10 El dispositivo conforme a la invención puede ser, por ejemplo, (a) un dispositivo pasivo (de evaluación) que lea datos de medición de los elementos de la red a través de la unidad de entrada/salida (14), los procese en el procesador (16) y los compare con los valores umbral almacenados en la unidad de memoria (18), para detectar huecos de cobertura. En esta manifestación, el dispositivo no conlleva ninguna medición independiente del nivel y calidad de recepción, y datos geográficos, sino que analiza los valores medidos determinados a través de los elementos de red
- 15 y terminales móviles.
- El dispositivo conforme a la invención puede ser, por ejemplo, también un (b) dispositivo (de comunicaciones) que se comporte en la red como un terminal móvil y, además, realice y evalúe mediciones con el fin de detectar los huecos de cobertura de manera autónoma.
- Una ordenación preferida está en un se encuentra en un dispositivo de evaluación según la ejecución (a). Otros progresos concebibles de la invención son el empleo del algoritmo en un móvil de prueba según la ejecución (b), así como el uso del algoritmo para SON, realizado a través de la variante (a) o (b).
- Es concebible que el dispositivo sea un dispositivo de comunicaciones independiente, que como un teléfono móvil modificado sea capaz de realizar las mediciones y visualizar o emitir los resultados, es decir, los huecos de cobertura detectados (punto b).
- 25 Preferentemente, sin embargo, se prevé que las unidades de comunicaciones consistentes en el sistema de radio móvil (terminal móvil y estación base y/o RNC/BSC) de la unidad de hardware (12), los datos medidos (nivel de la señal, calidad de la señal e información geográfica) a través de su unidad de entrada/salida (14) y la unidad de hardware (12) sólo se utiliza para evaluar los datos y detectar los huecos de cobertura, mientras que la unidad de hardware no realiza mediciones separadas a través de una antena.
- 30 El dispositivo o dispositivo de comunicaciones conforme a la invención puede realizar mediciones activas.
- El principal caso de aplicación (dispositivo pasivo, que se utiliza para evaluar los datos y detectar huecos de cobertura) consiste en que sólo la información sobre los huecos de cobertura a detectar se transmite a la red de radio móvil o en un dispositivo de visualización (a través de la unidad de entrada/salida). (14) o a través de un nuevo componente a describir "unidad de visualización" (20) de la unidad de hardware (12) descrita en la Figura 1.
- 35 Antes de discutir el dispositivo conforme a la invención y el procedimiento conforme a la invención, se define a continuación el hueco de cobertura de manera más precisa.
- Debido a la diferente difracción de las ondas electromagnéticas en función de la frecuencia portadora, caen, a la misma potencia de transmisión, como se mencionó anteriormente, las áreas de cobertura geográfica para el uso de mayores frecuencias son menores que para frecuencias más bajas. Las celdas concéntricas generalmente se
- 40 planifican en los sistemas GSM de forma que la tecnología de 900 MHz representa una celda paraguas y la tecnología de 1800 MHz se usa para suministrar a áreas con un alto tráfico, los llamados puntos calientes, dentro de esta celda paraguas.
- Las celdas GSM poseen típicamente una mayor cubierta que las celdas UMTS que usan frecuencias en el rango de 2 GHz. Para los sistemas de radio móviles del estándar de Evolución a Largo Plazo (LTE), se han activado
- 45 diferentes bandas de frecuencia, donde las bandas de baja frecuencia de 800 MHz, debido a sus condiciones de propagación, se utilizan principalmente para macro-celdas, que brindan también cobertura en interiores, mientras que las frecuencias en el rango de 2600 MHz se utilizan preferentemente para celdas pico, que suministran áreas exteriores de alto tráfico o que se usan para el cobertura en interiores por medio de estaciones base domésticas.

La Figura 1 muestra una representación esquemática simplificada de un dispositivo (de comunicaciones) 10 conforme a la invención con una unidad de hardware 12, que presenta una unidad de entrada/salida 14, un procesador 16 y una unidad de memoria 18.

5 El dispositivo 10 puede ser parte de un terminal móvil, donde es muy posible, que éste esté configurado como un dispositivo separado.

Esta es una posible manifestación. La idea preferida esencial es que el dispositivo en sí no mide los datos (nivel y calidad de recepción, e información geográfica) sino que recopila los datos de medición determinados en los elementos de red RNC y NodeB (3G), eNodeB (LTE), así como BSC/PCU y BTS y los evalúa. El dispositivo descrito en esta invención graba los datos a través de la unidad de entrada/salida (14), identifica los huecos de cobertura utilizando el algoritmo descrito mediante el procesador (16) con la ayuda de los valores umbral almacenados en la unidad de memoria (18) y envía los huecos de cobertura identificados a través de la unidad de entrada/salida (14) a un terminal de visualización para su representación.

15 Para una ordenación de la invención en redes autoorganizadas SON, que se explican a continuación con más detalle, en esta variante, el dispositivo puede estar colocado físicamente en una posición cualquiera en la red y no se tiene que operar necesariamente en la ubicación de los presuntos huecos de cobertura. La funcionalidad del dispositivo podría integrarse también en el hardware y software de los elementos de red existentes, es decir el dispositivo y el elemento de red comparten el acceso a un procesador y a una unidad de almacenamiento. Como valores medidos, que se transmiten al dispositivo a través de la unidad de entrada/salida, sirven los datos en tiempo real, que registran in-situ los terminales móviles en la dirección DL y los elementos de red en la dirección UL.

20 Resulta esencial el empleo del algoritmo en el dispositivo de evaluación. El uso del algoritmo en un móvil de prueba es otra característica, como lo es la aplicación en SON.

A través de la unidad de entrada/salida 14 se recibe una señal 14, donde el nivel de señal (por ejemplo, RSCP), la calidad de la señal (por ejemplo, Ec/No) y la latencia de propagación se evalúan continuamente en el procesador 16 de la unidad de hardware 12.

25 Si el terminal móvil está en el modo reposo, en UMTS/HSPA, en el caso de un TraceMobile (rastreo de móvil), se proporcionan el nivel y la calidad de la señal. La calidad de la señal (Ec/No) también se comunica a la red en el caso de una configuración de control de recursos de radio (RRC). En el modo conectado (Connected Mode), se transmiten a la red la calidad de la señal (Ec/No) o el nivel de la señal (RSCP) activados por evento de cada terminal móvil.

30 Para distinguir los huecos de cobertura dentro del área de cobertura de los huecos de cobertura existentes en el borde de la celda, se deberían usar y procesar en el procesador 16 a través de la unidad de entrada/salida 14 mostrada en la Figura 1 los indicadores geográficos, es decir, información relacionada con la ubicación, por ejemplo, a través de triangulación de los tiempos de propagación de la señal (sistema de posicionamiento global - Global Positioning System, GPS, Galileo, servicios basados en la ubicación - Location Based Services, como la diferencia horaria mejorada observada - Enhanced Observed Time Difference (E-OTD), hora de llegada - Time of Arrival (TOA)), comparación de los niveles de recepción de diferentes estaciones base, ángel de llegada - Angel of Arrival o información relacionada con la hora (retraso de la propagación - Propagation Delay - o avance del temporizador - Timing Advance). Mientras que la información de avance del temporizador en redes 2G existe con una granularidad de aproximadamente 550 m, en las redes 3G, mediante la evaluación de la latencia de propagación basada en chip, pueden lograrse granularidades más finas del orden de magnitud de 100 m. Los datos se almacenan además en la unidad de memoria 18 y pueden recuperarse nuevamente para su salida a través de la unidad de entrada/salida 14.

En las redes UMTS/HSPA, el nivel de señal y la calidad de la señal se utilizan como criterios para poder acampar un terminal móvil en una celda 3G.

45 La Figura 2 muestra un diagrama simplificado de un estado de reposo, el llamado Idle Mode State. Además, para el nivel de señal (RSCP) se establece un valor umbral THR\_1 y para la calidad de la señal (Ec/No), un valor umbral THR\_2. Si el nivel de señal y la calidad de la señal se hallan por encima de estos valores umbrales, un terminal móvil puede acampar sobre la celda 3G. Sin embargo, si esta condición no se cumple, la celda se considera inadecuada para acampar y existe un hueco de cobertura.

50 Estos valores se monitorizan continuamente y se utilizan criterios adicionales para, al caer por debajo de un valor de umbral (aquí  $RSCP < THR_3$  y  $Ec/No < THR_4$ ) buscar otras celdas de la misma tecnología de red, y/o, si  $Ec / No < THR_5$ , celdas de otra tecnología de red (por ejemplo, GSM o LTE).

El caso A representado en la Figura 2 muestra la combinación de nivel de señal y calidad de la señal, y el caso B muestra el uso exclusivo del criterio de calidad. Si estos criterios no se cumplieran, podría un cambio de celda a otra

- 5 celda de la misma tecnología (3G) o, si se cumplieran los criterios de inicio de reserva, a otra tecnología de red, puede iniciarse un cambio a través de una reelección de celda (Cell-Reselection). Además, se utilizan criterios de clasificación para priorizar los cambios de celda dentro de la misma tecnología o a otra. Cabe señalar que este caso no representa ningún hueco de cobertura en el verdadero sentido, sino una situación, en la que se espera una mejora en la situación de cobertura mediante un cambio de celda. Sin embargo, dado que esto significa abandonar la tecnología anterior (3G), esta situación también se define asimismo como hueco de cobertura, que para identificar según el algoritmo conforme a la invención.
- 10 La Figura 2 define huecos de cobertura en el modo reposo (Idle Mode). Lo mismo se aplica, sin embargo, también para el modo conectado Connected Mode, donde se utilizan parámetros de transferencia en lugar de los parámetros de reelección de celda. Las condiciones de cobertura no cambian con una transición del modo reposo al conectado.
- La Figura 3 muestra un diagrama de las fluctuaciones del nivel de señal (RSCP) y de la calidad de la señal (Ec/No) dentro de un período de observación. En este contexto se representa gráficamente la variación de las condiciones de radio suficientemente supercríticas dentro de 40s. Además, hay fluctuaciones de 6 dB ( $\Delta$ RSCP = 6 dB) en el nivel de señal y de 5 dB ( $\Delta$ Ec/No = 5 dB) en la calidad de la señal (Ec/No).
- 15 En el instante t = 12:57:35 (hh: mm: ss) indicado sobre el eje de tiempo, el nivel de señal (RSCP) cae por debajo del valor de umbral de RSCP establecido THR\_1 = THR\_3 = -113 dBm. El terminal móvil busca ahora células vecinas adecuadas y mide para ello el nivel de recepción GSM.
- 20 La Figura 4 muestra el nivel de recepción del canal de control de transmisión (Broadcast Control Channel, BCCH) de la señal GSM a de -60 dBm a -65 dBm, que es lo suficientemente alto para cumplir los criterios de marcación. Como puede verse en el diagrama, existe una gran diferencia entre el nivel de recepción 2G y 3G (RxLEV-RSCP = 46 dB). Cuando se detecte una cobertura insuficiente en una celda 3G, una celda 2G presentará un nivel de recepción mucho más alto, como se muestra en la Figura.
- 25 A continuación envía un terminal móvil con capacidad 2G y 3G (terminal RAT dual), como se muestra en la Figura 5, una solicitud para un canal de señalización en la red 2G (Channel Request solicitud de canal), una solicitud para cambiar a la red 2G (Location Update Request solicitud de actualización de ubicación), así como, a continuación, un Informe de medición 2G (2G Measurement Report).
- 30 El cambio de la red 3G, debido a un hueco de cobertura, a la red 2G se llevó a cabo y el terminal móvil ahora está en la red 2G y conlleva allí, además de las mediciones para la cobertura 2G, también mediciones del nivel de señal y de la calidad de la señal de la red 3G, como se muestra en la Figura 6. En el modo 2G, las células 3G se monitorizan constantemente y, como se representa gráficamente en la Figura 6, la condición  $E_c / N_o > -12$  dB se cumple a las 13:10:18.
- Tan pronto se abandone el hueco de cobertura 3G y se cumplan los criterios de reserva para la red 3G según la Figura 2, se puede activar el cambio de vuelta a la red 3G.
- 35 El hueco de cobertura 3G aquí descrito se produce en las redes de radio móvil no sólo en el borde de la celda, sino también en áreas mal suministradas muy alejadas del borde de la celda.
- Como se explicó antes detalladamente, se debería identificar un hueco de cobertura como tal, si los criterios nivel de señal (RSCP) o calidad de la señal (Ec / No) quedan, en cooperación con la información geográfica, por debajo de ciertos valores umbrales, es decir [(nivel de señal <umbral S1) O (calidad de la señal <valor umbral S2)] Y (tiempo de propagación de la señal <valor umbral S3).
- 40 Dependiendo de la selección de los valores umbral, se pueden definir las dos aplicaciones mostradas en la Figura 2, a saber:
- 1) detección de huecos de cobertura, en las que se ha definido que una acampada del terminal móvil ya no es adecuada (lado izquierdo de la Figura 2); y
- 45 2) detección de áreas de cobertura, en las que se buscan células vecinas más adecuadas o células de otras tecnologías de red (lado derecho de la Figura 2).
- A través del carácter de la promediación temporal de los parámetros de entrada nivel de señal, calidad de la señal y tiempo de propagación de la señal puede determinarse, cómo de rápido y con qué frecuencia se reacciona a quedar por debajo de los valores umbrales, es decir cómo de rápido se identifica un hueco de cobertura como tal. Típicamente, la promediación debería realizarse correspondientemente a la promediación ejecutada para la reelección y/o traspaso de celda.
- 50

La presente invención puede usarse tanto para la detección de huecos de cobertura permanentes, como para huecos de cobertura temporales. Son además posibles y factibles las siguientes aplicaciones.

5 Caso 1: Las áreas geográficas con un nivel de señal permanentemente demasiado bajo solo pueden reconocerse de manera insuficiente en las herramientas de planificación de red. La calidad con la que se reconocen depende de los parámetros de planificación subyacentes. La desventaja de la baja granularidad de las herramientas de planificación (la resolución típica dentro de la cual se asumen valores unitarios, por ejemplo, de la calidad del edificio es de 50 m x 50 m) la resuelve el algoritmo dinámico conforme a la invención, que, debido a los datos reales de la red, puede trabajar con resoluciones hasta la resolución geográfica del procedimiento de posicionamiento.

10 Caso 2: Un hueco de cobertura permanente en una tecnología de red debido a la baja calidad de la señal generalmente se debe a una planificación de radio defectuosa (solapamiento de celdas/interferencia/ajustes del ángulo de inclinación de la antena). En este caso, prevalece en la celda considerada una señal recibida excesivamente alta de las celdas adyacentes, lo que conduce a interferencias perturbadoras y, por lo tanto, a un bajo  $E_c/N_0$ , como puede verse en la Figura 2. Sin embargo, las herramientas de planificación no indican correctamente la interferencia producida por otras celdas, ya que las suposiciones en los modelos de propagación a menudo se desvían de las condiciones reales, por ejemplo, el supuesto de una atenuación excesiva a lo largo de una calle, pero que en realidad podría conducir a una alta potencia de recepción en posiciones muy alejadas fuera del área de la celda real. Este efecto es particularmente pronunciado en las redes LTE y UMTS, que típicamente se planifican con un factor de repetición de frecuencia de 1.

20 Caso 3: Un hueco de cobertura debida a una caída temporal del nivel es un caso de aplicación típico de la presente invención. En las redes de radio móvil se producen, por ejemplo, en la cobertura en interiores, sombreados temporales de la señal útil debidos a las personas que se mueven dentro de un apartamento y, por lo tanto, caídas de nivel de a menudo hasta 10 dB. Si el nivel de recepción sin sombreado temporal estuviera ya cerca de  $S_1$ , así se detecta un hueco de cobertura al quedar por debajo del valor umbral mediante el sombreado adicional según la condición [(nivel de señal < valor umbral  $S_1$ ) O (calidad de la señal < valor umbral  $S_2$ )] Y (tiempo de propagación de la señal < valor umbral  $S_3$ ). A tal efecto se tiene que cumplir también la tercera condición (tiempo de propagación de la señal < valor umbral  $S_3$ ). Sin embargo, con este algoritmo pueden detectarse caídas de nivel tanto locales como también temporales.

30 Caso 4: Los huecos de cobertura debidos a variaciones temporales en la calidad de la señal son un problema importante en las redes 3G y, a menudo, se deben al efecto de respiración celular. Este efecto se representa en la Figura 7 y se produce en las direcciones tanto UL como también DL. La interferencia intracelular desempeña tecnológicamente un papel mucho más importante en las redes 3G que en las redes 2G o LTE, porque en las redes de acceso múltiple por división de código (Code Division Multiple Access, CDMA), la interferencia intracelular, debido a la corta distancia entre las fuentes de interferencia UL, la interferencia intracelular es más importante que la interferencia intercelular.

35 El área de cobertura de la celda está limitada por la máxima potencia de emisión. Sin embargo, ésta tiene que ser suficientemente alta para, según la Figura 2 mantener un determinado  $E_c/N_0$  en el receptor. Al aumentar la carga de tráfico en la red, aumenta tanto la interferencia intracelular como la intercelular. Cuanto mayor sea la interferencia, menos ensombrecida podrá estar la señal útil, para mantener la calidad de la recepción con la misma potencia de emisión. Un aumento de la interferencia conlleva que en ciertas áreas ya no se cumpla el criterio  $E_c/N_0 > THR_i$  con  $i = \{2; 4; 5\}$  según la Figura 2. Esto conduce a una reducción de la superficie de la celda, un efecto que se produce especialmente en las redes de radio móvil 3G, cuya existencia, sin embargo, no puede identificarse mediante la evaluación de los contadores de rendimiento convencionales y sus huecos de cobertura provocados deben detectarse según el algoritmo conforme a la invención.

45 En la dirección DL, la respiración celular puede estar causada por un número variable de participantes y el diferente beneficio por Despreading (del inglés despropagación). Consideremos un escenario sin canales comunes ni celdas vecinas. Si un participante se encuentra en la celda contemplada con el factor de dispersión 16 ( $SF = 16$ ), a esta conexión se le asigna toda la potencia de transmisión DL. La señal recibida llega atenuada al terminal móvil. Mediante Despreading se amplifica la señal de recepción en un factor de 16. Esto se traduce, por consiguiente, en una alta calidad de recepción.

50 En cambio, si hay 16 participantes en la celda en la misma ubicación, de los que cada uno usa  $SF = 16$ , así se divide la potencia de emisión de DL entre todos los participantes y la conexión a cada participante tiene asignada 1/16 de la potencia de emisión total. A pesar del beneficio de Despreading, se obtiene debido al alto número de participantes una baja calidad de recepción. Los huecos de cobertura surgidos por Cell Breathing (respiración celular) no pueden detectarse ni mediante los contadores de rendimiento convencionales (Performance Counter) para el rendimiento, ni mediante los contadores de interferencias (Received Total Wideband Power - potencia de banda ancha total recibida, RTWP). En vez de huecos de cobertura, en este contexto se dan, en las evaluaciones del contador de rendimiento (Performance-Counter), indicios de una expansión de la capacidad.

El paso significativo de la solución conforme a la invención es la evaluación continua de los datos de rendimiento (nivel de señal y calidad de la señal) y el vínculo con la información geográfica, para identificar huecos de cobertura dentro del área suministrada debido a los datos de planificación.

5 Para obtener en las redes 3G un conocimiento detallado de nivel de recepción y calidad de recepción en la ubicación del terminal móvil, en otra expresión de esta invención, la red de radio móvil debería ponerse en condiciones de que el terminal móvil realice informes de medición periódicos o activados por eventos, lo que no se lleva a cabo en los actuales sistemas de radio móvil 3G según el estado actual de la técnica. Con ello se fuerza al terminal móvil a reportar información, en el estado CELL\_DCH (dedicated channel, canal dedicado) Status de las condiciones de recepción que prevalecen en la dirección DL a la red. En la dirección UL, en cambio, en el modo activo se evalúan ya el nivel de recepción y la calidad de recepción. La emisión de estos informes de medición debería poder limitarse a celdas y/o a participantes. Una selección relacionada con el participante puede realizarse evaluando la Identidad de Abonado Móvil Internacional (IMSI) para, por ejemplo, demostrar los huecos de cobertura reportados por los participantes.

15 En otra ordenación preferida de la invención, el algoritmo antes descrito puede usarse para las denominadas redes autoorganizadas (Self Organizing Networks, SON), para identificar huecos de cobertura en el contexto de SON. El objetivo de SON se encuentra en identificar y notificar los problemas - especialmente en el área de acceso de radio (Radio Access) -, y en otro paso tomar contramedidas, de manera basada en las reglas y automatizada. Un ejemplo es la detección de huecos de cobertura de DL o UL con una variación automatizada del ángulo de inclinación de la antena (Tilt = inclinación).

20 El algoritmo conforme a la invención brinda la solución para identificar huecos de cobertura. Además, la detección de los huecos de cobertura puede aplicarse a los más diversos canales para redes 2G, 3G y LTE. Mediante los valores umbral individuales S1i, S2i y S3i se pueden establecer diferentes criterios para cada canal i según la condición [(nivel de señal <valor umbral S1i) O (calidad de señal <valor umbral S2i)] Y (tiempo de propagación de la señal <valor umbral S3i).

25 En otra ordenación de la invención, el algoritmo puede para optimizar parámetros de software, por ejemplo, para optimizar la reelección de células y parámetros de transferencia, así como para la configuración de la potencia de transmisión.

30 Además, el algoritmo puede emplearse para optimizar la inclinación de la antena (por ejemplo, automatizada por inclinación eléctrica remota, RET - Remote Electrical Tilting) o como nueva variable de entrada para el algoritmo descrito en 3GPP Inter-Cell Interference Coordination – Coordinación de interferencia entre celdas (ICIC). En el último caso, la información sobre los huecos de cobertura detectados se debería utilizar por medio del algoritmo aquí descrito para reducir la interferencia en estos puntos mediante medidas de ICIC y para evitar huecos de cobertura temporales.

35 Pero también es bastante posible aplicar el algoritmo descrito aquí para la red 3G a las redes 2G y LTE. En las redes 2G, se debería analizar el nivel de recepción (RxLEV), que determina permanentemente la estación base en la dirección UL para una conexión activa y se transmite a la DL mediante informes de medición a la red. La calidad de la señal debería ser determinada a través de la evaluación de la tasa de error de bit (BER), la tasa de error de bloque (BLER) para servicios de transferencia en modo paquete y la tasa de error de circuito para los servicios conectados por circuito. Posibilidades alternativas son la evaluación del C/I, que se puede estimar mediante la BER o mediante el parámetro 3GPP RxQUAL (calidad de recepción), que incluye un mapeo de la tasa de error de bits a ocho etapas RxQUAL. Alternativas adicionales son las variables derivadas de la información de calidad, como el esquema de modulación y codificación (MCS) utilizado para los servicios orientados a paquetes y los modos de codificación para servicios enlazados a canales. Para el cálculo del avance de tiempo de la señal debería utilizarse la información de avance del temporizador.

45 Para LTE deben utilizarse los parámetros potencia de señal de referencia recibida (RSRP) e indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) para determinar la intensidad de la señal. La calidad de la señal debería analizarse en base a los parámetros SINR, el indicador de calidad del canal (CQI) y/o la calidad de la señal de referencia recibida (RSRQ) o en base al uso de MCS.

50 Generalmente, los huecos de cobertura dentro de una tecnología de red se pueden detectar aquí evaluando la información que precede a un cambio de celda. También se pueden detectar los huecos de cobertura en un área que no sea abastecida por ninguna otra tecnología de red. En este caso, en lugar de producirse el cambio de celda salvador, el compuesto se descompone.

55 Ejemplos de ello son la detección de huecos de cobertura de LTE2600 MHz, cuyo tráfico se realiza a través de la tecnología subyacente LTE800 MHz o 3G ó 2G. El caso opuesto también es posible, es decir, un hueco de cobertura en la red LTE800 MHz debido al sombreado y la asunción del tráfico a través de LTE2600 MHz.

Las anteriores ejecuciones se refieren al caso 3G. Sin embargo, el dispositivo conforme a la invención y el procedimiento conforme a la invención se pueden usar también de manera adaptada para 2G y LTE, así como para otros estándares de radio móvil.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. dispositivo para detectar huecos de cobertura permanentes y/o temporales en una red, particularmente en una red de radio móvil, donde el dispositivo es apropiado para detectar y evaluar datos a tiempo real de la red, para identificar un hueco de cobertura, donde el dispositivo presenta una unidad de hardware (12), que contiene lo siguiente:
- una unidad de entrada / salida (14) para recibir y emitir los datos en tiempo real detectados;
  - un procesador (16) para procesar los datos en tiempo real; y
  - una unidad de memoria (18) para almacenar y recuperar los datos,
- 10 y en donde, como datos en tiempo real, el nivel de la señal y la calidad de la señal puede detectarlos la unidad de entrada/salida (14) y pueden añadirse al procesador (16) para el procesamiento, y en la unidad de memoria (18) están contenidos los niveles umbrales del nivel de la señal, calidad de la señal y tiempo de propagación de la señal, caracterizan un hueco de cobertura, donde los valores umbral pueden agregarse al procesador (16) para la evaluación de los datos en tiempo real detectados, y para la evaluación de los datos agregados en el procesador (16) el tiempo de propagación de la señal se puede usar para distinguir los huecos de cobertura en la zona interna
- 15 de una área de cobertura cubierta por la celda de los huecos de cobertura generados en un borde de celda.
2. dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo es apropiado para leer datos en tiempo real de otros terminales móviles presentes en la red, donde preferentemente está previsto, que el dispositivo sea apropiado para leer estos datos a través de una entrada/salida, procesarlos en un procesador y, por comparación con los valores umbral contenidos en una unidad de memoria, detectar huecos de cobertura.
- 20 3. dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el hueco de cobertura puede detectarse en base a una combinación de parámetros de medición y valores umbral.
4. dispositivo según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque para la evaluación de los datos agregados en el procesador (16) pueden usarse otros datos, como el avance temporal y/o información geográfica, para distinguir los huecos de cobertura en la zona interna de un área de cobertura cubierta por la célula de los huecos de cobertura generados en un borde de celda.
- 25 5. Terminal móvil con capacidad para múltiples tecnologías, que es adecuado para enviar, en el modo conectado, en particular para la tecnología 3G en estado CELL\_DCH, protocolos de medición periódicos o controlados por eventos a una red de radio móvil e informar a ésta sobre un nivel de recepción real y una calidad de recepción real de una señal en tiempo real recibida por una unidad emisora/receptora del terminal móvil para proporcionar información sobre las condiciones de recepción en la ubicación del terminal móvil en el modo de conexión, teniendo el terminal el dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4.
- 30 6. Procedimiento para detectar huecos de cobertura permanentes y/o temporales en una red, particularmente en una red de radio móvil, con los siguientes pasos procedimentales:
- recepción de una señal por medio de una unidad emisora/ receptora (14) de un dispositivo (10);
  - evaluación del nivel de señal (por ejemplo, RSCP), de la calidad de la señal (por ejemplo, Ec/No) así como del tiempo de propagación de la señal en un procesador (16) previsto en el dispositivo (10); y
  - transmisión de los datos de señal evaluados a la red de radio móvil,
- 35 donde los datos de la señal se evalúan continuamente y se detecta un hueco de cobertura cuando cae por debajo de un umbral establecido para el nivel de la señal o cae por debajo de un umbral establecido para la calidad de la señal y cae por debajo de un umbral establecido para el tiempo de propagación de la señal dentro de un período de observación.
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque la selección de los umbrales establecidos sirve para la identificación de huecos de cobertura, en las que se define como no apropiado una acampada del terminal o incluso una operación del terminal en el modo activo.
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque la selección de los valores umbral establecidos sirve para la identificación de áreas de servicio, en la que se buscan células vecinas más adecuadas o células de otras tecnologías de red.

- 5 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque el dispositivo (10) es parte de un terminal móvil, donde el terminal móvil es capaz de operar en 2G y/o 3G, y/o puede operarse en LTE y/u otros estándares de radio móvil, y donde el dispositivo, debido a un hueco de cobertura detectado, realiza un cambio de una red de una primera tecnología de red a la red de una segunda tecnología de red, donde el dispositivo (10) es apropiado para llevar a cabo en la red de la segunda tecnología de red también mediciones del nivel de señal y de la calidad de la señal de la red de la primera tecnología de red.
- 10 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque tras salir del hueco de cobertura de la red de una determinada tecnología de red y tras cumplir los criterios de reserva para la red de esta tecnología de red, se inicia un cambio de nuevo a la red de esta tecnología de red, donde este evento de recaída se evalúa para una distinción entre los huecos de cobertura permanentes y temporales.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado porque la calidad de la señal y/o el nivel de señal de cada terminal móvil terminal, que esté al alcance de una estación base, se transmiten periódicamente o de manera controlada por eventos en el modo de conexión a la red con el objeto de detectar huecos de cobertura.

Figura 1

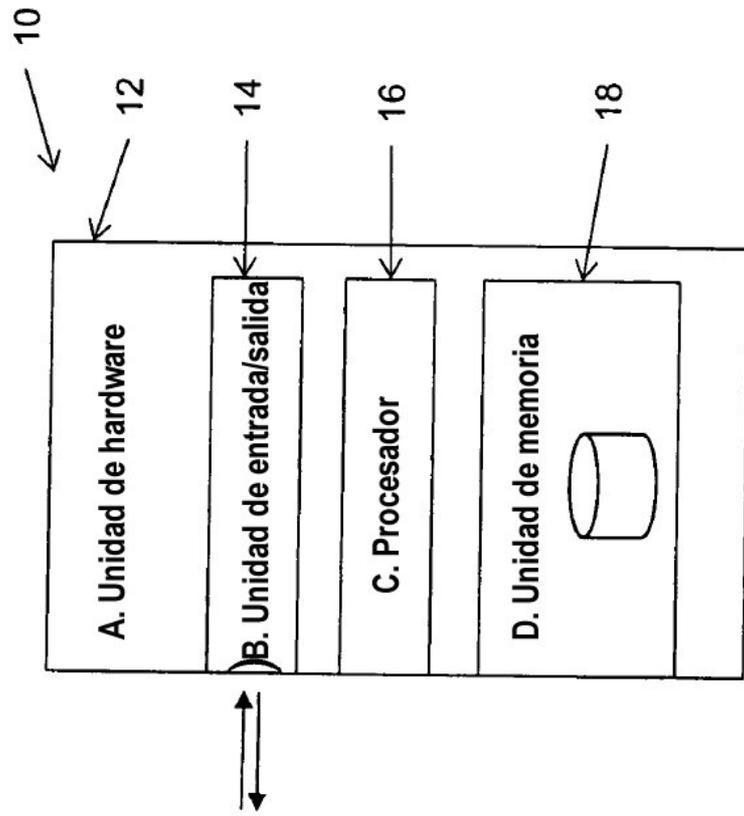


Figura 2

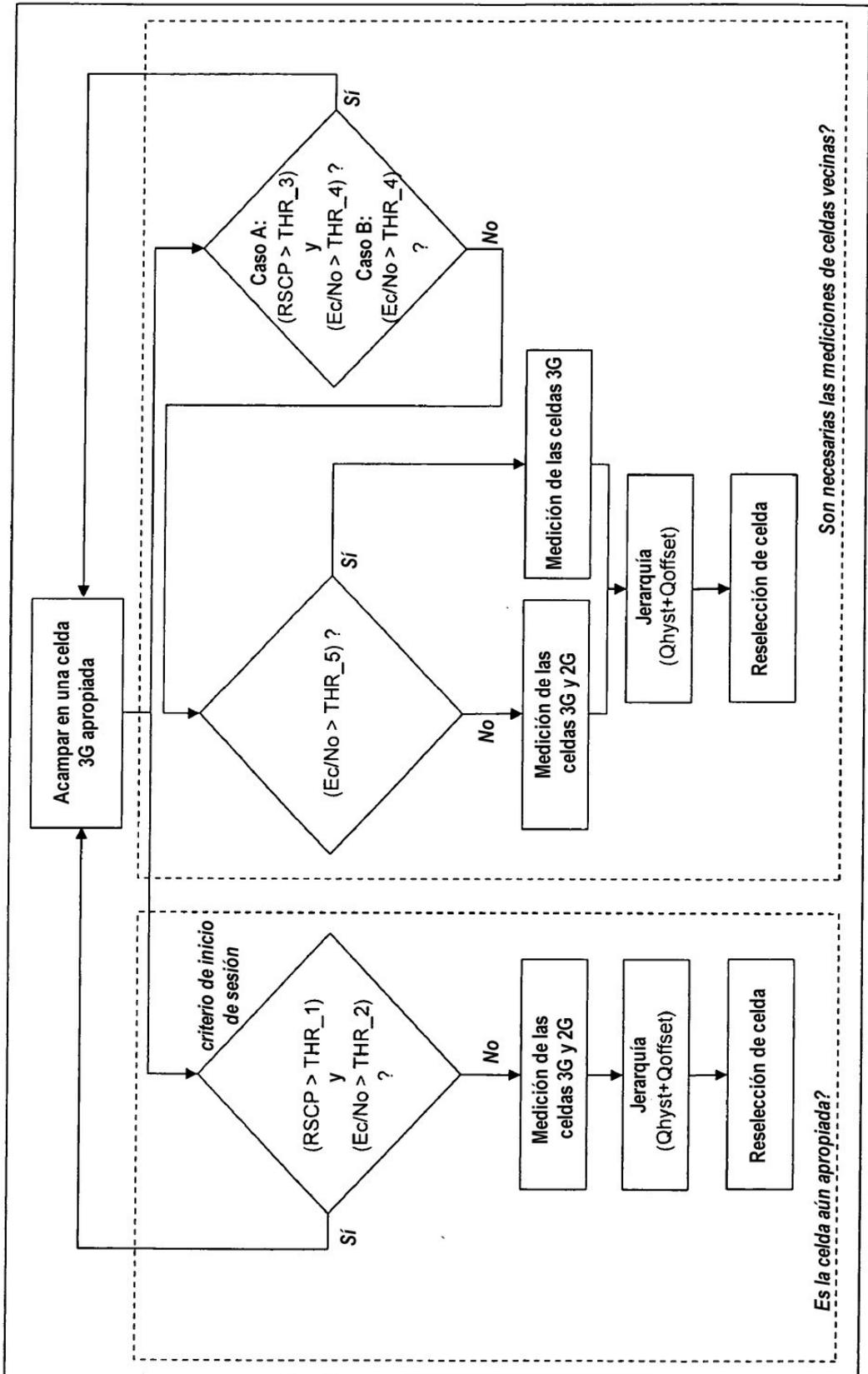
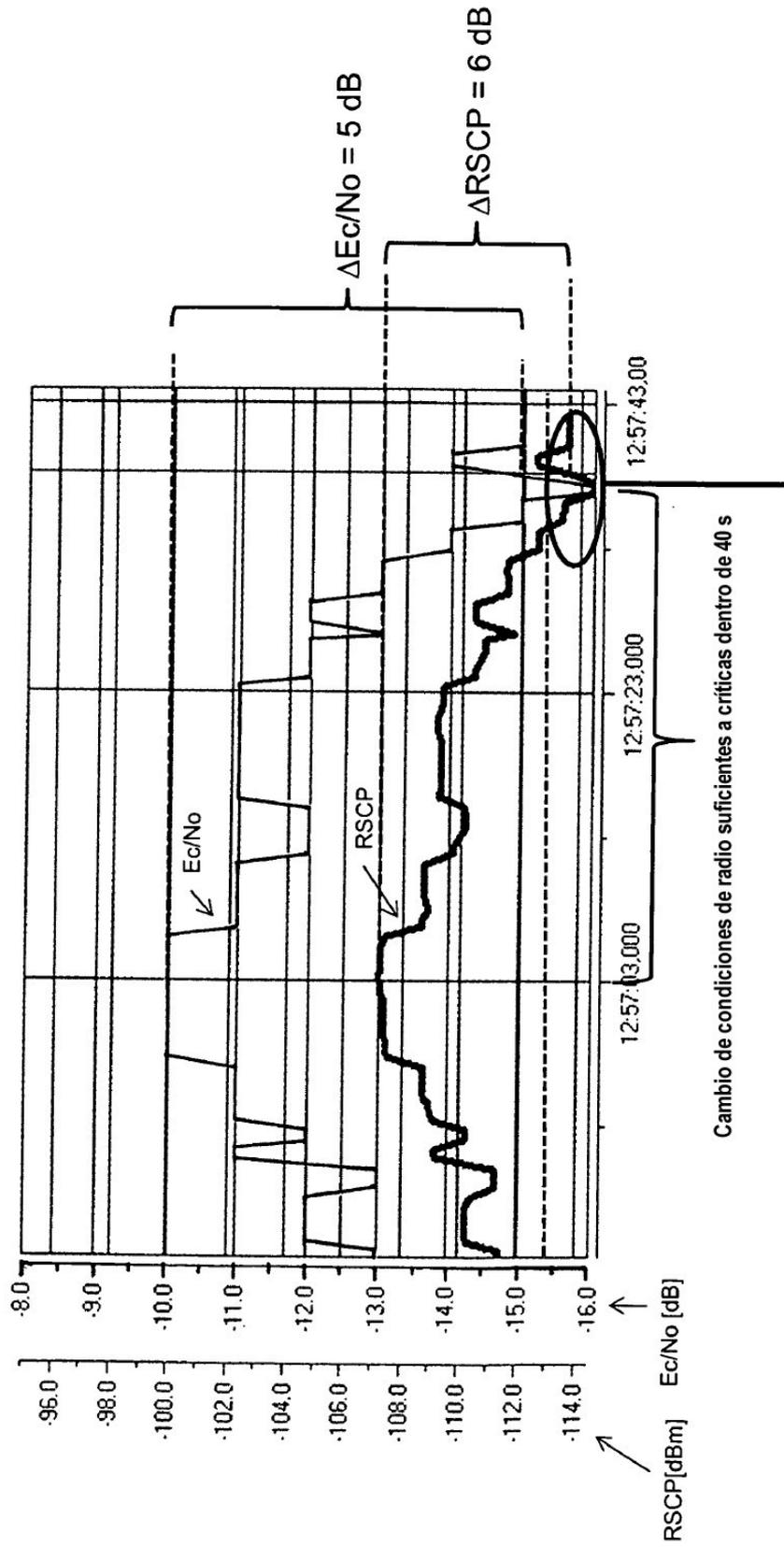
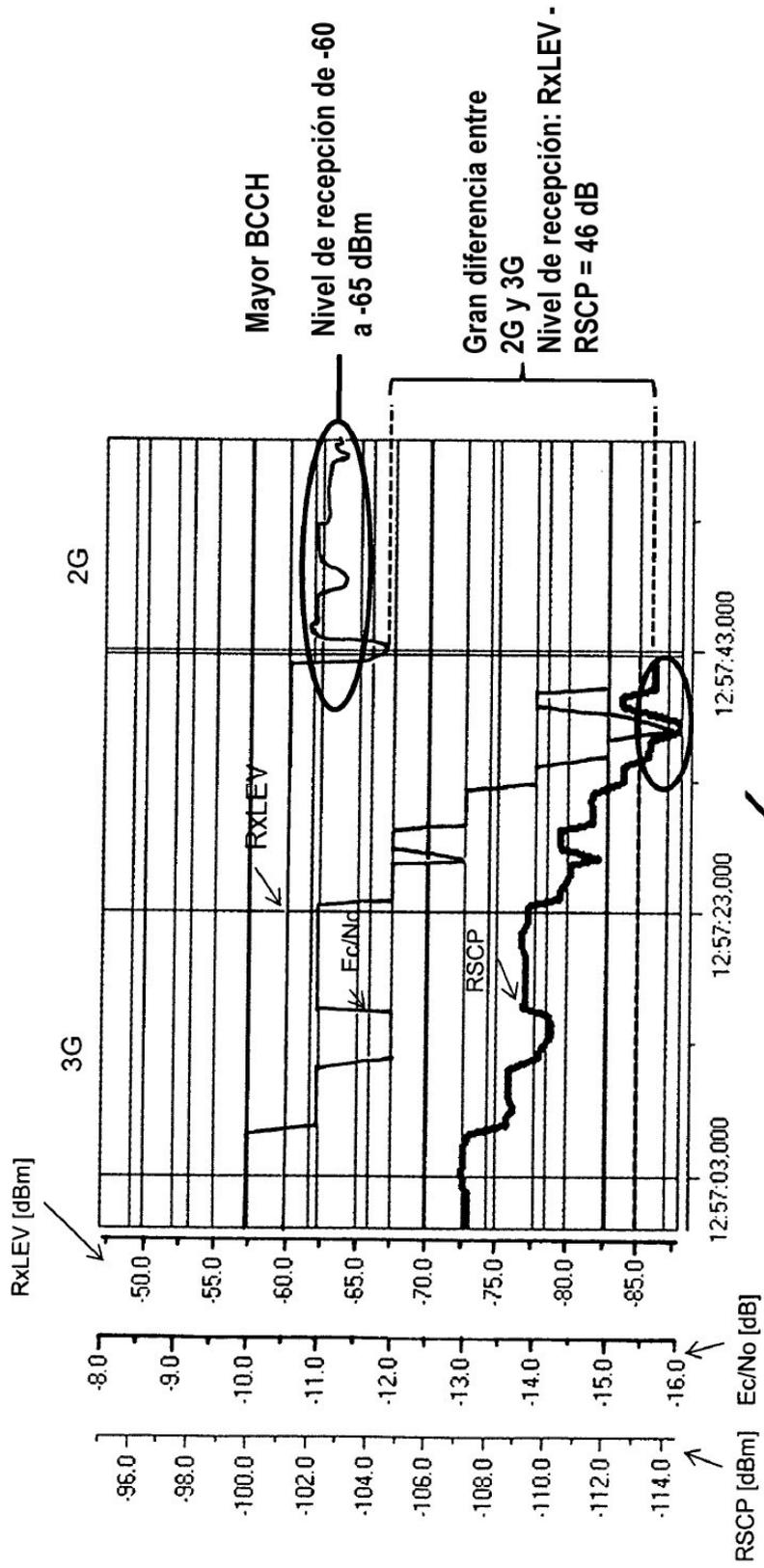


Figura 3



RSCP < -113 dBm → celda ya no más apropiada

Figura 4



- Nivel de recepción insuficiente de una celda 3G
- Celda 2G ofrece nivel de recepción considerablemente mayor

Figura 5

| Hora         | Down (Bajada)  | Up (Subida)                                       |
|--------------|--|---|
| 12:57:42,586 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,586 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,586 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,649 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,649 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,680 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 1 (Down)                    |   |
| 12:57:42,680 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 2 (Down)                    |   |
| 12:57:42,680 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 2ter (Down)                 |   |
| 12:57:42,680 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 3 (Down)                    |   |
| 12:57:42,680 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 4 (Down)                    |   |
| 12:57:42,680 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 13 (Down)                   |   |
| 12:57:42,680 |  | PETICION DE CANAL (Up)                            |
| 12:57:42,743 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,743 | PETICION DE PAGINACION TIPO 2 (Down)                     |   |
| 12:57:42,805 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,805 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:42,868 | ASIGNACION INMEDIATA (Down)                              |   |
| 12:57:42,993 |  | PETICION DE ACTUALIZACION DE LA LOCALIZACION (Up) |
| 12:57:43,118 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 5 (Down)                    |   |
| 12:57:43,118 |  | INFORME DE MEDICION (Up)                          |
| 12:57:43,180 | PETICION DE ACTUALIZACION DE LOCALIZACION (Down)         |   |
| 12:57:43,180 |  | Info.Capacidad de acceso radio UE (Up)            |
| 12:57:43,180 |  | Info.Transferencia Inter RAT (Up)                 |
| 12:57:43,305 |  | CAMBIO DE MARCA DE CLASE (Up)                     |
| 12:57:43,430 | COMANDO DEL MODO DE CIFRADO (Down)                       |   |
| 12:57:43,430 |  | CAMBIO DE MARCA DE CLASE UTRAN (Up)               |
| 12:57:43,555 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 5ter (Down)                 |   |
| 12:57:43,618 |  | INFORME DE MEDICION (Up)                          |
| 12:57:43,930 |  | MODO DE CIFRADO COMPLETO (Up)                     |
| 12:57:44,055 | INFORMACION DEL SISTEMA TIPO 6 (Down)                    |   |
| 12:57:44,055 |  | INFORME DE MEDICION (Up)                          |
| 12:57:44,118 | ACEPTACION DE LA ACTUALIZACION DE LA LOCALIZACION (Down) |   |
| 12:57:44,336 | INFORMACION MM (Down)                                    |   |
| 12:57:44,399 |  | REASIGNACION TMSI COMPLETA (Up)                   |
| 12:57:44,524 |  | INFORME DE MEDICION (Up)                          |
| 12:57:44,586 | LIBERACION DEL CANAL (Down)                              |   |
| 12:57:44,993 |  | INFORME DE MEDICION (Up)                          |
| 12:57:45,180 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |
| 12:57:45,180 | PETICION DE PAGINACION TIPO 1 (Down)                     |   |

← 3G

← 2G

Solicitud de un canal de señalización en la red 2G

Solicitud de cambio a la red 2G

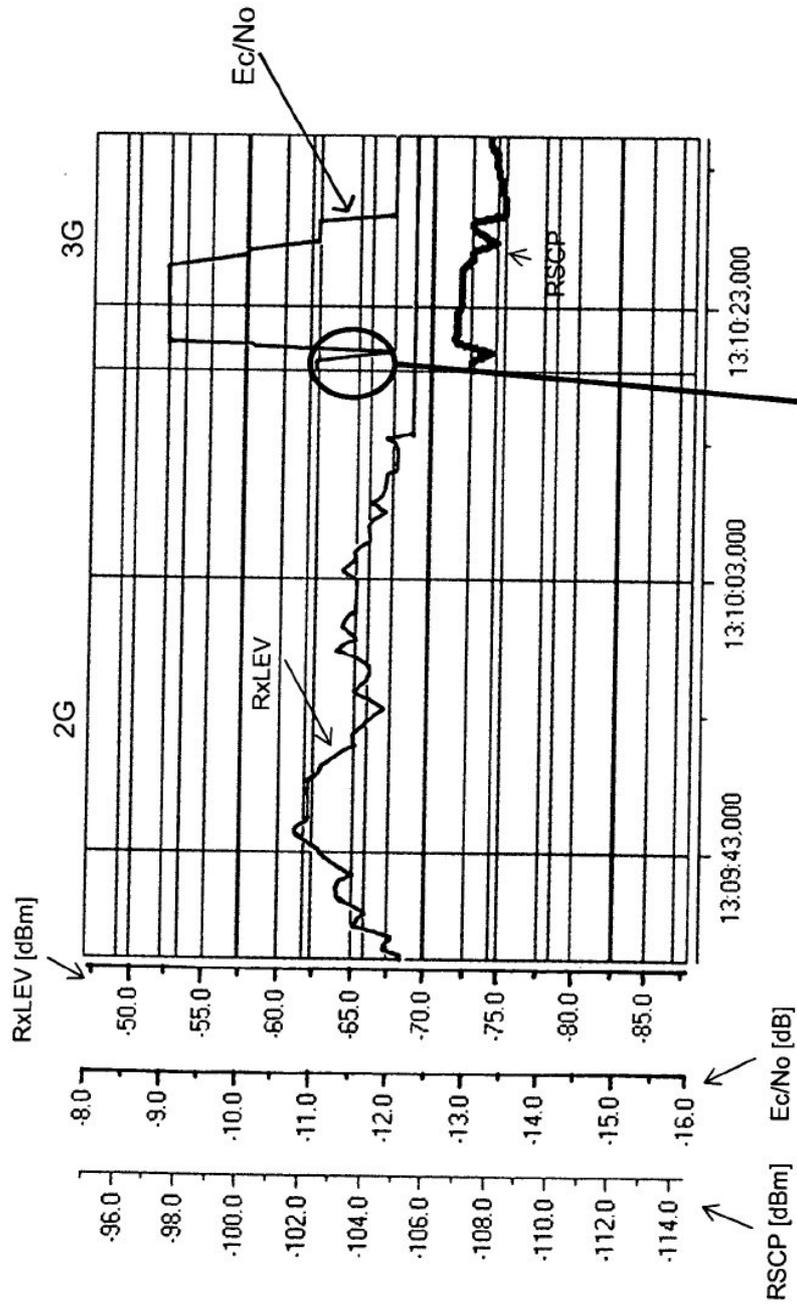
Informe de medición 2G

Informe de medición 2G

Permiso de cambio a la red 2G concedido

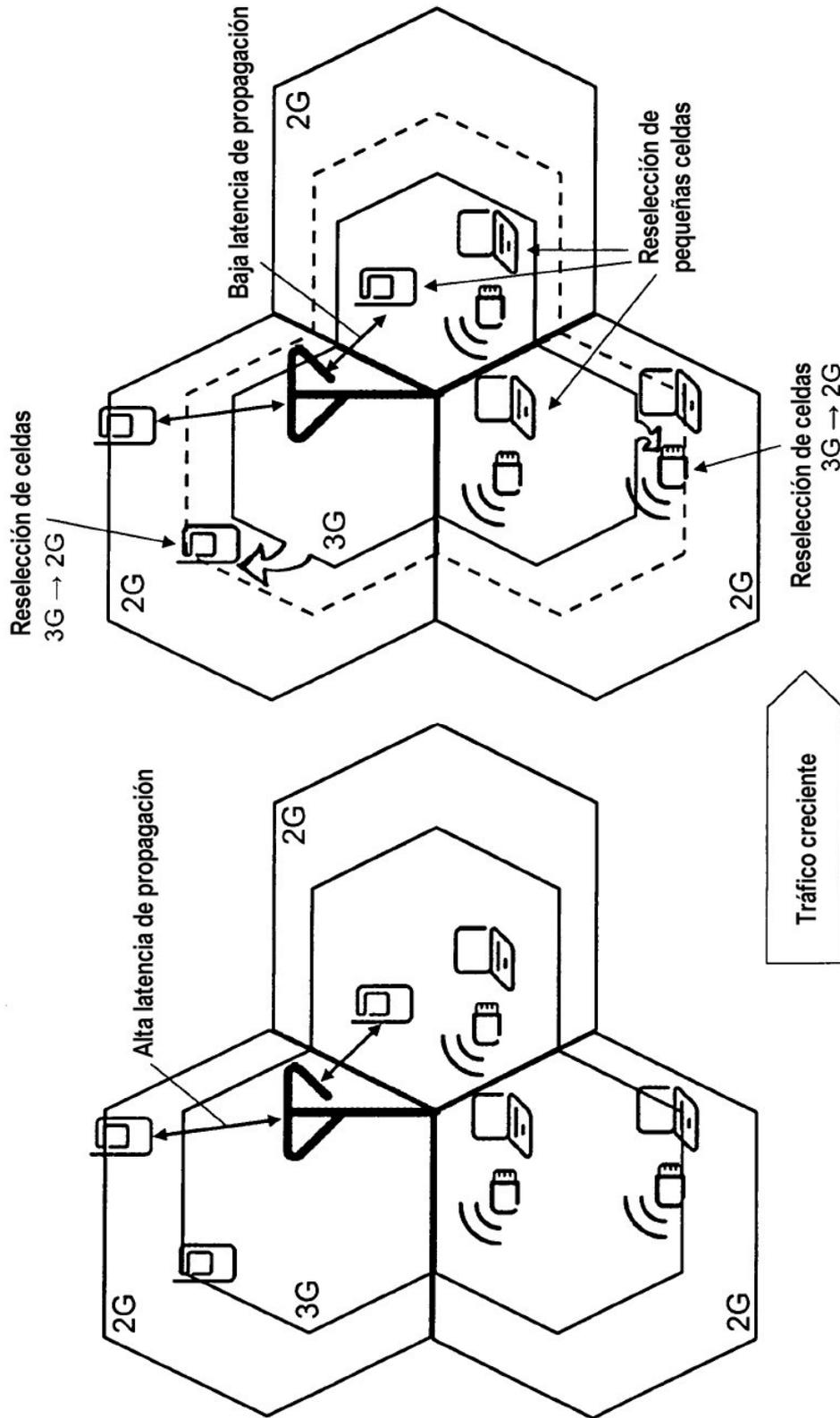
Informe de medición 2G

Figura 6

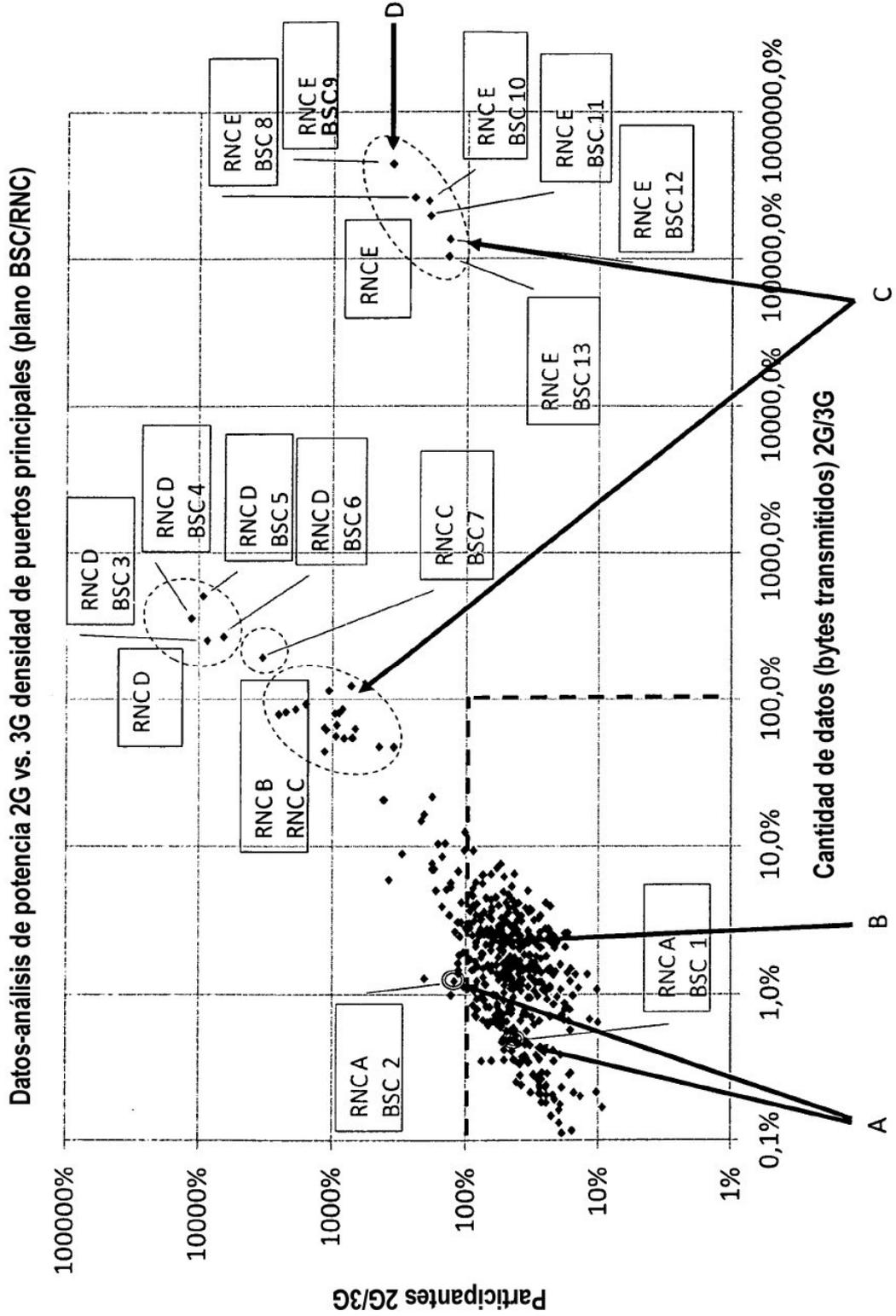


- En el modo 2G se monitorizan celdas 3G continuamente
- La condición  $Ec/No > 12$  dB se cumple a las 13:10:18

Figura 7



**Figura 8** Estado actual de la técnica



**Figura 9** Estado actual de la técnica

