

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 980**

51 Int. Cl.:

**H04W 48/16** (2009.01)

**H04J 11/00** (2006.01)

**H04W 56/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2014 PCT/EP2014/076106**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2016 WO16086956**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2014 E 14805899 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 3228125**

54 Título: **Procedimientos de conexión y búsqueda de célula en un dispositivo de comunicación celular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.12.2018**

73 Titular/es:  
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)**  
**(100.0%)**  
**164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:  
**LINDOFF, BENGT y**  
**REIAL, ANDRES**

74 Agente/Representante:  
**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 693 980 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

Procedimientos de conexión y búsqueda de célula en un dispositivo de comunicación celular

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a procedimientos de búsqueda de células en una red de comunicación celular.

**Antecedentes**

10 La evolución posterior de los sistemas de comunicación celular, como lo que a veces se denomina sistemas de comunicación celular de quinta generación (5G), requerirá típicamente un rendimiento de tasa de bits en el orden de Gb/s y anchos de banda de frecuencia de señal en el orden de 100 MHz en el enlace descendente. A modo de comparación, el ancho de banda de señal máximo (para una portadora de un solo componente) en un sistema de comunicación celular actual de LTE (evolución a largo plazo) de 3GPP (programa asociación de tercera generación) es de 20 MHz, es decir, un factor 5 más bajo. Para encontrar dichos anchos de banda libres, la frecuencia portadora puede necesitar aumentar un factor 10-20 por encima de las frecuencias portadoras actuales (radiofrecuencia, RF) usadas en los sistemas de comunicaciones celulares actuales de 2ª, 3ª y 4ª generación (2G, 3G o 4G), que normalmente están en el rango de 1-3 GHz.

20 Normalmente, el bajo coste y el bajo consumo de energía son convenientes para los dispositivos de comunicación celular. Al mismo tiempo, también existe el deseo de que los dispositivos de comunicación celular puedan operar en múltiples tecnologías de acceso por radio (RAT). Un dispositivo que tiene dicha funcionalidad multi-RAT se denomina a continuación un dispositivo multi-RAT. Por ejemplo, un dispositivo 4G normalmente también soporta la operación en sistemas de comunicaciones 2G y 3G. Una razón para esto es el despliegue gradual de nuevas RAT, por lo que el uso de una nueva RAT es limitante desde la perspectiva del usuario final. Por lo tanto, es probable que los nuevos dispositivos en un futuro cercano, que soportan un sistema celular 5G, también soportan sistemas heredados, como uno o más sistemas 2G, 3G y 4G.

30 Un oscilador de cristal puede proporcionar una señal de reloj de referencia a un circuito transceptor de radio de un dispositivo de comunicación celular. El oscilador de cristal puede diseñarse, por ejemplo, para operar a 26 MHz y ser accionado por un generador de señales de reloj de referencia de 32 kHz de bajo costo. Para cumplir con las restricciones de bajo coste y bajo consumo de energía, normalmente se debe aceptar un cierto grado de inexactitud del oscilador de cristal. La incertidumbre de bucle abierto (desviación máxima de un valor nominal) de la frecuencia del oscilador de cristal puede ser del orden de 10-15 ppm. Por lo tanto, una vez que se enciende un dispositivo de comunicación celular, existe una incertidumbre con respecto a la frecuencia de referencia en el dispositivo, que debe ser manejada por el dispositivo durante un proceso de búsqueda de células inicial cuando el dispositivo busca una célula con la que sincronizarse.

40 En un sistema 2G, como un sistema GSM (sistema global para comunicaciones móviles), para el cual la frecuencia portadora es ligeramente inferior a 1 GHz, la incertidumbre de frecuencia en el encendido del dispositivo de comunicación celular puede ser del orden de 10-15 kHz. La ráfaga FCCH (canal de corrección de frecuencia) en GSM, que es una señal de 67,7 kHz, suele ser tolerante a los errores de frecuencia en ese orden, y generalmente no es necesario tomar medidas específicas durante la búsqueda inicial de la célula debido a la imprecisión del oscilador de cristal.

50 Sin embargo, en un sistema 3G, como un sistema UMTS (sistema universal de telecomunicaciones móviles), o un sistema 4G, como un sistema LTE (evolución a largo plazo), que generalmente opera con frecuencias portadoras de aproximadamente 2-3 GHz, la incertidumbre de frecuencia en el momento de encendido del dispositivo de comunicación celular puede ser del orden de 20-45 kHz. Al mismo tiempo, el PSCH/SSCH (canal de sincronización primario/canal de sincronización secundario) en un sistema UMTS y la PSS/SSS (señal de sincronización primaria/señal de sincronización secundaria) en un sistema LTE son generalmente sólidos para errores de frecuencia de hasta 3-4 kHz. Para estos tipos de sistemas, la denominada cuadrícula de frecuencia se puede usar para la búsqueda inicial de células. A continuación se describe un procedimiento de cuadrícula de frecuencia.

55 La frecuencia portadora real de la portadora (RF) se denomina como la frecuencia portadora nominal. Con un error de frecuencia cero en el dispositivo de comunicación celular, al dispositivo de comunicación celular le parece que la portadora está realmente ubicada (en frecuencia) en esta frecuencia portadora nominal. Sin embargo, si hay un error de frecuencia no nula en el dispositivo de comunicación celular, al dispositivo de comunicación celular le parece que la portadora está ubicada (en frecuencia) en alguna otra frecuencia portadora. Cuando se realiza la cuadrícula de frecuencias, el dispositivo de comunicación celular formula una hipótesis de una cantidad de otras frecuencias portadoras. De este modo, un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, que pueden incluir también la frecuencia portadora nominal, se obtiene alrededor de la frecuencia portadora nominal. El dispositivo de comunicación celular realiza una búsqueda en las frecuencias portadoras hipotéticas hasta que se detecta la portadora. La detección de la portadora puede, por ejemplo, significar detectar un canal de sincronización (como FCCH en GSM o PSCH/SSCH en UMTS) o una señal de sincronización (como PSS/SSS en LTE) modulada en la

portadora. Basándose en el conocimiento de la frecuencia portadora real y la frecuencia portadora hipotética en la que se detectó la portadora, el dispositivo de comunicación celular puede estimar el error de frecuencia en el dispositivo de comunicación celular y tomar medidas correctivas para sincronizar la frecuencia de referencia en el dispositivo de comunicación celular con la frecuencia de referencia de la red de comunicación celular.

5 En los sistemas 3G y 4G, generalmente se necesitan alrededor de 5-6 puntos de red para detectar de manera fiable el PSCH/SSCH y la PSS/SSS, respectivamente. El documento US 2012/184269 describe un método conocido de búsqueda de células.

## 10 Sumario

Los inventores se han dado cuenta de que para los próximos sistemas de comunicaciones celulares 5G, u otros sistemas que se espera que funcionen en frecuencias portadoras de alrededor de 10-30 GHz, el error de frecuencia inicial puede ser de hasta 200-300 kHz en una frecuencia portadora de 30 GHz. Además, suponiendo que la tasa de muestreo puede ser aproximadamente 5 veces mayor que la de LTE, el diseño de la señal de sincronización para tales sistemas solo puede ser sólido para errores de frecuencia alrededor de 5 veces que el caso de LTE, o 15-20 kHz. Por lo tanto, usando un enfoque de cuadrícula de frecuencia como se describe anteriormente, la cuadrícula de búsqueda tendría que aumentar significativamente, en comparación con LTE, para detectar y registrar una célula en dicho sistema. Por lo tanto, los inventores se han dado cuenta de que existe la necesidad de un enfoque alternativo de búsqueda de células. Las realizaciones de la presente invención se basan en la idea de los inventores de que la cuadrícula de búsqueda requerida se puede reducir al sincronizarse primero con una célula de otra RAT en una región de frecuencia más baja, reduciendo así la incertidumbre de la frecuencia de referencia interna de un dispositivo de comunicación celular.

25 De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un método de búsqueda de células para un dispositivo de comunicación celular capaz de comunicarse a través de una primera tecnología de acceso por radio (RAT) en una primera banda de frecuencia, y a través de una segunda RAT en una segunda banda de frecuencia, que se encuentra en una región de frecuencia más alta que la primera banda de frecuencia. El método comprende realizar una primera búsqueda de células en la primera banda de frecuencia para detectar una primera célula de la primera RAT. Además, el método comprende, si se detecta una primera célula de este tipo, sincronizarse con la primera célula sin registrarse en la primera célula, determinando una estimación de error de frecuencia de referencia entre una frecuencia de referencia local del dispositivo de comunicación celular y la frecuencia de referencia de la primera célula, y luego realizar una segunda búsqueda de células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda de frecuencia para detectar una segunda célula de la segunda RAT.

35 Realizar la segunda búsqueda de células puede comprender buscar una cuadrícula de frecuencia de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, en la que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa en la estimación de error de frecuencia de referencia. La ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia también puede basarse en la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda de frecuencia y la segunda banda de frecuencia.

El método puede comprender además, si no se detecta tal primera célula en la primera banda de frecuencia, realizar una segunda búsqueda de células, basada en una estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada, en la segunda banda de frecuencia para detectar una segunda célula de la segunda RAT.

45 De acuerdo con algunas realizaciones, la primera banda de frecuencia está ubicada por debajo de 4 GHz y la segunda banda de frecuencia está ubicada por encima de 10 GHz.

50 La primera RAT puede ser una RAT de comunicación celular de 2ª generación (2G), una RAT de comunicación celular de 3ª generación (3G) y una RAT de comunicación celular de 4ª generación (4G).

La segunda RAT puede, por ejemplo, ser una RAT de comunicación celular de 5ª generación (5G).

55 De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un método para que dicho dispositivo de comunicación celular se conecte a una célula de la segunda RAT. El método comprende realizar el método de búsqueda de células de acuerdo con el primer aspecto y, si se detecta dicha segunda célula, registrarse con la segunda célula.

60 De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un dispositivo de comunicación celular capaz de comunicarse a través de una primera tecnología de acceso por radio (RAT) en una primera banda de frecuencia y a través de una segunda RAT en una segunda banda de frecuencia, que se encuentra en una región de frecuencia más alta que la primera banda de frecuencia. El dispositivo de comunicación celular comprende una unidad de control. La unidad de control está adaptada para realizar una primera búsqueda de células en la primera banda de frecuencia para detectar una primera célula de la primera RAT. Además, la unidad de control está adaptada, si se detecta una primera célula, para sincronizarse con la primera célula, sin registrarse en la primera célula, determinar una estimación de error de frecuencia de referencia entre una frecuencia de referencia local del dispositivo de comunicación celular y una frecuencia de referencia de la primera célula, y luego realizar una segunda búsqueda de

células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda de frecuencia para detectar una segunda célula de la segunda RAT.

5 La unidad de control puede adaptarse, con el fin de realizar la segunda búsqueda de células, para buscar una cuadrícula de frecuencia de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, en la que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa en el error de frecuencia de referencia estimado. La ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia también puede basarse en la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda de frecuencia y la segunda banda de frecuencia.

10 La unidad de control puede adaptarse, si no se detecta una primera célula en la primera banda de frecuencia, para realizar una segunda búsqueda de células, basada en una estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada, en la segunda banda de frecuencia para detectar una segunda célula de la segunda RAT.

15 De acuerdo con algunas realizaciones, la primera banda de frecuencia está ubicada por debajo de 4 GHz y la segunda banda de frecuencia está ubicada por encima de 10 GHz.

La primera RAT puede ser cualquiera de una RAT de comunicación celular de 2ª generación (2G), una RAT de comunicación celular de 3ª generación (3G) y una RAT de comunicación celular de 4ª generación (4G).

20 La segunda RAT puede, por ejemplo, ser una RAT de comunicación celular de 5ª generación (5G).

La unidad de control puede adaptarse, si se detecta dicha segunda célula, para registrar el dispositivo de comunicación celular con la segunda célula.

25 De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un producto de programa informático que comprende un código de programa informático para ejecutar el método de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero y segundo cuando dicho código de programa informático se ejecuta mediante una unidad de control programable del dispositivo de comunicación celular.

30 De acuerdo con un quinto aspecto, se proporciona un medio legible por ordenador que tiene almacenado en él un producto de programa informático que comprende un código de programa informático para ejecutar el método de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero y segundo cuando dicho código de programa informático es ejecutado por una unidad de control programable del dispositivo de comunicación celular.

35 Otras realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes. Se debe enfatizar que el término "comprende/que comprende" cuando se usa en esta especificación se toma para especificar la presencia de características, enteros, pasos o componentes declarados, pero no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, enteros, pasos, componentes, o grupos de los mismos.

#### 40 **Breve descripción de los dibujos**

Otros objetos, características y ventajas de las realizaciones de la invención aparecerán en la siguiente descripción detallada, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 la figura 1 ilustra un entorno de comunicación celular;

la figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de un dispositivo de comunicación celular de acuerdo con las realizaciones;

50 las figuras 3-4 son diagramas de flujo para métodos de acuerdo con las realizaciones;

la figura 5 ilustra una unidad de control de acuerdo con una realización; y

la figura 6 ilustra esquemáticamente un medio legible por ordenador y una unidad de control programable.

55

#### **Descripción detallada**

60 La figura 1 ilustra un entorno en el que se pueden emplear realizaciones de la presente invención. Un dispositivo de comunicación celular está en cobertura de una primera célula 2 y una segunda célula 5. El dispositivo de comunicación celular se ilustra en la figura 1 como un teléfono móvil. Sin embargo, esto es solo un ejemplo, el dispositivo de comunicación celular puede ser cualquier tipo de dispositivo capaz de comunicarse a través de una red de comunicación celular, incluyendo ordenadores, como un ordenador portátil o tableta, equipado con un módem celular o dispositivos de comunicación tipo máquina, como sensores, etc. equipados con un módem celular.

65 La primera célula 2 se ilustra en la figura 1 como que es servida por una primera estación base 3. La segunda célula 5 se ilustra en la figura 1 como que es servida por una segunda estación base 6. En el ejemplo de la figura 1, la

primera célula 2 es una célula de una primera tecnología de acceso por radio (RAT) que opera en una primera banda 4 de frecuencia. Además, la segunda célula 5 es una célula de una segunda RAT que opera en una segunda banda 7 de frecuencia, que se encuentra en una región de mayor frecuencia que la primera banda 4 de frecuencia. Esto se ilustra en la figura 1, donde la primera banda 4 de frecuencia se ubica debajo de la frecuencia  $f_1$ , y la segunda banda de frecuencia se ubica sobre la frecuencia  $f_2$ , donde  $f_2 > f_1$ . De acuerdo con un ejemplo usado a lo largo de esta descripción detallada, la frecuencia  $f_1$  puede, por ejemplo, ser 4 GHz, y la frecuencia  $f_2$  puede, por ejemplo, ser 10 GHz. La primera RAT puede, por ejemplo, ser cualquiera de una RAT de comunicación celular de 2ª generación (2G), una RAT de comunicación celular de 3ª generación (3G) y una RAT de comunicación celular de 4ª generación (4G). Además, la segunda RAT puede, por ejemplo, ser una RAT de comunicación celular de 5ª generación (5G). Las configuraciones de red alternativas pueden incluir aquellas en las que las células 2 y 5 cubren áreas superpuestas y son servidas desde la misma estación base.

La figura 2 es un diagrama de bloques simplificado del dispositivo 1 de comunicación celular de acuerdo con una realización de la presente invención. En la realización mostrada en la figura 1, el dispositivo 1 de comunicación celular comprende una unidad transceptora 10. La unidad transceptora 10 puede, por ejemplo, comprender un transmisor dispuesto para transmitir señales a una red de comunicación celular y un receptor dispuesto para recibir señales de una red de comunicación celular. El receptor puede, por ejemplo, comprender uno o más filtros analógicos y/o digitales, amplificadores de bajo ruido, mezcladores y/u otros circuitos para recibir una señal de radiofrecuencia (RF) y convertirla en una señal de baja frecuencia, como una señal de banda base. Además, el receptor puede comprender uno o más convertidores de analógico a digital (ADC) para convertir la señal de frecuencia más baja en el dominio digital. El transmisor puede, por ejemplo, comprender uno o más convertidores de digital a analógico (DAC) para convertir una señal de banda base digital, para ser transmitida, en una señal analógica. Además, el transmisor puede comprender uno o más filtros analógicos y/o digitales, mezcladores, amplificadores de potencia y/u otros circuitos para convertir de forma ascendente esa señal analógica en una señal de RF y amplificar la señal de RF de una manera adecuada para la transmisión. Dichos receptores y transmisores son bien conocidos en la técnica de la comunicación celular y no se describen con más detalle en el presente documento.

En la realización ilustrada en la figura 1, el dispositivo 1 de comunicación celular comprende además una unidad 20 de control. La unidad 20 de control puede, por ejemplo, ser un circuito de banda base digital o ser parte de este, como un procesador de banda base digital. La unidad 20 de control está conectada operativamente al transceptor 10 para controlar la operación del transceptor 10. Además, el dispositivo 1 de comunicación celular comprende una unidad 30 de frecuencia de referencia. La unidad 30 de frecuencia de referencia está dispuesta para proporcionar una señal de reloj de referencia, que tiene una frecuencia de referencia, al dispositivo 1 de comunicación celular, por ejemplo al transceptor 10, y posiblemente también a la unidad 20 de control, del dispositivo 1 de comunicación celular. La unidad 30 de frecuencia de referencia puede, por ejemplo, ser o comprender un oscilador de cristal.

Los inventores se han dado cuenta de que cuando se inicia el dispositivo 1 de comunicación celular, o por alguna otra razón (por ejemplo, un mayor tiempo de inactividad, o "modo de reposo") no está sincronizado con respecto a las RAT disponibles, y se le solicita que busquen en una célula (por ejemplo, la segunda célula 5) de la segunda RAT, la sincronización de frecuencia con la célula de la segunda RAT puede hacerse más rápida al sincronizar primero con una célula (por ejemplo, la primera célula 2) de la primera RAT, en comparación con intentar un enfoque de cuadrícula de frecuencia para buscar la célula de la segunda RAT. Si el dispositivo 1 de comunicación celular primero se sincroniza con una célula de la primera RAT, sin registrarse en la célula de la primera RAT, se reduce la incertidumbre de la frecuencia de referencia en el dispositivo de comunicación celular. Si tomamos una célula LTE que opera a 2,5 GHz como ejemplo de la primera célula 2, las siguientes suposiciones son válidas. Es posible detectar la PSS/SSS hasta un error de frecuencia de 1,5-2 kHz. Por lo tanto, una vez que una célula PSS/SSS de LTE ha sido detectada de forma fiable, se puede esperar que el error de frecuencia residual sea inferior a 2 kHz. Además, el refinamiento de la sincronización que usa las señales de referencia comunes (CRS) (símbolos piloto) puede reducir el error de frecuencia residual a aproximadamente 500 Hz, al precio de tiempos de sincronización ligeramente más largos en comparación con la detección de PSS/SSS solamente. Números similares se logran si se usa una célula WCDMA como la primera célula; si la sincronización se basa en la detección de PSCH/SSCH, el error de frecuencia residual es de aproximadamente 2 kHz, y si la sincronización se basa en la detección de CPICH, el error de frecuencia residual es de aproximadamente 500Hz. Los errores de frecuencia residual mencionados son los errores en la frecuencia portadora de la primera célula. Cuando se busca una célula de la segunda RAT, estos errores de frecuencia residual se expanden proporcionalmente a la relación entre la frecuencia portadora de la segunda RAT y la frecuencia portadora de la primera RAT. Por ejemplo, se expande 10 veces cuando la frecuencia portadora de la segunda RAT es diez veces más alta que la frecuencia portadora de la primera RAT. Al sincronizar primero con la primera RAT, se puede reducir el número de frecuencias portadoras hipotéticas usadas en la búsqueda de células de cuadrícula de frecuencias en la segunda RAT en comparación con intentar directamente un enfoque de cuadrícula de frecuencias para buscar la célula de la segunda RAT. A pesar de que la sincronización con la célula de la primera RAT lleva algo de tiempo, lo que debe tenerse en cuenta (o incluirse) es el tiempo total que lleva realizar la búsqueda de células en la segunda RAT, sin embargo, ese tiempo global puede reducirse en comparación con intentar directamente un enfoque de cuadrícula de frecuencia para buscar la célula de la segunda RAT.

Por consiguiente, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona un método de búsqueda de células para el dispositivo 1 de comunicación celular, que es capaz de comunicarse a través de la primera RAT en la primera banda 4 de frecuencia, y a través de la segunda RAT en la segunda banda 7 de frecuencia. El método puede, por ejemplo, aplicarse cuando el dispositivo 1 de comunicación celular se acaba de iniciar y ha de realizar la primera búsqueda de células después de la puesta en marcha. También se puede aplicar en modo activo cuando el dispositivo 1 de comunicación celular opera en un modo de recepción discontinua (DRX) con un tiempo de reposo muy prolongado (por ejemplo, minutos u horas de tiempo de reposo), que se espera que esté disponible para algunos casos de uso en sistemas 5G emergentes. Entonces, la unidad de frecuencia de referencia puede haberse desplazado demasiado y, por lo tanto, puede ser necesaria una búsqueda de células similar a una búsqueda de células inicial al inicio. Como se indicó anteriormente, el método también se puede aplicar cuando el dispositivo 1 de comunicación celular por cualquier otro motivo no está sincronizado con respecto a las RAT disponibles, y se le solicita que busque una célula (por ejemplo, la segunda célula 5) de la segunda RAT.

El método puede, por ejemplo, ser realizado por la unidad 20 de control (figura 2), utilizando la unidad transceptora 10 (figura 2) para recibir señales de las estaciones base (por ejemplo, 3 y 6 en la figura 1). De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, el método comprende realizar una primera búsqueda de células en la primera banda 4 de frecuencia para detectar una primera célula (por ejemplo, la célula 2) de la primera RAT. Si se detecta una primera célula 2 de este tipo, el método comprende además la sincronización con la primera célula, sin registrarse en la primera célula, y la determinación de una estimación de error de frecuencia de referencia entre una frecuencia de referencia local del dispositivo 1 de comunicación celular y una frecuencia de referencia de la primera célula 2. De este modo, la incertidumbre de la frecuencia de referencia en el dispositivo de comunicación celular se reduce. Posteriormente, el método comprende realizar una segunda búsqueda de células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda 7 de frecuencia para detectar una segunda célula (por ejemplo, la célula 5) de la segunda RAT. Debido a la reducción en la incertidumbre de la frecuencia de referencia en el dispositivo de comunicación celular que se logra al sincronizar con la primera célula, se puede aplicar una cuadrícula de búsqueda relativamente pequeña al realizar la búsqueda de células para la segunda célula, lo que acelera el tiempo de búsqueda general, incluso incluyendo el tiempo que lleva sincronizarse con la primera célula. Evitar registrarse con la primera célula 2 antes de buscar la segunda célula 5 ayuda a reducir el tiempo de búsqueda general, comparado con si el dispositivo 1 de comunicación celular se registrase primero con la primera célula 2 antes de buscar la segunda célula 5. Los parámetros que afectan la incertidumbre de la frecuencia de referencia después de la sincronización con la primera célula 2 pueden incluir el tipo de primera RAT (por ejemplo, 2G, 3G o 4G), cuyas señales de referencia se han usado para la sincronización (por ejemplo, PSS/SSS, CRS, PSCH/SSCH, o CPICH como se mencionó anteriormente), y los parámetros de procesamiento del receptor usados para la sincronización con la primera célula 2 (por ejemplo, la cantidad de promedio, o filtrado, de las señales de referencia).

El término "estimación de error de frecuencia de referencia" cuando se usa en esta especificación se refiere a una entidad que representa los límites o tolerancias, dentro de los cuales se encuentra el error de frecuencia, y puede, por ejemplo, representar estos límites en términos absolutos, como  $\pm X$  Hz, o en términos relativos, como  $+ Z$  ppm. En algunas realizaciones, una entidad de este tipo puede indicar explícitamente la estimación de error de frecuencia de referencia (por ejemplo,  $\pm X$  Hz o  $+ Z$  ppm). En otras realizaciones, dicha entidad puede estar en forma de un índice, tal como un número entero, que indica implícitamente el valor de la estimación de error de frecuencia de referencia. Por ejemplo, un índice '1' puede implicar '500 Hz' y un índice '2' puede implicar '2 kHz', etc. La determinación de la estimación de error de frecuencia de referencia puede, por ejemplo, basarse en el tipo de primera RAT, cuyas señales de referencia de la primera RAT se han usado para la sincronización (por ejemplo, PSS/SSS, CRS, PSCH/SSCH, o CPICH como se mencionó anteriormente), y/o los parámetros de procesamiento del receptor se han usado para sincronizarse con la primera célula 2. La determinación de la estimación de error de frecuencia de referencia puede, por ejemplo, realizarse por medio de cálculos dentro de la unidad 20 de control, o se puede consultar en una tabla de consulta con valores de estimación de error de frecuencia de referencia precalculados. Tales valores precalculados pueden, por ejemplo, precalcularse mediante simulaciones.

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra realizaciones del método, que se indica con el signo de referencia 90. La operación del método se inicia en el paso 100. En el paso 110, se realiza una búsqueda de células en la primera banda 4 de frecuencia para detectar una primera célula 2 de la primera RAT. En el paso 120, se verifica si se detecta dicha primera célula 2. Si se detecta dicha primera célula 2 (rama SÍ), el dispositivo 1 de comunicación celular se sincroniza con la primera célula 2, sin registrarse en la primera célula en el paso 130. En el paso 140, se determina la estimación de error de frecuencia de referencia entre la frecuencia de referencia local del dispositivo 1 de comunicación celular y la frecuencia de referencia de la primera célula 2, por ejemplo, basada en las señales de referencia y los parámetros de procesamiento del receptor usados para la sincronización con la primera célula 2 como se describe anteriormente. En el paso 150 se realiza una segunda búsqueda de células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda 7 de frecuencia para detectar una segunda célula 5 de la segunda RAT, y se continúa con el paso 160 donde finaliza el método 90.

Si no se encuentra la primera célula 2 en la primera banda 4 de frecuencia en la primera búsqueda de células, se puede realizar otro tipo de búsqueda de células para buscar una célula de la segunda RAT en la segunda banda 7 de frecuencia. Por ejemplo, puede suponerse una estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada basada en las tolerancias conocidas de la unidad 30 de frecuencia de referencia cuando la unidad 30 de frecuencia

de referencia no se ha sincronizado con una frecuencia de referencia de ninguna red celular. El método puede entonces comprender realizar una segunda búsqueda de células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada, en la segunda banda 7 de frecuencia para detectar una segunda célula 5 de la segunda RAT. Esta alternativa que usa una estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada se ilustra en la figura 3 con el paso opcional 170 usado en algunas realizaciones. Si no se ha encontrado una primera célula en el paso 110, la operación del método de acuerdo con estas realizaciones sigue la rama NO desde el paso 120 al paso 170. En el paso 170, la segunda búsqueda de células, para una célula de la segunda RAT, se realiza en la segunda banda 7 de frecuencia. La operación pasa entonces al paso 160, donde finaliza el método 90. La cuadrícula de frecuencia usada en este caso corresponde a la cuadrícula usada cuando se intenta directamente un enfoque de cuadrícula de frecuencia para buscar la célula de la segunda RAT (sin sincronizar primero con otra célula en una banda de frecuencia más baja). Debido a la cobertura relativamente amplia (y creciente) de las redes 2G, 3G y 4G existentes, es probable que el fallo de encontrar cualquier primera célula 2 en la primera búsqueda de células sea un caso relativamente raro. También se debería señalar que, dado que el dispositivo de comunicación celular no se registra con la primera célula 3 en el paso 130, sino que solo se sincroniza con él, el conjunto de posibles primeras células 2 no se limita a las células con las que el dispositivo de comunicación celular tiene una suscripción válida para comunicarse, sino que también puede incluir otras células (por ejemplo, células que pertenecen a otros operadores).

Como se indicó anteriormente, la segunda búsqueda de células se puede realizar usando un enfoque de cuadrícula de frecuencia. Por lo tanto, para el caso donde se encuentra una primera célula 2 durante la primera búsqueda de células, realizar la segunda búsqueda de células (por ejemplo, el paso 150 en el diagrama de flujo de la figura 3) puede comprender buscar una cuadrícula de frecuencias de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas. La segunda búsqueda de células puede basarse en la estimación de error de frecuencia de referencia en el sentido de que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia (es decir, qué frecuencias se incluyen en dicho conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas) se basa en la estimación de error de frecuencia de referencia. Como también se indicó anteriormente, en el caso de que no se encuentre dicha primera célula 2 durante la primera búsqueda de células, la segunda búsqueda de células (por ejemplo, realizada en el paso 170 de la figura 3) se puede realizar de manera similar basada en la estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada. Por lo tanto, en ese caso, realizar la segunda búsqueda de células (por ejemplo, el paso 170 en el diagrama de flujo de la figura 3) puede comprender buscar una cuadrícula de frecuencias de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, en la que la segunda búsqueda de células puede basarse en la estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada en el sentido de que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia (es decir, qué frecuencias se incluyen en dicho conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas) se basa en la estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada. Hablando cualitativamente, cuanto mayor sea la estimación de error de frecuencia de referencia (ya sea la estimación de error de frecuencia de referencia determinada usada en el paso 150 o la estimación de error de frecuencia predeterminada usada en el paso 170), mayor debe ser la cuadrícula de frecuencia.

El error de frecuencia de referencia puede, por ejemplo, representarse en términos absolutos, como  $\pm X$  Hz a la frecuencia portadora nominal  $f_{nom1}$  de la primera célula de la primera RAT. Permítase que el error de frecuencia de referencia correspondiente a la frecuencia portadora nominal  $f_{nom2}$  de la segunda célula sea  $\pm Y$  Hz. Dado que el error relativo en ambas frecuencias portadoras nominales debe ser el mismo, por ejemplo,  $\pm Z$  ppm, se deduce que

$$Y = X \frac{f_{nom2}}{f_{nom1}} \quad (1)$$

Por lo tanto, si la estimación de error de frecuencia de referencia se determina (por ejemplo, en el paso 140 en la figura 3) en términos absolutos en la ubicación de la primera banda 4 de frecuencia, sigue que la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda 4 de frecuencia y la segunda la banda 7 de frecuencia puedan necesitar ser tenidas en cuenta al determinar la ubicación de frecuencia de la cuadrícula de frecuencia usada en la segunda búsqueda de células en el paso 150 (figura 3). Por ejemplo, digamos que la primera banda se ubica alrededor de 2 GHz, y después de la sincronización con la primera célula, la incertidumbre de la frecuencia de referencia a 2 GHz es de  $\pm 500$  Hz, es decir, la estimación de error de frecuencia de referencia determinada para una frecuencia portadora de 2 GHz es de  $\pm 500$  Hz. Luego, como primer ejemplo, si la segunda banda 7 de frecuencia se ubica alrededor de 12 GHz, la incertidumbre correspondiente de la frecuencia de referencia en la segunda banda 7 de frecuencia sería de  $\pm 500 \cdot 12/2$  Hz =  $\pm 3$  kHz. Por otro lado, como segundo ejemplo, si la segunda banda 7 de frecuencia se ubica alrededor de 30 GHz, la incertidumbre correspondiente de la frecuencia de referencia en la segunda banda 7 de frecuencia sería de  $\pm 500 \cdot 30/2$  Hz =  $\pm 7,5$  kHz. El segundo ejemplo probablemente requeriría una cuadrícula de frecuencia más amplia con más frecuencias portadoras hipotéticas que el primer ejemplo para la segunda búsqueda de células en el paso 150 (figura 3).

Por consiguiente, en algunas realizaciones, la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia usada en la segunda búsqueda de células en el paso 150 (figura 3) se basa también en la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda 4 de frecuencia y la segunda banda 7 de frecuencia.

De acuerdo con algunas realizaciones, el método de búsqueda de células descrito anteriormente se puede usar como parte de un procedimiento para conectar a una célula de la segunda RAT. Por lo tanto, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona un método para el dispositivo 1 de comunicación celular de conexión a una célula de la segunda RAT. El método comprende realizar el método de búsqueda de células 90 descrito anteriormente. Además, si dicha segunda célula 5 se detecta durante la ejecución del método 90 de búsqueda de células (y con referencia a la figura 3, esto podría ser en el paso 150 o en el paso 170), el método comprende el registro en la segunda célula 5.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra realizaciones del método de conexión a una célula de la segunda RAT. La operación del método se inicia en el paso 180 y luego se realiza una búsqueda de células de acuerdo con el método 90 descrito anteriormente. En el paso 185, se verifica si dicha segunda célula ha sido detectada durante dicha búsqueda de células, y nuevamente con referencia a la figura 3, esto podría ser en el paso 150 o en el paso 170 (en realizaciones que incluyen el paso 170). Si dicha segunda célula 5 ha sido detectada (rama SÍ del paso 185), el dispositivo 1 de comunicación celular se registra con la segunda célula en el paso 190 (de acuerdo con los procedimientos de registro definidos por un estándar de la segunda RAT), y el método finaliza en el paso 195. Si no se ha detectado dicha segunda célula (rama NO del paso 185), el método continúa, sin conectarse a una célula de la segunda RAT (ya que no se ha detectado dicha célula), al paso 195, donde finaliza el método. En este último caso, el dispositivo de comunicación celular puede, por ejemplo, intentar conectarse a una célula de otra RAT, como la primera RAT, como alternativa. En algunas realizaciones, por ejemplo, si el dispositivo 1 de comunicación celular es capaz de conectividad simultánea con células de múltiples RAT, el dispositivo de comunicación celular puede registrarse con una célula de la primera RAT incluso si se encuentra una célula de la segunda RAT durante la búsqueda 90 de células. Esto se puede hacer, por ejemplo, después o en paralelo con el registro en el paso 190. Siempre que esto no se realice antes de las búsquedas realizadas en el paso 150 o el paso 170 (figura 3), dicho registro no afectaría negativamente el tiempo de búsqueda general para una célula de la segunda RAT.

Anteriormente, se describen realizaciones de métodos para operar el dispositivo de comunicación celular. Algunas realizaciones de la presente invención, que se describen con más detalle a continuación, también se refieren al dispositivo 1 de comunicación celular configurado para realizar cualquiera de los métodos descritos anteriormente. De este modo, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona un dispositivo 1 de comunicación celular, como se ilustra en la figura 2, capaz de comunicarse a través de una primera RAT en una primera banda de frecuencia (por ejemplo, 4 en la figura 1), y a través de una segunda RAT en una segunda banda de frecuencia (por ejemplo, 7 en la figura 1), que se encuentra en una región de frecuencia más alta que la primera banda de frecuencia. De acuerdo con estas realizaciones, la unidad 20 de control está adaptada para realizar una primera búsqueda de células en la primera banda 4 de frecuencia para detectar una primera célula 2 de la primera RAT. La unidad 20 de control está además adaptada, si se detecta una primera célula 2, para sincronizarse con la primera célula 2, sin registrarse en la primera célula, para determinar una estimación de error de frecuencia de referencia entre una frecuencia de referencia local del dispositivo 1 de comunicación celular y una frecuencia de referencia de la primera célula 2, y luego realizar una segunda búsqueda de células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda 7 de frecuencia para detectar una segunda célula 5 de la segunda RAT.

Como se ha descrito anteriormente en el contexto de las realizaciones del método 90, la unidad 20 de control puede adaptarse, con el fin de realizar la segunda búsqueda de células, para buscar una cuadrícula de frecuencia de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, en la que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa en el error de frecuencia de referencia estimado.

Como también se ha descrito anteriormente en el contexto de las realizaciones del método 90, la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia también puede basarse en la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda 4 de frecuencia y la segunda banda 7 de frecuencia.

Además, como también se ha descrito anteriormente en el contexto de algunas realizaciones del método 90, incluido el paso 170, la unidad 20 de control puede adaptarse, si no se detecta tal primera célula 2 en la primera banda 4 de frecuencia, para realizar una segunda búsqueda de células, basada en una estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada, en la segunda banda 7 de frecuencia para detectar una segunda célula 5 de la segunda RAT.

De acuerdo con lo que se ha descrito anteriormente en el contexto del método ilustrado en la figura 4, la unidad 20 de control se puede adaptar, si se detecta dicha segunda célula 2, para registrar el dispositivo 1 de comunicación celular con la segunda célula 2.

La figura 5 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra algunas realizaciones de la unidad 20 de control. Como se ilustra en la figura 5, estas realizaciones de la unidad 20 de control comprenden una primera unidad 200 de búsqueda de células RAT para realizar búsquedas de células en la primera RAT, una primera unidad 210 de sincronización RAT para sincronizar con las células de la primera RAT, una unidad 220 de determinación de

estimación de error para determinar las estimaciones de error de frecuencia de referencia, y una segunda unidad 230 de búsqueda de células RAT para realizar búsquedas de células en la primera RAT.

5 La primera unidad 200 de búsqueda de células RAT está adaptada para realizar dicha primera búsqueda de células en la primera banda 4 de frecuencia para detectar una primera célula 2 de la primera RAT.

La primera unidad 210 de sincronización RAT se adapta, si se detecta una primera célula 2, para sincronizarse con la primera célula 2, sin registrarse en la primera célula.

10 La unidad 220 de determinación de estimación de error está adaptada para determinar dicha estimación de error de frecuencia de referencia entre dicha frecuencia de referencia local del dispositivo 1 de comunicación celular y dicha frecuencia de referencia de la primera célula 2.

15 La segunda unidad 230 de búsqueda de células RAT está adaptada para realizar dicha segunda búsqueda de células (correspondiente al paso 150 en la figura 3), basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda 7 de frecuencia para detectar una segunda célula 5 de la segunda RAT.

20 La segunda unidad 230 de búsqueda de células RAT puede adaptarse, para realizar la segunda búsqueda de células, para buscar una cuadrícula de frecuencia de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, en la que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa en el error de frecuencia de referencia estimado. En algunas realizaciones, la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia puede basarse también en la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda 4 de frecuencia y la segunda banda 7 de frecuencia.

25 En algunas realizaciones, la segunda unidad 230 de búsqueda de células RAT puede adaptarse, si no se detecta una primera célula 2 en la primera banda 4 de frecuencia, para realizar una segunda búsqueda de células (correspondiente al paso 170 en la figura 3), basada en la estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada, en la segunda banda 7 de frecuencia para detectar una segunda célula 5 de la segunda RAT.

30 Como se indica en la figura 5, la unidad 20 de control puede, en algunas realizaciones, comprender también una segunda unidad 240 de registro RAT. La segunda unidad de registro RAT puede adaptarse, si se detecta dicha segunda célula 2, para registrar el dispositivo 1 de comunicación celular con la segunda célula 2.

35 En algunas realizaciones, la unidad 20 de control puede implementarse como una unidad de hardware específica de la aplicación dedicada. Alternativamente, dicha unidad 20 de control, o partes de la misma, puede implementarse con unidades de hardware programables y/o configurables, tales como, entre otros, una o más matrices de puertas programables, FPGA, procesadores o microcontroladores. Por lo tanto, la unidad 20 de control puede ser una unidad de control programable. Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención se pueden incorporar en un producto de programa informático, que permite la implementación del método y las funciones descritas en el presente documento, por ejemplo, las realizaciones de los métodos descritos con referencia a las figuras 3 y 4. Por lo tanto, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático, que comprende instrucciones dispuestas para hacer que la unidad 20 de control programable realice los pasos de cualquiera de las realizaciones de dichos métodos. El producto de programa informático puede comprender un código de programa que se almacena en un medio legible por ordenador 300, como se ilustra en la figura 6, que puede ser cargado y ejecutado por dicha unidad 20 de control programable, para hacer que realice los pasos de cualquiera de las realizaciones de dichos métodos. En algunas realizaciones, el medio legible por ordenador es un medio legible por ordenador no transitorio.

50 Las realizaciones descritas en el presente documento permiten búsquedas de células relativamente rápidas en las RAT que operan a frecuencias portadoras relativamente altas, por ejemplo, en el orden de 10-30 GHz. Una solución alternativa para permitir búsquedas de células relativamente rápidas podría ser usar una unidad de frecuencia de referencia, como un oscilador de cristal, con una mayor precisión intrínseca en el dispositivo de comunicación celular. Sin embargo, esa solución probablemente sería más costosa, por lo que en comparación con esa solución alternativa, las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar un coste menor. Otra solución alternativa para permitir búsquedas de células relativamente rápidas podría ser realizar una búsqueda de células paralela, donde la búsqueda de células se realiza para varias frecuencias portadoras hipotéticas simultáneamente. Sin embargo, es probable que esa solución requiera un procesamiento de la señal más complejo que incrementa el coste, ya sea en términos de consumo de energía o de área de chip requerida (o ambas), por lo que, en comparación con esa solución, las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar un coste menor.

60 La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, otras realizaciones a parte de las descritas anteriormente son posibles dentro del alcance de la invención. Se pueden proporcionar pasos del método diferentes a los descritos anteriormente, que realizan el método por hardware o software, dentro del alcance de la invención. Las diferentes características y pasos de las realizaciones pueden combinarse en combinaciones diferentes a las descritas. El alcance de la invención solo está limitado por las reivindicaciones de patente adjuntas.

65

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método (90) de búsqueda de células para un dispositivo (1) de comunicación celular capaz de comunicarse a través de una primera tecnología de acceso por radio, RAT, en una primera banda (4) de frecuencia, y a través de una segunda RAT en una segunda banda (7) de frecuencia, que se encuentra en una región de frecuencia más alta que la primera banda de frecuencia, que comprende:
- realizar (110) una primera búsqueda de células en la primera banda (4) de frecuencia para detectar una primera célula (2) de la primera RAT; y si se detecta dicha primera célula (2):
- sincronizarse (130) con la primera célula (2), sin registrarse en la primera célula (2);
- determinar (140) una estimación de error de frecuencia de referencia entre una frecuencia de referencia local del dispositivo (1) de comunicación celular y la frecuencia de referencia de la primera célula (2); y después
- realizar (150) una segunda búsqueda de células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda (7) de frecuencia para detectar una segunda célula (5) de la segunda RAT.
- 2.- El método (90) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que realizar (150) la segunda búsqueda de células comprende:
- buscar una cuadrícula de frecuencia de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, en la que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa en la estimación de error de frecuencia de referencia.
- 3.- El método (90) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa también en la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda (4) de frecuencia y la segunda banda (7) de frecuencia.
- 4.- El método (90) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:
- si no se detecta una primera célula de este tipo en la primera banda de frecuencia:
- realizar (170) una segunda búsqueda de células, basada en una estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada, en la segunda banda de frecuencia (7) para detectar una segunda célula (5) de la segunda RAT.
- 5.- El método (90) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la primera banda (4) de frecuencia está ubicada por debajo de 4 GHz y la segunda banda (7) de frecuencia está ubicada por encima de 10 GHz.
- 6.- El método (90) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la primera RAT es cualquiera de una RAT de comunicación celular de 2ª generación, 2G, una RAT de comunicación celular de 3ª generación, 3G, y una RAT de comunicación celular de 4ª generación, 4G.
- 7.- El método (90) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la segunda RAT es una RAT de comunicación celular de 5ª generación, 5G.
- 8.- Un método para un dispositivo (1) de comunicación celular capaz de comunicarse a través de una primera tecnología de acceso por radio, RAT, en una primera banda (4) de frecuencia, y a través de una segunda RAT en una segunda banda (7) de frecuencia, que está en una región de mayor frecuencia que la primera banda (4) de frecuencia, que comprende:
- realizar el método (90) de búsqueda de células de acuerdo con cualquier reivindicación precedente; y si se detecta dicha segunda célula:
- registrar (190) con la segunda célula.
- 9.- Un dispositivo (1) de comunicación celular capaz de comunicarse a través de una primera tecnología de acceso por radio, RAT, en una primera banda (4) de frecuencia y a través de una segunda RAT en una segunda banda (7) de frecuencia, que se encuentra en una región de mayor frecuencia que la primera banda de frecuencia, que comprende:
- una unidad (20) de control adaptada para:
- realizar una primera búsqueda de células en la primera banda (4) de frecuencia para detectar una primera célula (2) de la primera RAT; y si se detecta dicha primera célula (2):
- sincronizarse con la primera célula (2), sin registrarse en la primera célula;

determinar una estimación de error de frecuencia de referencia entre una frecuencia de referencia local del dispositivo (1) de comunicación celular y una frecuencia de referencia de la primera célula (2); y después

5 realizar una segunda búsqueda de células, basada en la estimación de error de frecuencia de referencia, en la segunda banda (7) de frecuencia para detectar una segunda célula (5) de la segunda RAT.

10 10.- El dispositivo (1) de comunicación celular de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la unidad (20) de control está adaptada, con el fin de realizar la segunda búsqueda de células, para buscar una cuadrícula de frecuencia de un conjunto de frecuencias portadoras hipotéticas, en la que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa en la estimación de error de frecuencia de referencia.

15 11.- El dispositivo (1) de comunicación celular de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la ubicación de frecuencia de dicha cuadrícula de frecuencia se basa también en la ubicación de frecuencia relativa de la primera banda (4) de frecuencia y la segunda banda (7) de frecuencia.

20 12.- El dispositivo (1) de comunicación celular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la unidad de control está adaptada, si no se detecta una primera célula (2) de este tipo en la primera banda (4) de frecuencia, para realizar una segunda búsqueda de células, basada en una estimación de error de frecuencia de referencia predeterminada, en la segunda banda (7) de frecuencia para detectar una segunda célula (5) de la segunda RAT.

25 13.- El dispositivo (1) de comunicación celular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la primera banda (4) de frecuencia está ubicada por debajo de 4 GHz y la segunda banda (7) de frecuencia está ubicada por encima de 10 GHz.

30 14.- El dispositivo (1) de comunicación celular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que la primera RAT es cualquiera de una RAT de comunicación celular de 2ª generación, 2G, una RAT de comunicación celular de 3ª generación, 3G, y una RAT de comunicación celular de 4ª generación, 4G.

35 15.- El dispositivo (1) de comunicación celular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que la segunda RAT es una RAT de comunicación celular de 5ª generación, 5G.

40 16.- El dispositivo (1) de comunicación celular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, en el que la unidad (20) de control está adaptada, si se detecta dicha segunda célula (2), para registrar el dispositivo (1) de comunicación celular con la segunda célula. (2).

45 17.- Un producto de programa informático que comprende un código de programa informático para ejecutar el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 cuando dicho código de programa informático es ejecutado por una unidad (20) de control programable del dispositivo (1) de comunicación celular.

18.- Un medio legible por ordenador (300) que tiene almacenado en él un producto de programa informático que comprende un código de programa informático para ejecutar el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 cuando dicho código de programa informático es ejecutado por una unidad (20) de control programable del dispositivo de comunicación celular.

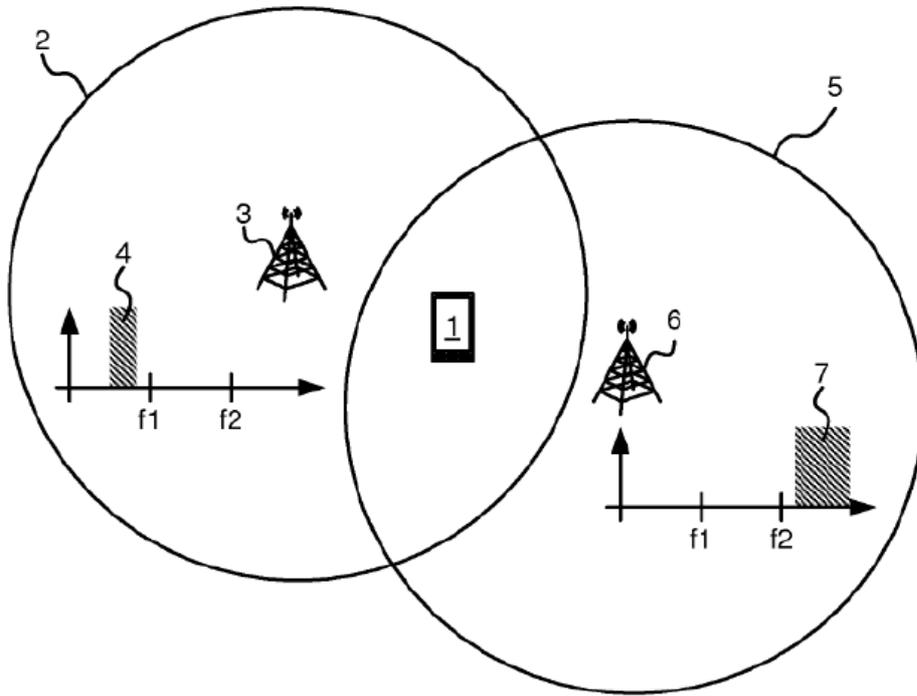


Fig. 1

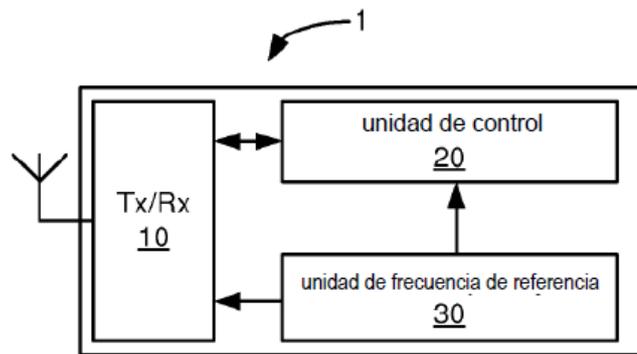


Fig. 2

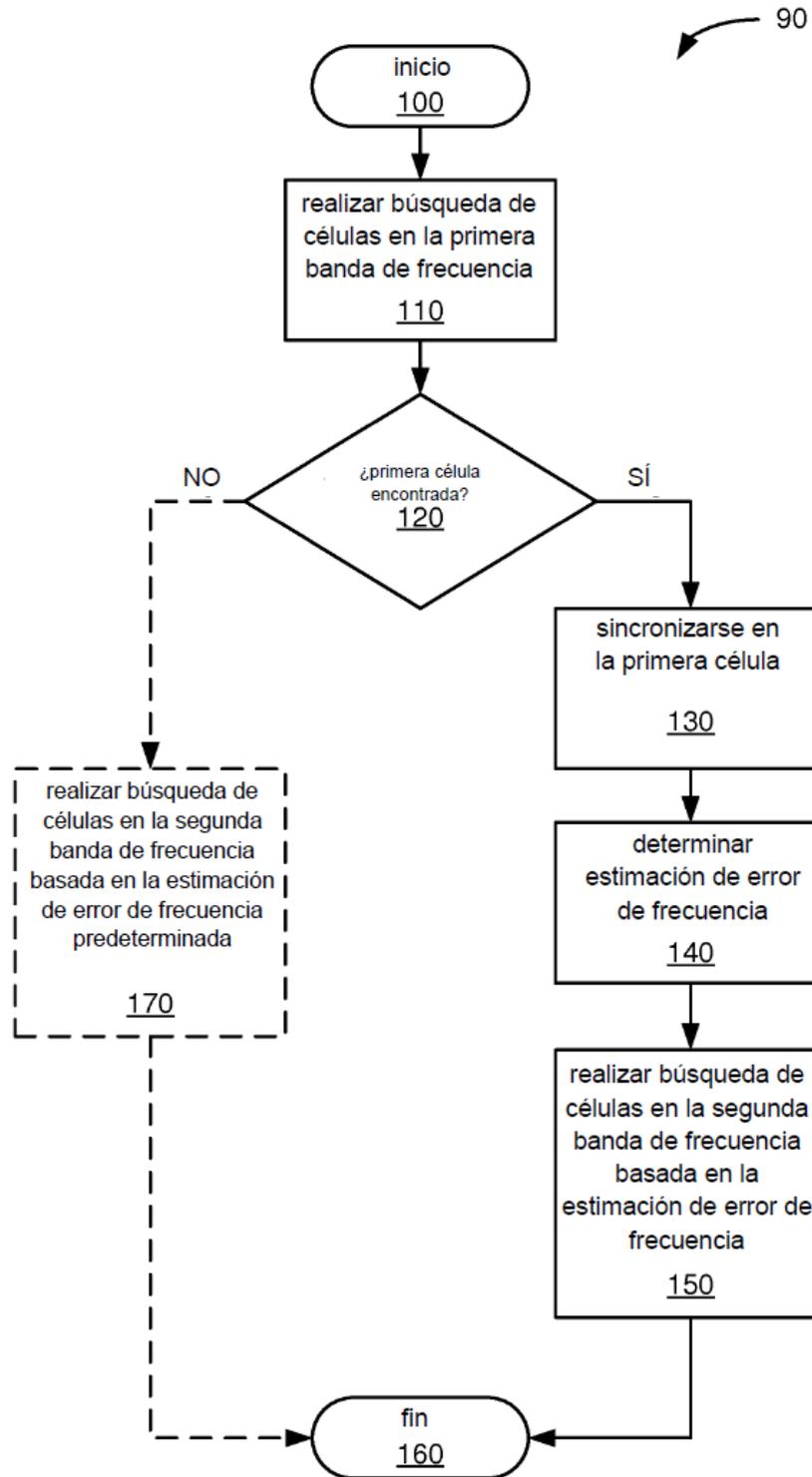


Fig. 3



Fig. 4

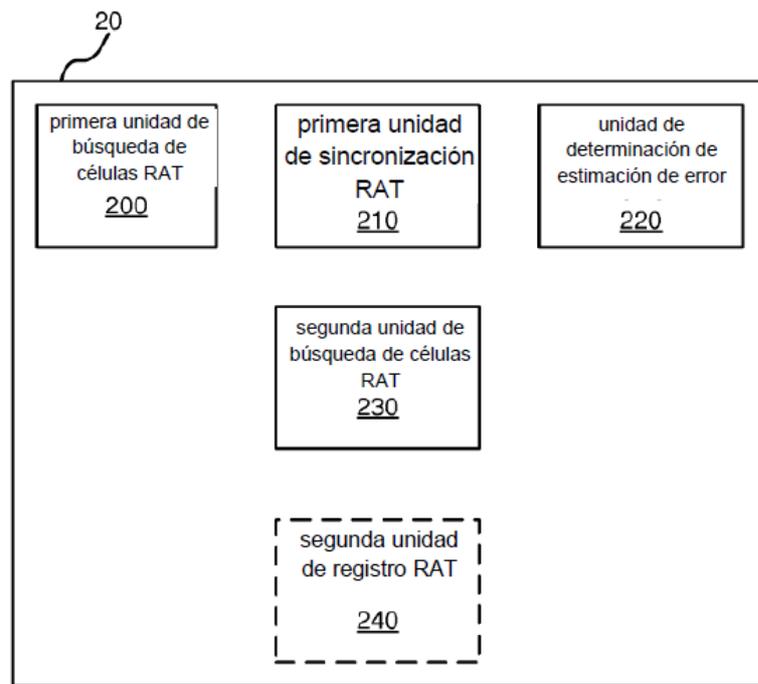


Fig. 5

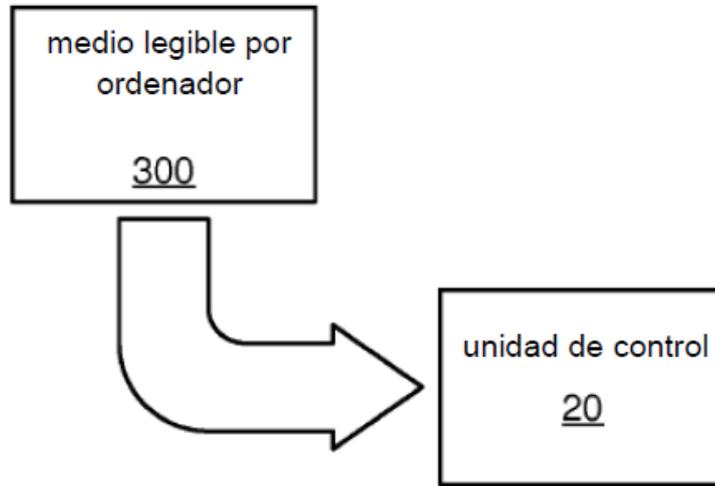


Fig. 6