



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 308 583**

51 Int. Cl.:
H04Q 7/38 (2006.01)
H04L 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05818706 .3**
96 Fecha de presentación : **05.12.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1829410**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.09.2007**

54 Título: **Búsqueda de célula inicial en sistemas de comunicaciones móviles.**

30 Prioridad: **06.12.2004 US 5280**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2008

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (publ)
Patent Unit, KI/ECS/B/AP
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Palenius, Torgny**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 308 583 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

Búsqueda de célula inicial en sistemas de comunicaciones móviles.

5 Antecedentes

La presente invención se refiere a sistemas de comunicaciones de móviles, y más particularmente a técnicas de búsqueda inicial de células en sistemas de comunicaciones de móviles.

10 Los sistemas de comunicaciones de móviles, tales como los sistemas de comunicaciones celulares, permiten que los equipos de usuario (UE) móviles se comuniquen inalámbricamente estableciendo un enlace inalámbrico (por ejemplo, de radiocomunicaciones) entre el UE y una de entre varias estaciones base (BS) que están distribuidas geográficamente por toda un área de servicio. Se proporciona movilidad por medio de protocolos que permiten realizar un traspaso del UE desde una primera BS a otra cuando el mismo se mueve desde el área de cobertura de la primera BS al área de cobertura de la otra BS.

Las diversas estaciones base están conectadas (por ejemplo, por medio de enlaces inalámbricos y/o por cable) a una red pública terrestre de servicios móviles (PLMN), que proporciona la infraestructura necesaria para prestar servicio a llamadas. Típicamente, la PLMN tiene también conexiones con redes telefónicas públicas conmutadas (PSTNs) para permitir el encaminamiento de llamadas hacia dispositivos de comunicación por cable no asociados a la PLMN.

Incluso cuando no está ocupado activamente en una llamada, el UE que ha estado encendido durante un periodo de tiempo, típicamente “acampa en” un canal de control de una estación base adecuada. Esto permite que el UE sea informado y que responda cuando el mismo es el destinatario de una llamada, y permite también que el usuario inicie rápidamente sus propias llamadas.

30 Cuando el UE ha estado apagado o ha estado fuera de cobertura, los métodos de búsqueda de células conllevan habitualmente en primer lugar la búsqueda en frecuencias usadas previamente; cuando no se encuentra ninguna célula, la búsqueda se puede ampliar para incluir otras frecuencias. Dichos métodos pueden incluir también el uso de la deriva de frecuencia para determinar la amplitud de la búsqueda llevada a cabo. Se puede encontrar un ejemplo de este planteamiento en la patente US n.º 2004/0116110.

No obstante, cuando el UE se enciende por primera vez, o cuando se ha perdido la red durante un tiempo prolongado (por ejemplo, cuando el UE ha estado fuera de un área de cobertura durante un tiempo prolongado), el terminal debe realizar un procedimiento de búsqueda inicial de células para identificar qué células (cada una asociada a una estación base) están disponibles. El UE seleccionará la mejor de las células disponibles que encuentre a partir de la búsqueda.

40 Como el UE podría “despertarse” esencialmente en cualquier lugar (por ejemplo, en un país diferente a aquel en el cual se encendió por última vez), la búsqueda inicial de células conlleva típicamente la búsqueda de presencia de canales de control por toda una banda completa de radiofrecuencias disponibles. Un impedimento en relación con esto es el hecho de que la precisión del oscilador del UE puede variar, debido principalmente a fluctuaciones de temperatura de los componentes generadores de frecuencia. Siempre que la temperatura interna sea estable y no ocurra nada más que afecte a la frecuencia, la exactitud (y por lo tanto también la inexactitud) de la frecuencia generada será estable. Los cambios de la temperatura interna del UE pueden ser debidos a un cambio de actividades en las cuales esté ocupado el UE (por ejemplo, la puesta en marcha del UE para recibir o transmitir datos) y/o debidos a cambios en el entorno circundante del UE.

Debido a la posibilidad de una inexactitud variable de las frecuencias, el procedimiento convencional de búsqueda inicial de células debe controlar no solamente las frecuencias centrales de canales de control potenciales dentro de la banda de radiofrecuencia disponible, sino que también debe controlar cierto número de frecuencias a cada lado de las frecuencias centrales “deseadas”, en el caso de que la inexactitud en la frecuencia provoque que se produzca una amplia disparidad entre la frecuencia generada del UE y la frecuencia exacta que esté siendo usada por una estación base transmisora.

55 A continuación, para ilustrar un proceso convencional de búsqueda inicial de células, se presentará un ejemplo en relación con la norma de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA) de las comunicaciones de móviles. No obstante, la invención que se presentará en este documento no debe considerarse limitada a un uso únicamente en sistemas WCDMA, ya que la misma es igualmente aplicable también a otros sistemas de comunicaciones de móviles.

Típicamente, una técnica convencional de búsqueda inicial de células supone que la inexactitud en la frecuencia es grande, del orden de aproximadamente 10 partes por millón (ppm), lo cual significa ± 20 kHz en la banda de 2 GHz, cuando se buscan portadoras. Un nivel bueno de exactitud en la generación de las frecuencias posibilita una integración coherente de la señal recibida, y por lo tanto un buen rendimiento. Sin embargo, cuando la inexactitud en la frecuencia es grande, la coherencia en el receptor se deteriora, y por lo tanto también el rendimiento del receptor. Esto conduce a la necesidad de un tiempo de búsqueda prolongado.

ES 2 308 583 T3

Para mejorar el tiempo de búsqueda, un planteamiento conlleva el uso de varias búsquedas con diferentes frecuencias centrales, en el que cada una de las búsquedas supone un mejor nivel de exactitud. Por ejemplo, es posible compensar una inexactitud de ± 20 kHz realizando cuatro búsquedas, que suponen cada una de ellas una inexactitud de ± 5 kHz. Las búsquedas se realizan sobre las portadoras $f_c = \pm 5$ kHz y $f_c = \pm 15$ kHz. Este planteamiento tiene el inconveniente de que tarda aproximadamente cuatro veces más que una única búsqueda con una inexactitud de frecuencia que es menor que 5 kHz.

Las Figs. 1a a 1c son diagramas de flujo que ilustran un algoritmo convencional de búsqueda inicial de células que utiliza el planteamiento recién descrito de búsqueda en múltiples frecuencias centrales a cada lado de la frecuencia central deseada real. El procedimiento de búsqueda inicial de células se puede aplicar, por ejemplo, en el Sistema de Telecomunicaciones de Móviles Universal (UMTS). La Fig. 1a ilustra una vista general del procedimiento completo. El objetivo de la búsqueda es identificar una frecuencia portadora que esté siendo usada por una célula asociada a una PLMN objetivo. Para iniciar esta búsqueda, se prepara una lista de búsqueda inicial que incluye todos los Números de Canal de Radiofrecuencia Absolutos UMTS (números UARFCN) válidos (bloque 101).

Un aspecto del planteamiento es que el descubrimiento de una célula sobre una frecuencia central puede posibilitar la eliminación de otras frecuencias vecinas de una búsqueda subsiguiente, lo cual tiene el efecto de acelerar el tiempo de búsqueda global. Por consiguiente, para aumentar la probabilidad de encontrar una célula, el procedimiento de búsqueda inicial realiza en primer lugar una búsqueda en una lista histórica (bloque 103). La lista histórica puede constar, por ejemplo, de cierto número (por ejemplo, cinco, aunque este número no es esencial) de frecuencias más recientes en las que se encontró una célula adecuada.

La Fig. 1b es un diagrama de flujo de un algoritmo ilustrativo de búsqueda 103 en una lista histórica. En este ejemplo, la lista histórica consta de cierto número de las frecuencias más recientes en las que se encontró una célula adecuada. Como se muestra en el bloque 121, la lista se actualiza continuamente cada vez que se encuentra una PLMN/frecuencia nueva. Al producirse la desactivación/el apagado del UE, la lista histórica se almacena en una memoria no volátil para ser usada posteriormente cuando se encienda de nuevo el UE.

Para comenzar la búsqueda real, se selecciona el primer UARFCN de la lista histórica (bloque 123). Entonces, se entra en un bucle de búsqueda que ejecuta una búsqueda de células sobre el UARFCN seleccionado y elimina el UARFCN de la lista de búsqueda inicial (bloque 125). Si se encuentra una célula nueva, (línea de salida "SÍ" del bloque de decisión 127), se usa información recibida de la célula para determinar si la misma procede de la PLMN objetivo (bloque de decisión 129). Si la célula procede de la PLMN objetivo (línea de salida "SÍ" del bloque de decisión 129), entonces no es necesario que el algoritmo de búsqueda busque más.

No obstante, si la célula encontrada no procede de la PLMN objetivo (línea de salida "NO" del bloque de decisión 129), todos los UARFCN que están a ± 3 MHz con respecto al UARFCN asociado a la célula encontrada se eliminan de la lista de búsqueda inicial (bloque 130). Como la eliminación de estos UARFCN de la lista de búsqueda inicial evitará que se busque en estas portadoras en posteriores pasadas de la búsqueda inicial de células, esto tiene el efecto de acelerar el tiempo de búsqueda global.

Después del bloque 130, o si no se ha encontrado una célula en el UARFCN seleccionado (línea de salida "NO" del bloque de decisión 127), se realiza una determinación sobre si se había seleccionado el último UARFCN de la lista histórica (bloque de decisión 131). En caso negativo (línea de salida "NO" del bloque de decisión 131), se selecciona el siguiente UARFCN de la lista histórica (bloque 133), y se repite el bucle devolviendo el tratamiento al bloque 125. La determinación de que se había seleccionado el último UARFCN de la lista histórica (línea de salida "SÍ" del bloque de decisión 131) constituye el final de la búsqueda en lista histórica 103.

Volviendo a la Fig. 1a, al completarse la búsqueda en lista histórica, la siguiente actividad conlleva el tratamiento de la banda de frecuencias de enlace descendente (DL) de la manera siguiente.

En primer lugar, se reduce la lista de búsqueda inicial mediante el filtrado de frecuencias basándose en sus Indicadores de Intensidad de la Señal Recibida (RSSIs) (bloque 105). Este filtrado conlleva:

- realizar una exploración de RSSI sobre cada UARFCN de la lista de búsqueda inicial;
- para cualquiera de las frecuencias que estén a ± 100 kHz, ± 300 kHz, ± 500 kHz con respecto a las frecuencias centrales de la banda de frecuencias DL, eliminar todos los UARFCN de la lista de búsqueda inicial que satisfagan $\text{RSSI} \leq -100$ dBm;
- para cualquiera de las frecuencias que no estén a ± 100 kHz, ± 300 kHz, ± 500 kHz con respecto a las frecuencias centrales de la banda de frecuencias DL, se eliminan todos los UARFCN de la lista de búsqueda inicial que satisfagan $\text{RSSI} \leq -95$ dBm.

Mediante la eliminación de frecuencias que no es probable que den como resultado una célula encontrada, el esfuerzo de búsqueda se reduce adicionalmente a la comprobación de solamente las portadoras más probables de la banda.

ES 2 308 583 T3

Finalmente, se busca en la lista resultante (filtrada), 107. La Fig. 1c es un diagrama de flujo que ilustra un buscador 107 a modo de ejemplo. El planteamiento adoptado es en primer lugar buscar en las frecuencias más probables, y entonces buscar en la totalidad del resto de frecuencias de la lista de búsqueda. A continuación, en referencia a la Fig. 1c, la frecuencia central a usar, f_c , se fija de manera que sea igual a una frecuencia portadora de la banda de frecuencias DL (por ejemplo, $f_c = 2.112,5$ MHz) y se selecciona el UARFCN cuya frecuencia es $f_c - 100$ kHz (bloque 141).

Si el UARFCN seleccionado está en la lista de búsqueda inicial (línea de salida “SÍ” del bloque de decisión 143), entonces se ejecuta una búsqueda de células sobre el UARFCN seleccionado, y el UARFCN seleccionado se elimina de la lista de búsqueda inicial (bloque 145) para evitar buscarlo una segunda vez. Si la búsqueda de células encontrara una célula nueva (línea de salida “SÍ” del bloque de decisión 147), entonces se usa información recibida de la célula para determinar si la misma procede de la PLMN objetivo (bloque de decisión 148). En caso afirmativo (línea de salida “SÍ” del bloque de decisión 148), entonces no es necesario realizar una búsqueda adicional.

No obstante, si la célula encontrada no es de la PLMN objetivo (línea de salida “NO” del bloque de decisión 148), entonces todos los UARFCN que están a ± 3 MHz del UARFCN seleccionado asociado a la célula encontrada se eliminan de la lista de búsqueda inicial (bloque 149).

Después de esto, o si no se encontró ninguna célula nueva (línea de salida “NO” del bloque de decisión 147) o si no se observó que el UARFCN seleccionado había estado en la lista de búsqueda inicial (línea de salida “NO” del bloque de decisión 143), entonces se realiza un algoritmo que bien selecciona un UARFCN sucesivo a usar en una subsiguiente pasada del bucle, o bien, si no, se finaliza la búsqueda inicial (bloque 151). Para realizar una pasada sucesiva del bucle, el tratamiento vuelve al bloque de decisión 143.

El tratamiento asociado al bloque 151 (es decir, o bien seleccionar un UARFCN sucesivo a usar en una pasada subsiguiente del bucle, o bien, si no, finalizar la búsqueda inicial) se puede realizar según una cualquiera de entre varias maneras. Por ejemplo, las portadoras se pueden clasificar en el orden de los RSSI (apareciendo en primer lugar las portadoras de mayor intensidad) y se pueden buscar en ese orden de clasificación hasta que se hayan seleccionado para la búsqueda todas las portadoras (instante en el cual se finaliza la búsqueda inicial).

En una realización, la banda completa de frecuencias se divide en un número de bandas más pequeñas de frecuencia. Para cada una de estas bandas más pequeñas de frecuencias, se selecciona una frecuencia central conocida, y entonces el bloque 151 garantiza que, en algún instante, se selecciona cada una de las portadoras definidas por $f_c \pm 100$ kHz, $f_c \pm 300$ kHz, y $f_c \pm 500$ kHz para la búsqueda.

Para obtener más información sobre técnicas conocidas de búsqueda inicial de células, se remite a los lectores interesados a la Pub. US n.º US 2004/0203839 A1, publicada el 14 de octubre de 2004 (Ostberg *et al.*, “Mobile Terminals and Methods for Performing Fast Initial Frequency Scans and Cell Searches”).

Un problema con el algoritmo convencional de búsqueda inicial de células es que la búsqueda realizada sobre todas las portadoras dura un tiempo prolongado. En algunos casos, pueden pasar varios minutos hasta que encuentre una PLMN permisible. Una consecuencia de esto sobre el UE es que el tiempo para registrarse en la red es prolongado, lo cual, a su vez, significa que el tiempo desde que se activa por primera vez el UE hasta que se puede realizar una llamada es prolongado. Esto influye negativamente en el usuario del UE.

Otro efecto sobre el UE es que el consumo de corriente eléctrica cuando se realiza el algoritmo de búsqueda inicial de células es alto.

Por lo tanto, es deseable proporcionar aparatos y métodos de búsqueda inicial de células que sean capaces de identificar más rápidamente una célula asociada a una PLMN permisible.

Sumario

Debe destacarse que las expresiones “comprende” y “que comprende”, cuando se usan en la presente memoria descriptiva, se adoptan para especificar la presencia de características, enteros, etapas o componentes mencionados; sin embargo, el uso de estas expresiones no excluye la presencia o adición de otra u otras características, enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

Según un aspecto de la presente invención, los anteriores y otros objetivos se alcanzan en métodos, aparatos y soportes de almacenamiento legibles por máquina destinados a realizar una búsqueda inicial para localizar células en un sistema de telecomunicaciones. La búsqueda inicial de células incluye la definición de un conjunto de frecuencias portadoras en el que buscar, y la selección, como modo de búsqueda de células, bien de un modo de búsqueda amplio de células o bien de un modo de búsqueda estrecha de células, en donde la selección del modo de búsqueda de células se basa en un nivel de exactitud de generación de la frecuencia. El modo de búsqueda amplia de células busca en un intervalo de frecuencias más amplio que en el que busca el modo de búsqueda estrecha de células. Para cada frecuencia portadora del conjunto de frecuencias portadoras en el que se va a realizar la búsqueda, cuando se busca una célula que transmita sobre la frecuencia portadora se usa un modo de búsqueda de células seleccionado más recientemente. El

ES 2 308 583 T3

modo de búsqueda estrecha de células se usa únicamente cuando el nivel de exactitud de generación de la frecuencia es mejor que un nivel peor esperado de exactitud de generación de la frecuencia.

5 En otro aspecto, la búsqueda inicial de células incluye seleccionar inicialmente el modo de búsqueda amplia de células para ser usado siempre que se busca una célula que transmita en una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda. Cuando se localiza una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células sobre una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda, se usa una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de generación de la frecuencia. En respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de la frecuencia, se selecciona entonces el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita en otra de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda.

15 En realizaciones alternativas, la búsqueda inicial de células incluye seleccionar inicialmente uno de entre el modo de búsqueda amplia de células y el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado siempre que se busque una célula que transmita en una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda, en donde la selección inicial se basa en uno o más parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de la frecuencia. Cuando se localiza una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células sobre una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda, se usa una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de la generación de la frecuencia. En respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de la frecuencia, se selecciona entonces el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita en otra de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda.

25 En otro aspecto, el parámetro o parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de la frecuencia incluyen uno o más parámetros de control automático de la frecuencia.

Breve descripción de los dibujos

30 Los objetivos y ventajas de la invención se entenderán al leer la siguiente descripción detallada conjuntamente con los dibujos, en los cuales:

las Figs. 1a a 1c son diagramas de flujo que ilustran un algoritmo convencional de búsqueda inicial de células.

35 Las Figs. 2a a 2c son diagramas de flujo que ilustran un algoritmo mejorado de búsqueda inicial de células según la invención.

Descripción detallada

40 A continuación se describirán las diversas características de la invención haciendo referencia a las figuras, en las que las partes iguales se identifican con los mismos caracteres de referencia.

45 A continuación se describirán más detalladamente los diversos aspectos de la invención en relación con varias realizaciones ilustrativas. Para facilitar una comprensión de la invención, muchos aspectos de la invención se describen en términos de secuencias de acciones a realizar por elementos de un sistema informático. Se reconocerá que en cada una de las realizaciones, las diversas acciones las podrían realizar circuitos especializados (por ejemplo, puertas lógicas discretas interconectadas para realizar una función especializada), instrucciones de programa que sean ejecutadas por uno o más procesadores, o una combinación de ambas opciones. Además, la invención se puede considerar adicionalmente materializada en su totalidad en cualquier forma de soporte legible por ordenador, tal como una memoria de estado sólido, un disco magnético, un disco óptico o una onda portadora (tal como ondas portadoras de radiofrecuencia, audiofrecuencia o frecuencias ópticas) que contenga un conjunto adecuado de instrucciones de ordenador que consiguieran que un procesador llevase a cabo las técnicas descritas en el presente documento. De este modo, los diversos aspectos de la invención se pueden materializar en muchas formas diferentes, y todas estas formas se contemplan incluidas en el alcance de la invención. Para cada uno de los diversos aspectos de la invención, a cualquiera de estas formas de realizaciones se le puede hacer referencia, en el presente documento, como “circuito lógico configurado para” realizar una acción descrita, o alternativamente como “circuito lógico que” realiza una acción descrita.

60 Como se ha explicado en la sección de Antecedentes, la longitud del algoritmo de búsqueda inicial de células está relacionada directamente con el número de frecuencias en el que se debe realizar la búsqueda. En técnicas convencionales, el número de frecuencias en el que se realiza la búsqueda se fija a un número mayor que el que requeriría realmente un receptor ideal, ya que, en la práctica, los receptores no son ideales - generan frecuencias de forma inexacta. La exactitud del oscilador del UE puede variar, debido principalmente a fluctuaciones de temperatura de los componentes generadores de frecuencias. Siempre que la temperatura interna sea estable y no ocurra nada más que afecte a la frecuencia, la exactitud (y a la inversa, la inexactitud) de la frecuencia generada será estable. Los cambios de la temperatura interna del UE pueden ser debidos a un cambio de actividades en las que esté ocupado el UE (por ejemplo, la puesta en marcha del UE para recibir o transmitir datos) y/o debidos a cambios en el entorno que circunda al UE.

ES 2 308 583 T3

Según un aspecto de la invención, en el procedimiento de búsqueda de células se tiene en cuenta información sobre la inexactitud de las frecuencias en el UE. Cuando se sabe que la inexactitud es baja, se busca en menos frecuencias, acelerando de este modo la búsqueda sin influir negativamente en los resultados de la búsqueda.

5 En otro aspecto de la invención, se deduce información sobre la inexactitud de las frecuencias a partir del historial reciente del funcionamiento del UE. Por ejemplo, si el UE tiene inicialmente una conexión con la red, pero a continuación la pierde, por ejemplo, al salir fuera de cobertura, el UE dispone inicialmente de una generación de frecuencias exactas. Por lo tanto, se puede considerar que un UE, del que se sabe que se ha salido recientemente de cobertura, todavía está generando frecuencias relativamente exactas, de manera que se puede reducir el número de frecuencias en las que se busca en una operación de búsqueda de células, acortando de este modo el tiempo consumido en la búsqueda de células sobre cada portadora y reduciendo el consumo de potencia.

15 Todavía en otro aspecto de la invención, durante el procedimiento de búsqueda de células se toman medidas para mejorar la exactitud de las frecuencias. El conocimiento de que se ha mejorado la exactitud de las frecuencias se usa entonces para acortar el tiempo de búsqueda de las células. Por ejemplo, considérese un ejemplo en el contexto de sistemas WCDMA. (La invención no se limita a sistemas WCDMA). Cuando el UE está realizando una búsqueda inicial de células y encuentra una célula, el UE lee el canal de difusión general (BCH) para determinar si la célula está asociada a la PLMN objetivo, y también para determinar otras informaciones de la célula. Si la célula pertenece a una PLMN distinta de la que está siendo buscada, o alternativamente si no se permite que el UE se conecte a la célula, el UE continúa buscando, en otras portadoras, células asociadas a la PLMN objetivo. En un aspecto de la invención, cuando el UE lee el BCH, sincroniza su generación de frecuencias.

25 Después de que el UE se haya conectado a una red de esta manera, el mismo dispone de una muy buena estimación de la frecuencia, la cual, en muchos casos, será válida durante un tiempo relativamente prolongado, dependiendo de los cambios de temperatura y de la estabilidad de largo plazo del oscilador de cristal. Durante este tiempo, el UE puede continuar buscando en el resto del espectro usando una inexactitud menor de las frecuencias.

30 Por ejemplo, al basar el algoritmo de búsqueda de células en una inexactitud de frecuencia igual a solamente unos pocos kHz en lugar de, por ejemplo, 10 ppm (por ejemplo, 20 kHz en una banda de 2 GHz, como en algoritmos de búsqueda convencionales), el algoritmo de búsqueda de células podría tener la posibilidad de usar solamente una ejecución de búsqueda de células por cada portadora en lugar de cuatro, aumentando de este modo en un factor de 4 la velocidad de la búsqueda de células. Incluso si el algoritmo de búsqueda de células debe realizar dos ejecuciones de búsqueda de célula por cada portadora, esto sigue representando una mejora de velocidad de un factor de 2.

35 De este modo, gracias a una mejor coherencia en el receptor para la señal recibida, el UE puede tener la capacidad de:

1. Acortar el tiempo de búsqueda de células, y consecuentemente reducir el tiempo hasta que el UE se conecta a una red.
2. Mejorar la sensibilidad cuando se buscan células nuevas, posibilitando que se encuentren células más débiles en el mismo tiempo que requieren las técnicas convencionales simplemente para encontrar las de mayor intensidad. Esta aplicación de las técnicas de la invención reduciría el riesgo de no encontrar una red adecuada.
3. Mejorar el consumo de potencia del UE cuando el mismo está fuera de cobertura, ya que sus actividades disminuirían.

50 A continuación se describirá una realización ilustrativa en relación con las Figs. 2a a 2c, que son diagramas de flujo que ilustran el algoritmo nuevo de búsqueda inicial de células. El procedimiento de búsqueda inicial de células se puede aplicar, por ejemplo, en el Sistema de Telecomunicaciones de Móviles Universal (UMTS).

55 El algoritmo nuevo de búsqueda inicial de células utiliza dos tipos diferentes de búsquedas de células: una búsqueda “amplia” de células y una búsqueda “estrecha” de células. La búsqueda amplia de células se utiliza cuando no se sabe si la exactitud en las frecuencias es buena, y en este ejemplo conlleva, para cada portadora en la que se busca, el uso de 100 ms por cada compartimento de frecuencias, y 4 compartimentos de frecuencias por cada portadora. Este es el tipo de búsqueda realizado en sistemas convencionales. La búsqueda estrecha de células en este ejemplo conlleva, para cada portadora en la que se busca, el uso de 100 ms por cada compartimento de frecuencias, y solamente un compartimento de frecuencias (es decir, una búsqueda) por cada portadora. Se reconocerá que en otras realizaciones (alternativas), la duración específica por compartimento y número de compartimentos de frecuencias que definen las búsquedas amplia y estrecha de células puede ser diferente. No obstante, en cada realización, la búsqueda amplia de células conlleva más compartimentos de frecuencias que la búsqueda estrecha de células (es decir, más búsquedas), o expresado de forma más general, la búsqueda amplia de células conlleva una búsqueda en un intervalo de frecuencias más amplio que la búsqueda estrecha de células, de manera que la búsqueda amplia de células consume más tiempo y/o energía que una búsqueda estrecha de células.

ES 2 308 583 T3

En el flujo lógico que se va a presentar, el hecho de realizar una búsqueda amplia de células o una búsqueda estrecha de células se controla mediante un parámetro, “CS”, que pueda adoptar valores que representan bien “amplia” o bien “estrecha”. El parámetro CS se fija inicialmente en “amplia”, aunque a continuación se cambia a “estrecha” siempre que se encuentra una célula de cualquier PLMN. Como se ha explicado anteriormente, el hecho de encontrar cualquier célula es usado por el UE como una oportunidad de mejorar su exactitud en las frecuencias. Esta exactitud mejorada en las frecuencias se considera entonces que se mantiene mientras dure el resto del algoritmo de búsqueda de células.

Volviendo ahora a una descripción de la realización ilustrativa, la Fig. 2a ilustra una visión general del procedimiento completo. El objetivo de la búsqueda es identificar una frecuencia de portadora que esté siendo usada por una célula asociada a una PLMN objetivo. Para iniciar esta búsqueda, se prepara una lista de búsqueda inicial que incluye todos los Números de Canal de Radiofrecuencia Absolutos UMTS (números UARFCN) válidos, y el parámetro, CS, se inicializa en “amplia” (bloque 201).

Un aspecto del planteamiento es que el descubrimiento de una célula en una frecuencia central puede posibilitar la eliminación de otras frecuencias vecinas de una búsqueda subsiguiente, lo cual tiene el efecto de acelerar el tiempo de búsqueda global. Por consiguiente, para aumentar la probabilidad de encontrar una célula, el procedimiento de búsqueda inicial realiza en primer lugar una búsqueda en una lista histórica basándose en la exactitud de las frecuencias (bloque 203). La lista histórica puede constar de, por ejemplo, las cinco frecuencias más recientes en las que se encontró una célula adecuada.

La Fig. 2b es un diagrama de flujo de una realización ilustrativa de un algoritmo mejorado de búsqueda 203 en lista histórica. En este ejemplo, la lista histórica consta de varias de las frecuencias más recientes (por ejemplo, las cinco frecuencias más recientes) en las que se encontró una célula adecuada. Como se muestra en el bloque 221, la lista se actualiza de forma continuada cada vez que se encuentra una PLMN/frecuencia nueva. Al producirse la desactivación/el apagado del UE, la lista histórica se almacena en una memoria no volátil para ser usada posteriormente cuando el UE se encienda de nuevo.

Para iniciar la búsqueda real, se selecciona el primer UARFCN de la lista histórica (bloque 223). Entonces se entra en un bucle de búsqueda que ejecuta una búsqueda de células (bien una búsqueda amplia o bien una búsqueda estrecha, según es controlada por el estado actual del parámetro CS) sobre el UARFCN seleccionado, y elimina el UARFCN de la lista de búsqueda inicial (bloque 225). Si se encuentra una célula nueva (línea de salida “SÍ” del bloque de decisión 227), se usa información recibida desde la célula para determinar si la misma procede de la PLMN objetivo (bloque de decisión 229). Si la célula es de la PLMN objetivo (línea de salida “SÍ” del bloque de decisión 229), entonces no es necesario que el algoritmo de búsqueda busque más.

No obstante, si la célula encontrada no es de la PLMN objetivo (línea de salida “NO” del bloque de decisión 229), todos los UARFCN que están a ± 3 MHz con respecto al UARFCN asociado a la célula encontrada se eliminan de la lista de búsqueda inicial (bloque 230). Como la eliminación de estos UARFCN de la lista de búsqueda inicial evitará que se busque en estas portadoras en pasadas posteriores de la búsqueda inicial de células, esto tiene el efecto de acelerar el tiempo de búsqueda global. Adicionalmente (indicado también en el bloque 230), el UE se aprovecha de su conexión (temporal) con esta célula mejorando su exactitud en las frecuencias y fijando el parámetro CS de manera que sea igual a “estrecha”, garantizando de este modo que todas las búsquedas de células posteriores sean búsquedas de células estrechas.

Después del bloque 230, o si en el UARFCN seleccionado no se hubiera encontrado una célula (línea de salida “NO” del bloque de decisión 227), se realiza una determinación sobre si se había seleccionado el último UARFCN de la lista histórica (bloque de decisión 231). En caso negativo (línea de salida “NO” del bloque de decisión 231), se selecciona el siguiente UARFCN de la lista histórica (bloque 233), y se repite el bucle devolviendo el tratamiento al bloque 225. La determinación de que se había seleccionado el último UARFCN de la lista histórica (línea de salida “SÍ” del bloque de decisión 231) constituye el final de la búsqueda en lista histórica 203.

Volviendo a la Fig. 2a, al completarse la búsqueda en lista histórica, la siguiente actividad conlleva el tratamiento de la banda de frecuencias de enlace descendente (DL) de la manera siguiente.

En primer lugar, se reduce la lista de búsqueda inicial mediante el filtrado de frecuencias basándose en sus Indicadores de Intensidad de la Señal Recibida (RSSI) (bloque 205). En una realización ilustrativa, este filtrado conlleva:

- realizar una exploración de RSSI en cada UARFCN de la lista de búsqueda inicial;
- para cualquiera de las frecuencias que estén a ± 100 kHz, ± 300 kHz, ± 500 kHz con respecto a las frecuencias centrales de la banda de frecuencias DL, eliminar todos los UARFCN de la lista de búsqueda inicial que satisfagan $\text{RSSI} \leq -100$ dBm;
- para cualquiera de las frecuencias que no estén a ± 100 kHz, ± 300 kHz, ± 500 kHz con respecto a las frecuencias centrales de la banda de frecuencias DL, eliminar todos los UARFCN de la lista de búsqueda inicial que satisfagan $\text{RSSI} \leq -95$ dBm.

ES 2 308 583 T3

Mediante la eliminación de frecuencias que no es probable que den como resultado una célula encontrada, el esfuerzo de búsqueda se reduce adicionalmente a comprobar solamente las portadoras más probables de la banda.

5 Finalmente, se busca en la lista resultante (filtrada) 207. La Fig. 2c es un diagrama de flujo que ilustra un buscador mejorado 207 a modo de ejemplo. El planteamiento adoptado es en primer lugar buscar en las frecuencias más probables, y entonces buscar en la totalidad del resto de frecuencias de la lista de búsqueda. En referencia ahora a la Fig. 2c, la frecuencia central a usar, f_c , se fija de manera que sea igual a una frecuencia portadora de la banda de frecuencias DL (por ejemplo, $f_c = 2.112,5$ MHz) y se selecciona el UARFCN cuya frecuencia es $f_c - 100$ kHz (bloque 241).

10 Si el UARFCN seleccionado está en la lista de búsqueda inicial (línea de salida "SÍ" del bloque de decisión 243), entonces se ejecuta una búsqueda de células en el UARFCN seleccionado (bien una búsqueda amplia o bien una búsqueda estrecha, según un control mediante el estado actual del parámetro CS), y el UARFCN seleccionado se elimina de la lista de búsqueda inicial (bloque 245) para evitar buscarlo una segunda vez. Si la búsqueda de células encontrara una célula nueva (línea de salida "SÍ" del bloque de decisión 247), entonces se usa información recibida de la célula para determinar si la misma procede de la PLMN objetivo (bloque de decisión 248). En caso afirmativo (línea de salida "SÍ" del bloque de decisión 248), entonces no es necesario realizar una búsqueda adicional.

15 No obstante, si la célula encontrada no es de la PLMN objetivo (línea de salida "NO" del bloque de decisión 248), entonces todos los UARFCN que están a ± 3 MHz del UARFCN seleccionado asociado a la célula encontrada se eliminan de la lista de búsqueda inicial (bloque 249). Adicionalmente (indicado también en el bloque 249), el UE se aprovecha de su conexión (temporal) con esta célula para mejorar su exactitud en las frecuencias y, basándose ahora en que tiene un buen nivel de exactitud en las frecuencias, garantizar que el parámetro CS se fija igual a "estrecha", garantizando de este modo que todas las búsquedas de células posteriores serán búsquedas de células estrechas.

20 Después de esto, o si no se encontró ninguna célula nueva (línea de salida "NO" del bloque de decisión 247) o si no se observó que el UARFCN seleccionado había estado en la lista de búsqueda inicial (línea de salida "NO" del bloque de decisión 243), entonces se realiza un algoritmo que o bien selecciona un UARFCN sucesivo a usar en una subsiguiente pasada del bucle, o bien, si no, se finaliza la búsqueda inicial (bloque 251). Para realizar una pasada sucesiva del bucle, el tratamiento vuelve al bloque de decisión 243.

25 El tratamiento asociado al bloque 251 (es decir, o bien seleccionar un UARFCN sucesivo a usar en una pasada subsiguiente del bucle, o bien, si no, finalizar la búsqueda inicial) se puede realizar según una cualquiera de entre varias maneras, ninguna de las cuales es esencial para la invención. Por ejemplo, las portadoras se pueden clasificar en el orden de los RSSI (apareciendo en primer lugar las portadoras de mayor intensidad) y se pueden buscar en ese orden de clasificación hasta que se hayan seleccionado para la búsqueda todas las portadoras (instante en el cual se finaliza la búsqueda inicial).

30 En una realización, la banda completa de frecuencias se divide en un número de bandas más pequeñas de frecuencias. Para cada una de estas bandas más pequeñas de frecuencias, se selecciona una frecuencia central conocida, y entonces el bloque 251 garantiza que, en algún instante, se selecciona cada una de las portadoras definidas por $f_c \pm 100$ kHz, $f_c \pm 300$ kHz, y $f_c \pm 500$ kHz para la búsqueda.

35 Se puede observar entonces que en la realización ilustrativa, así como en otras realizaciones, el algoritmo de búsqueda inicial de células selecciona dinámicamente bien una búsqueda amplia de células o bien una búsqueda estrecha de células para frecuencias seleccionadas en función de la exactitud de la generación de frecuencias del UE.

40 En la realización antes descrita se ilustra también un aspecto en el que el UE mejora la exactitud de su generación de frecuencias siempre que se conecta a una célula durante el algoritmo de búsqueda inicial de células, incluso si esa célula no está asociada a la PLMN objetivo o, alternativamente, no es una célula a la que tiene permitido el acceso el UE. Tras haber mejorado la exactitud en la generación de frecuencias, el UE realiza entonces búsquedas subsiguientes de células más eficaces (realizándose cada una de ellas sobre una frecuencia portadora seleccionada), ya que el mismo no debe acomodarse a la posibilidad de una exactitud baja en la generación de frecuencias.

45 En realizaciones alternativas, es posible una sensibilidad mejorada, cuando se buscan células débiles al mismo tiempo que se mantiene un rendimiento de velocidad comparable (o incluso inferior) al de rutinas convencionales de búsqueda inicial de células, modificando el filtrado de la lista de búsqueda inicial realizado por el bloque 205 para que no elimine células más débiles que, de otro modo, son filtradas en la realización ilustrativa antes descrita. Por ejemplo, los valores de umbral de los RSSI que determinan si se eliminará un UARFCN particular se pueden fijar en valores inferiores para permitir que cierto número de células más débiles permanezcan en la lista de búsqueda inicial. Quizás, la manera más directa de realizar una búsqueda profunda en una célula es no tener esencialmente ningún umbral en absoluto. A efectos prácticos, esto es lo mismo que tener el umbral fijado a -100 dBm, ya que ese nivel es activado normalmente por el ruido interno del receptor. Para buscar únicamente células fuertes, el umbral podría estar entre -95 dBm y -80 dBm ó incluso mayor. Los niveles de umbral particulares que se deben seleccionar dependen de la aplicación, y por lo tanto no se pueden exponer aquí de forma definitiva. Los expertos en la materia podrán determinar fácilmente valores adecuados para lograr su nivel deseado de rendimiento.

ES 2 308 583 T3

Se observará que en la realización ilustrativa mostrada en las Figs. 2a a 2c, el algoritmo de búsqueda inicial de células se inicializa de manera que el modo de búsqueda por defecto consiste en realizar una búsqueda amplia (es decir, que consume más tiempo), y cambiar únicamente a la realización de la búsqueda estrecha de células más eficaz después de que se haya mejorado el nivel de exactitud en la generación de frecuencias del UE (es decir, mediante el uso de una señal recibida desde una célula encontrada para mejorar la generación de frecuencias). No obstante, todavía en otro conjunto de realizaciones alternativas, el modo de búsqueda inicial de células se fija basándose en algún otro parámetro que sea indicativo del nivel actual de exactitud en la generación de frecuencias del UE. Por ejemplo, en algunos UE, las disposiciones previamente determinadas del control automático de frecuencia (AFC) pueden ser indicativas del nivel actual de rendimiento del generador de frecuencias del UE. De este modo, estos parámetros se pueden usar para determinar si el algoritmo de búsqueda inicial de células comenzará realizando búsquedas amplias de células o búsquedas estrechas de células. El hecho de que un planteamiento de este tipo sea adecuado para su uso en un UE particular dependerá del diseño y la construcción particulares del UE - en algunos casos, la exactitud en la frecuencia de un UE variará muy rápidamente cuando el mismo se encienda por primera vez debido, por ejemplo, al calentamiento de uno o más chips y a otros efectos sobre la generación de frecuencias. En tales casos, puede que se prefiera una inicialización del parámetro CS para que indique una búsqueda amplia de células.

A continuación se presentará un análisis de mejoras del rendimiento que se pueden lograr usando las técnicas nuevas antes descritas. El rendimiento del algoritmo convencional de búsqueda de células se comparará con el de una realización del algoritmo nuevo de búsqueda de células en relación con tres escenarios diferentes. En cada escenario, se supone que las técnicas tanto convencional como nueva dividen la banda de frecuencias completa en un cierto número de bandas de frecuencia menores. Para cada una de estas bandas de frecuencia menores, se selecciona una frecuencia central conocida, y entonces el bloque 151 garantiza que, en algún instante, se selecciona cada una de las portadoras definidas por $f_c \pm 100$ kHz, $f_c \pm 300$ kHz, y $f_c \pm 500$ kHz para la búsqueda.

En un primer escenario, únicamente hay disponibles tres portadoras para la detección por parte del UE. Estas portadoras se transmiten sobre algunas de las portadoras más probables. Se presupone que el RSSI medido de la totalidad de frecuencias restantes está por debajo de -100 dBm. Se presupondrá que el UE está buscando una PLMN que no está accesible (es decir, el algoritmo de búsqueda inicial de células no finalizará antes de tiempo debido a que se encuentre una célula aceptable). Se supondrá además que la lista histórica está vacía.

Considerando en primer lugar el algoritmo convencional de búsqueda inicial de células, se inicia una búsqueda sobre las portadoras más probables, a ± 100 kHz con respecto al centro de los doce canales de 5 MHz en caso de que el RSSI sea mayor que -95 dBm. Esto se cumple únicamente para tres de los canales de 5 MHz. En cada uno de estos tres canales de 5 MHz se encuentran células y, por término medio, la célula se encuentra en la primera portadora en la que se busca en 1,5 de los tres canales. En los restantes nueve canales de 5 MHz no se realiza ninguna búsqueda.

El algoritmo elimina también aquellas portadoras que se sitúan a ± 3 MHz con respecto a las portadoras con una célula encontrada a partir de la búsqueda. Como la medición del RSSI muestra valores medidos fuera hasta aproximadamente $\pm 4,5$ MHz con respecto a la portadora recibida, en el peor de los casos, puede haber aproximadamente 1,5 MHz a cada lado de las portadoras en los cuales también se realizará una búsqueda.

Esto significa que, en total, se busca en 4,5 portadoras de entre las portadoras más probables. A continuación, se busca en unas 7 portadoras adicionales a cada lado de cada célula detectada. Suponiendo 400 ms por búsqueda realizada 4 veces por portadora (debido a la búsqueda amplia), más aproximadamente 1,5 s para leer el BCH en cada portadora encontrada, la búsqueda durará, en el peor de los casos:

$$0,4*4*4,5 + 0,4*4*7*2*3 + 3*1,5 \text{ s} = 7,2 + 67,2 + 4,5 \text{ s} = 78,9 \text{ s.}$$

A continuación, revisando el rendimiento del algoritmo nuevo de búsqueda inicial en este primer escenario, incluso si el UE no decide acampar en una célula encontrada, se obtienen las siguientes estimaciones para identificar las portadoras de frecuencia asociadas a células: la frecuencia quedará localizada después de un máximo de portadoras. Después de esto, una búsqueda durará 400 ms en lugar de 1.600 ms ya que se realizarán búsquedas estrechas de células en lugar de búsquedas amplias de células. El orden de las búsquedas es el mismo que anteriormente.

De este modo, usando el algoritmo nuevo, se busca en un total de 4,5 portadoras de entre las portadoras más probables, y de ellas se podría realizar una búsqueda amplia en 2 portadoras. A continuación, se busca en unas 7 portadoras adicionales a cada lado de cada célula detectada. Consecuentemente, en el peor de los casos, la búsqueda durará:

$$0,4*4*2 + 0,4*2,5 + 0,4*7*2*3 + 3*1,5 \text{ s} = 4,2 + 16,8 + 4,5 \text{ s} = 25,5 \text{ s.}$$

El algoritmo nuevo de búsqueda inicial de células muestra una clara mejora con respecto al planteamiento convencional.

Considérese a continuación un segundo escenario en el que únicamente hay tres portadoras disponibles para la detección por parte del UE. Supóngase además que estas tres portadoras se transmiten sobre algunas de las portadoras

ES 2 308 583 T3

más probables, y que la lista histórica está vacía. El RSSI medido está por encima de -95 dBm para la totalidad del resto de frecuencias. Se presupondrá que el UE está buscando una PLMN que no está accesible (es decir, el algoritmo de búsqueda inicial de células no finalizará antes de tiempo debido a que se encuentre una célula aceptable). Estas condiciones pueden ser válidas, por ejemplo, para la banda de 1.900 MHz, aunque también, debido a no linealidades en el receptor, lo cual deriva en niveles RSSI altos, para todas las frecuencias, en el caso de que la señal de entrada de una portadora sea muy alta. Para el canal adyacente, esta será 33 dB en un punto de prueba a -55 dBm, según los requisitos. Incluso esto deriva en un nivel RSSI igual a -75 dBm en el canal adyacente. A niveles de entrada mayores, en los que la linealidad del receptor se deteriora, lo cual significa un nivel que es mayor o aproximadamente mayor que -40 dBm, el nivel RSSI se incrementa en la banda completa. Esto puede ocurrir con bastante frecuencia en algunos entornos en los que algunos operadores tienen una microcélula, aunque es razonable un deterioro en el que el nivel del RSSI sea mayor que -95 dBm en una gran parte de la banda.

Considerando en primer lugar el algoritmo convencional de búsqueda inicial de células, la búsqueda se inicia sobre las portadoras más probables, ± 100 kHz con respecto al centro de los doce canales de 5 MHz en el caso de que el RSSI sea mayor que -95 dBm. Esto se cumple para la totalidad de los canales de 5 MHz. En estos doce canales de 5 MHz, se encuentran células en tres de los canales, y, por término medio, se encuentra una célula en la primera portadora en la que se busca en 1,5 de estos canales.

Las portadoras situadas a ± 3 MHz con respecto a las portadoras asociadas a una célula encontrada se eliminan de la búsqueda. Esto significa que de la búsqueda se excluyen 18 MHz (90 portadoras) después de que se hayan encontrado estas tres células. Entonces quedan 277-90 portadoras = 187 portadoras en las que buscar, en donde no hay células, pero el nivel del RSSI está por encima del umbral.

Esto significa que, en total, se buscará en 4,5 portadoras próximas a las portadoras usadas. Adicionalmente, se buscará en otras 187 portadoras. Suponiendo 400 ms por búsqueda más un tiempo de lectura del BCH de 1,5 s en cada portadora encontrada, esta búsqueda convencional durará:

$$0,4*4*4,5 + 0,4*4*187 + 3*1,5 \text{ s} = 18,6 + 4,5 \text{ s} = 306,4 \text{ s.}$$

Volviendo a continuación al algoritmo nuevo de búsqueda inicial de células que se ejecuta en este segundo escenario, la búsqueda se inicia sobre las portadoras más probables (en el caso de que las mismas estén definidas). Existen tres portadoras con células detectables, de modo que el UE busca entre 1 y 10 canales de 5 MHz, lo cual significa entre 1 y 20 portadoras, antes de que encuentre la primera célula; esto dura entre 1,6 s y $20*1,6 \text{ s} = 32 \text{ s}$, lo cual, por término medio, es aproximadamente 16,8 s. Entonces, se busca en el resto de los canales de 5 MHz, lo cual significa entre 2 y 11 canales de 5 MHz; esto dura entre $2*0,4 \text{ s}$ y $11*0,4 \text{ s}$, lo cual, por término medio, es aproximadamente 2,6 s. Después de estas búsquedas, el algoritmo continúa buscando en $187-9*2$ portadoras = 169 portadoras (no las más probables).

Esto significa que la búsqueda total durará

$$16,8 + 2,6 + 0,4*169 + 3*1,5 \text{ s} = 91,5 \text{ s.}$$

Nuevamente, el algoritmo nuevo de búsqueda inicial de células muestra una clara mejora con respecto a la técnica convencional.

Considérese ahora un tercer escenario en el que hay doce portadoras disponibles para la detección por parte del UE. Supóngase que las mismas se transmiten sobre algunas de las portadoras más probables y que la lista histórica está vacía. Se supone que el RSSI medido está por encima de -95 dBm para todas las frecuencias. Se supone que el UE está buscando una PLMN de origen que no está accesible.

Considerando en primer lugar el algoritmo convencional de búsqueda inicial de células, la búsqueda se inicia sobre las portadoras más probables que están a ± 100 kHz con respecto al centro de los doce canales 5 MHz en caso de que el RSSI sea mayor que -95 dBm. Esto se cumple para la totalidad de los canales de 5 MHz. En la totalidad de estos doce canales de 5 MHz se encuentran células y, por término medio, la célula se encuentra en la primera portadora en la que se busca en 6 de los canales; en los otros canales se encuentra una célula en la segunda búsqueda.

Las portadoras situadas a ± 3 MHz con respecto a las portadoras asociadas a una célula encontrada se eliminan de la lista de búsqueda. Esto significa que la totalidad del resto de portadoras se excluirá de la búsqueda.

Consecuentemente, se busca en un total de 18 portadoras próximas a las portadoras usadas. Considerando cuatro por 400 ms por cada búsqueda más 1,5 s para la lectura del BCH en cada portadora encontrada, se puede estimar que la búsqueda dura:

$$0,4*4*18 + 12*1,5 \text{ s} = 28,8 + 18 \text{ s} = 46,8 \text{ s.}$$

ES 2 308 583 T3

Considerando a continuación el rendimiento esperado del algoritmo nuevo de búsqueda inicial de células funcionando bajo las condiciones definidas por el tercer escenario, puede observarse que se buscará en un total de 18 portadoras próximas a las portadoras usadas. La frecuencia queda localizada después de un máximo de dos portadoras. Consecuentemente, se puede estimar que la búsqueda dura:

$$0,4*4*2 + 0,4*16 + 12*1,5 \text{ s} = 27,6 \text{ s.}$$

Estas estimaciones se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1

Comparación del rendimiento entre las técnicas convencional y nueva de búsqueda inicial de células

	Algoritmo convencional	Algoritmo nuevo de búsqueda de células
Escenario 1	78,9 s	25,5 s
Escenario 2	306,4 s	91,5 s
Escenario 3	46,8 s	27,6 s

La invención se ha descrito en referencia a realizaciones particulares. No obstante, para aquellos expertos en la materia se pondrá fácilmente de manifiesto que es posible materializar la invención en formas específicas diferentes a las de la realización antes descrita. Las realizaciones descritas son meramente ilustrativas y no han de considerarse limitativas en modo alguno. El alcance de la invención viene dado por las reivindicaciones adjuntas, más que por la descripción anterior, y todas las variaciones y equivalentes que se sitúen dentro del ámbito de las reivindicaciones están destinados a quedar englobados en las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Método de localización de células en un sistema de telecomunicaciones sin conocimiento previo de disponibilidad de estaciones base, que comprende:

definir un conjunto de frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda;

proporcionar un modo de búsqueda amplia de células y un modo de búsqueda estrecha de células para ser usados en una etapa de selección;

seleccionar, como modo de búsqueda de células, bien el modo de búsqueda amplia de células o bien el modo de búsqueda estrecha de células, en donde la selección del modo de búsqueda de células se basa en un nivel de exactitud de generación de frecuencias de un generador local de frecuencias en un terminal móvil;

para cada frecuencia portadora del conjunto de frecuencias portadoras en el que se va a realizar la búsqueda, usar un modo de búsqueda de células seleccionado más recientemente cuando se busca una célula que transmite en la frecuencia portadora,

en el que:

el modo de búsqueda amplia de células busca en un intervalo de frecuencias más amplio que en el que busca el modo de búsqueda estrecha de células; y

el modo de búsqueda estrecha de células se usa únicamente cuando el nivel de exactitud de generación de frecuencias es mejor que un umbral predefinido.

2. Método según la reivindicación 1, que comprende:

seleccionar inicialmente el modo de búsqueda amplia de células para ser usado siempre que se busque una célula que transmita en una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda;

localizar una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células en una de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda;

usar una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de generación de frecuencias; y

en respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de frecuencias, seleccionar el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita en otra de las frecuencias portadoras en las que se realizará la búsqueda.

3. Método según la reivindicación 1, que comprende:

disponer un orden en el cual se va a realizar la búsqueda en las frecuencias portadoras basándose en una probabilidad esperada de localizar una célula asociada a cada una de las frecuencias portadoras.

4. Método según la reivindicación 3, en el que se busca en frecuencias portadoras de las que se sabe que han estado más recientemente asociadas a una célula adecuada antes que en otras frecuencias portadoras del conjunto de frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda.

5. Método según la reivindicación 1, que comprende:

seleccionar inicialmente uno de entre el modo de búsqueda amplia de células y el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado siempre que se busque una célula que transmita en una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda, en donde la selección inicial se basa en uno o más parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de frecuencias;

localizar una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células sobre una de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda;

usar una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de generación de frecuencias; y

en respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de frecuencias, garantizar que se selecciona el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita en otra de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda.

ES 2 308 583 T3

6. Método según la reivindicación 5, en el que el parámetro o parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de frecuencias incluyen uno o más parámetros de control automático de frecuencia.

5 7. Aparato para localizar células en un sistema de telecomunicaciones sin información previa sobre disponibilidad de estaciones base, comprendiendo el aparato:

un circuito lógico que define un conjunto de frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda;

10 un circuito lógico que proporciona un modo de búsqueda amplia de células y un modo de búsqueda estrecha de células para ser usados por el módulo lógico que selecciona un modo de búsqueda de células;

15 un circuito lógico que selecciona, como modo de búsqueda de células, bien el modo de búsqueda amplia de células o bien el modo de búsqueda estrecha de células, en el que la selección del modo de búsqueda de células se basa en un nivel de exactitud de generación de frecuencias de un generador local de frecuencias en un terminal móvil;

20 un circuito lógico que, para cada frecuencia portadora del conjunto de frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda, usa un modo de búsqueda de células seleccionado más recientemente cuando se busca una célula que transmite en la frecuencia portadora,

en el que:

25 el modo de búsqueda amplia de células busca en un intervalo de frecuencias más amplio que en el que busca el modo de búsqueda estrecha de células; y

el modo de búsqueda estrecha de células se usa únicamente cuando el nivel de exactitud de generación de frecuencias es mejor que un umbral predefinido.

30 8. Aparato según la reivindicación 7, que comprende:

un circuito lógico que selecciona inicialmente el modo de búsqueda amplia de células para ser usado siempre que se busque una célula que transmita sobre una de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda;

35 un circuito lógico que localiza una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células sobre una de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda;

40 un circuito lógico que usa una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de generación de frecuencias; y

un circuito lógico que, en respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de frecuencias, selecciona el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita sobre otra de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda.

45 9. Aparato según la reivindicación 7, que comprende:

un circuito lógico que dispone un orden en el cual se va a realizar la búsqueda en las frecuencias portadoras basándose en una probabilidad esperada de localizar una célula asociada a cada una de las frecuencias portadoras.

50 10. Aparato según la reivindicación 9, en el que se busca en frecuencias portadoras de las que se sabe que han estado más recientemente asociadas a una célula adecuada antes que en otras frecuencias portadoras del conjunto de frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda.

55 11. Aparato según la reivindicación 7, que comprende:

60 un circuito lógico que selecciona inicialmente uno de entre el modo de búsqueda amplia de células y el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado siempre que se busque una célula que transmita en una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda, en donde la selección inicial se basa en uno o más parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de frecuencias;

65 un circuito lógico que localiza una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células sobre una de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda;

un circuito lógico que usa una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de generación de frecuencias; y

ES 2 308 583 T3

un circuito lógico que, en respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de frecuencias, garantiza que se selecciona el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita en otra de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda.

5

12. Aparato según la reivindicación 11, en el que el parámetro o parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de frecuencias incluyen uno o más parámetros de control automático de frecuencia.

10

13. Soporte de almacenamiento legible por máquina que tiene almacenado en el mismo un conjunto de instrucciones de programa para conseguir que un procesador localice células en un sistema de telecomunicaciones sin conocimiento previo sobre disponibilidad de estaciones base, comprendiendo el conjunto de instrucciones de programa instrucciones que hacen que el procesador:

15

defina un conjunto de frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda;

proporcione un modo de búsqueda amplia de células y un modo de búsqueda estrecha de células para ser usados en una etapa de selección;

20

seleccione, como modo de búsqueda de células, bien el modo de búsqueda amplia de células o bien el modo de búsqueda estrecha de células, en donde la selección del modo de búsqueda de células se basa en un nivel de exactitud de generación de frecuencias de un generador local de frecuencias en un terminal móvil;

25

para cada frecuencia portadora del conjunto de frecuencias portadoras en el que se va a realizar la búsqueda, use un modo de búsqueda de células seleccionado más recientemente cuando se busca una célula que transmite en la frecuencia de portadora,

en el que:

30

el modo de búsqueda amplia de células busca en un intervalo de frecuencias más amplio que en el que busca el modo de búsqueda estrecha de células; y

el modo de búsqueda estrecha de células se usa únicamente cuando el nivel de exactitud de generación de frecuencias es mejor que un umbral predefinido.

35

14. Soporte de almacenamiento legible por máquina según la reivindicación 13, que comprende instrucciones que hacen que el procesador:

40

seleccione inicialmente el modo de búsqueda amplia de células para ser usado siempre que se busque una célula que transmita sobre una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda;

localice una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células sobre una de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda;

45

use una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de generación de frecuencias; y

50

en respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de frecuencias, seleccione el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita en otra de las frecuencias portadoras en las que se realizará la búsqueda.

55

15. Soporte de almacenamiento legible por máquina según la reivindicación 13, que comprende instrucciones que hacen que el procesador:

disponga un orden en el cual se va a realizar la búsqueda en las frecuencias portadoras basándose en una probabilidad esperada de localizar una célula asociada a cada una de las frecuencias portadoras.

60

16. Soporte de almacenamiento legible por máquina según la reivindicación 15, en el que el conjunto de instrucciones de programa hace que el procesador realice la búsqueda en frecuencias portadoras de las que se sabe que han estado asociadas más recientemente a una célula adecuada antes que buscar en otras frecuencias portadoras del conjunto de frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda.

65

17. Soporte de almacenamiento legible por máquina según la reivindicación 13, que comprende instrucciones que hacen que el procesador:

seleccione inicialmente uno de entre el modo de búsqueda amplia de células y el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado siempre que se busque una célula que transmita en una de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda, en donde la selección inicial se basa en uno o más parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de frecuencias;

ES 2 308 583 T3

localice una célula como consecuencia de la realización de una búsqueda de células sobre una de las frecuencias portadoras en las que se realiza la búsqueda;

5 use una señal recibida desde la célula localizada para mejorar el nivel de exactitud de generación de frecuencias; y

10 en respuesta a la mejora del nivel de exactitud de generación de frecuencias, garantice que se selecciona el modo de búsqueda estrecha de células para ser usado cuando se realice una búsqueda sucesiva de una célula que transmita en otra de las frecuencias portadoras en las que se va a realizar la búsqueda.

18. Soporte de almacenamiento legible por máquina según la reivindicación 17, en el que el parámetro o parámetros que son indicativos de un nivel actual de exactitud de generación de frecuencias incluyen uno o más parámetros de control automático de frecuencia.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

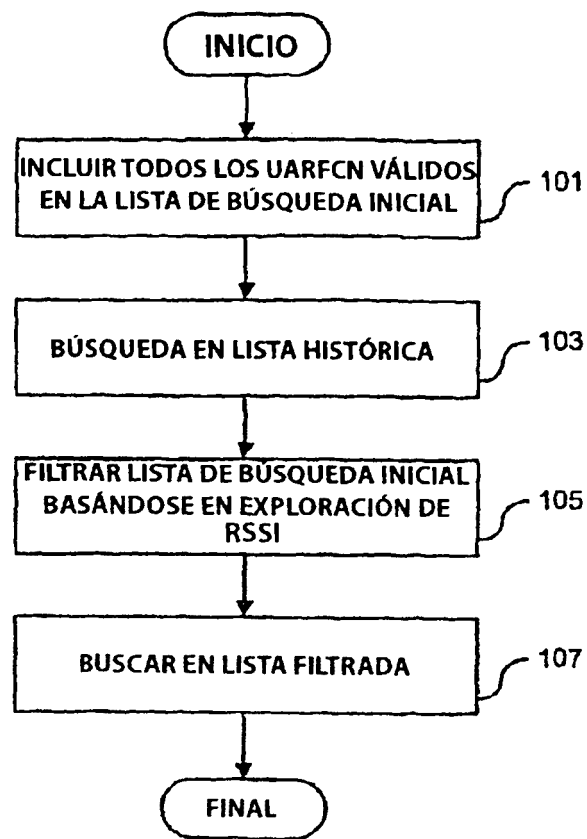


FIG. 1a

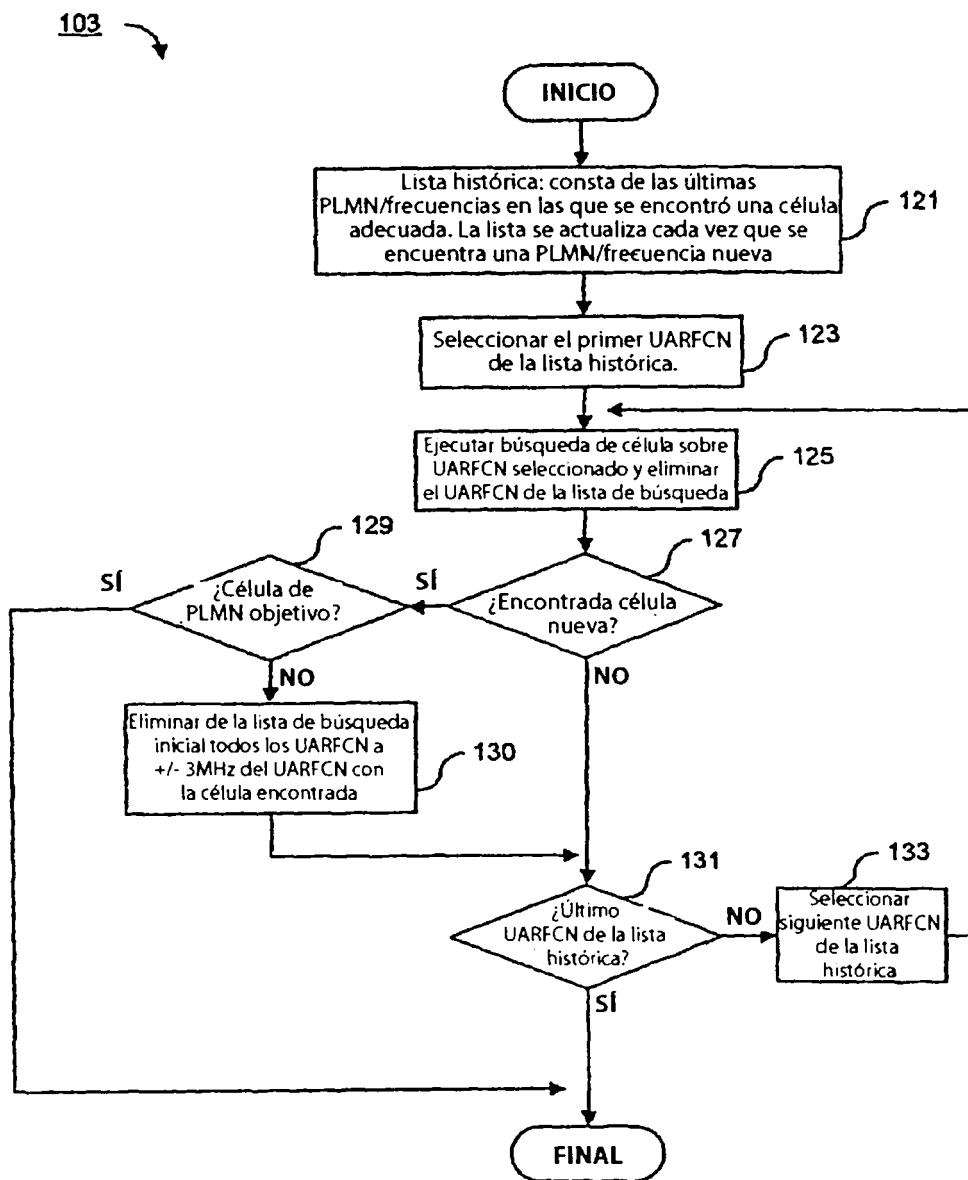


FIG. 1b

107

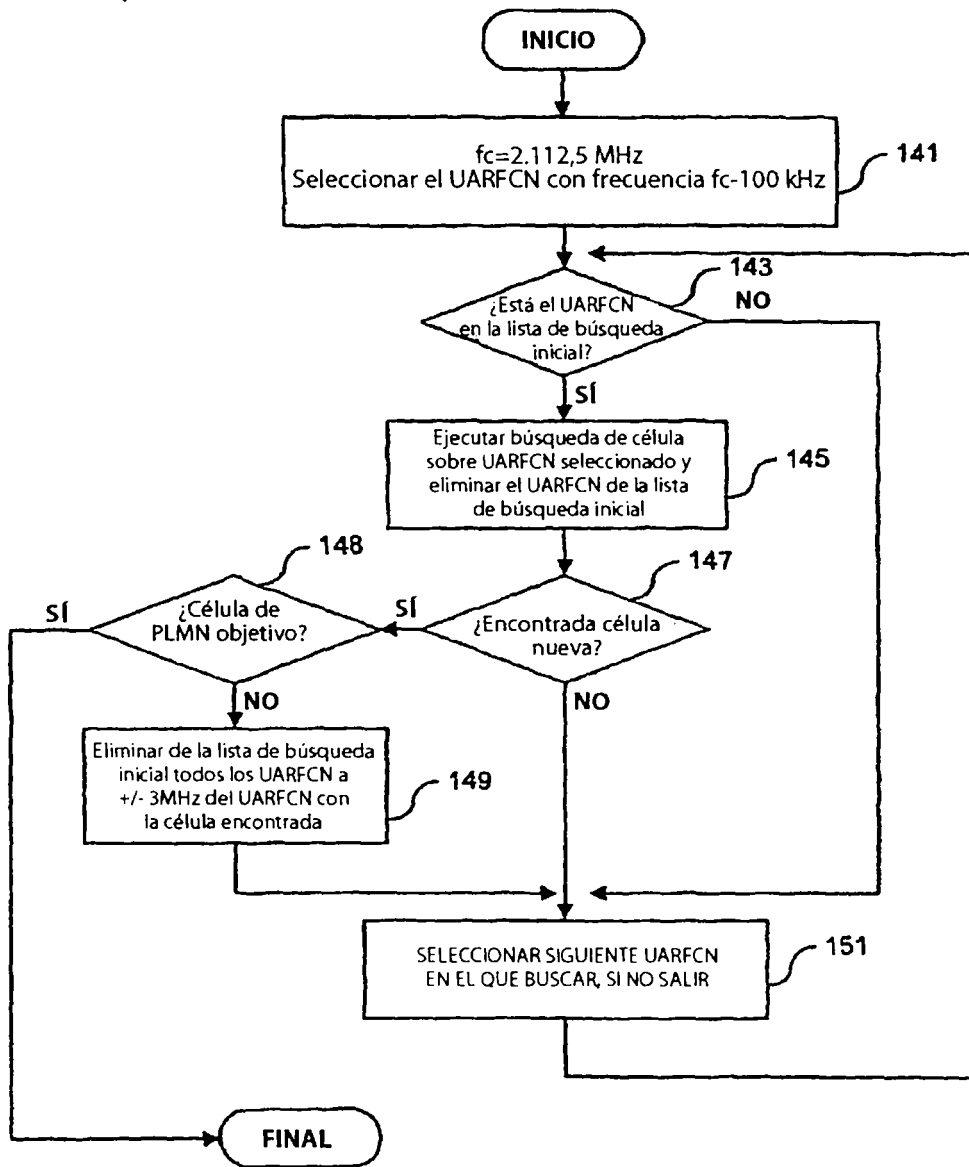


FIG. 1c

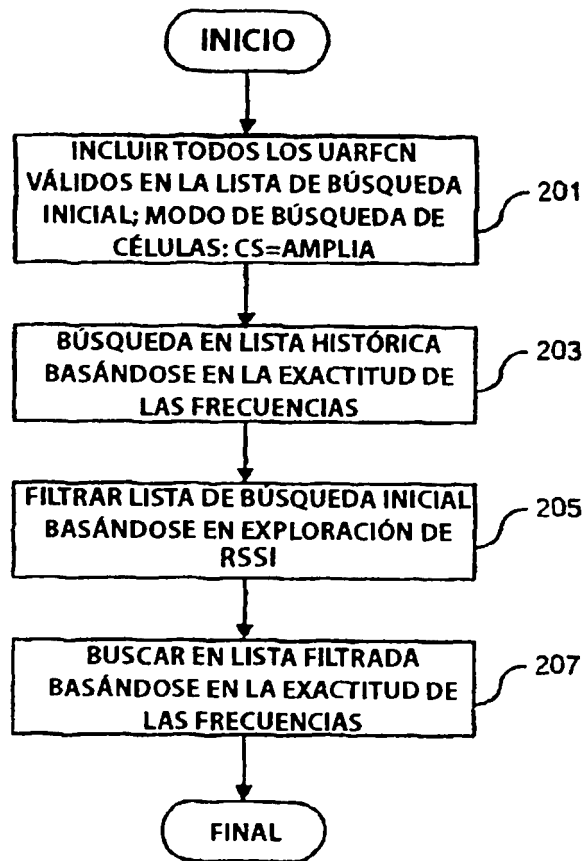


FIG. 2a

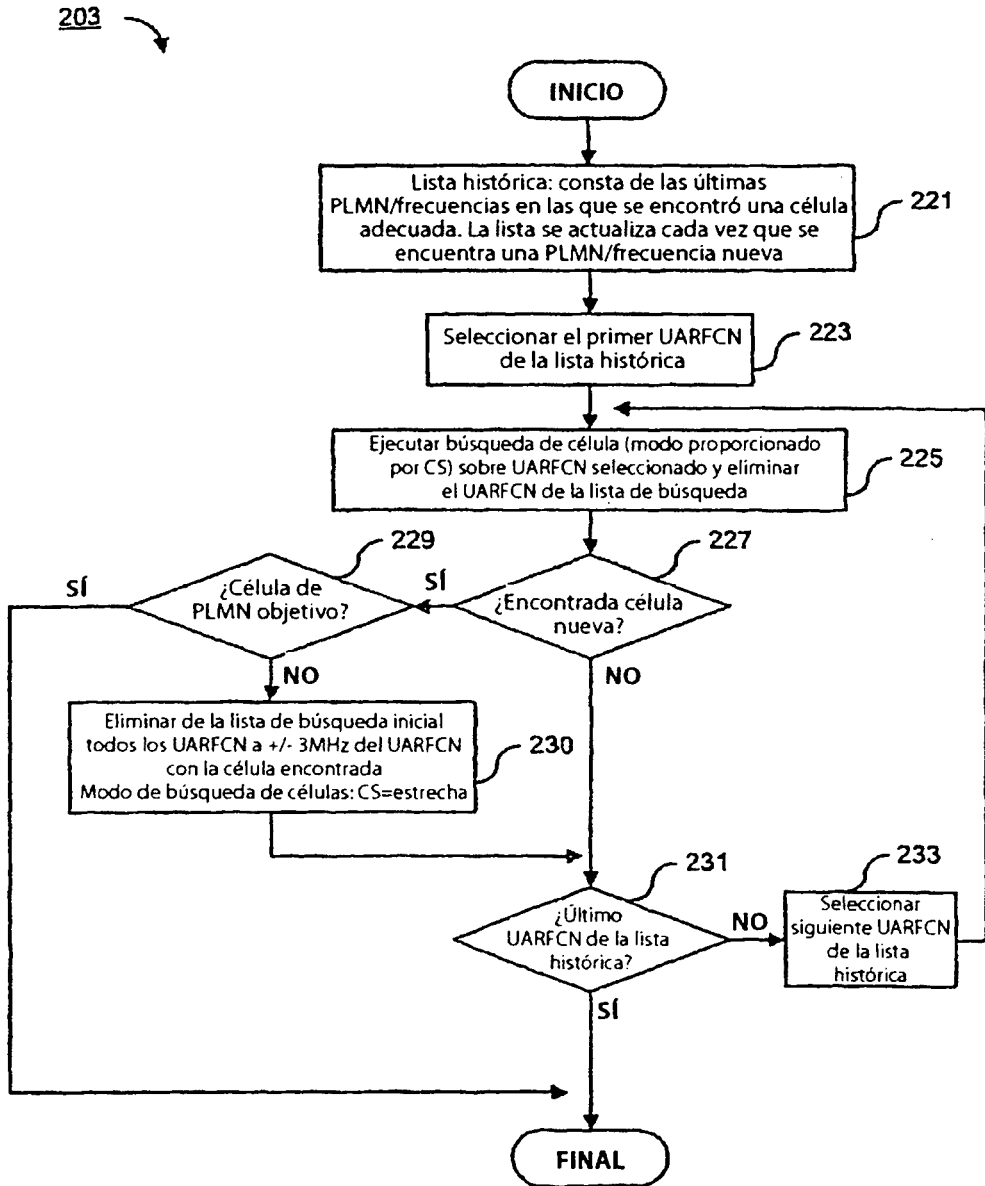


FIG. 2b

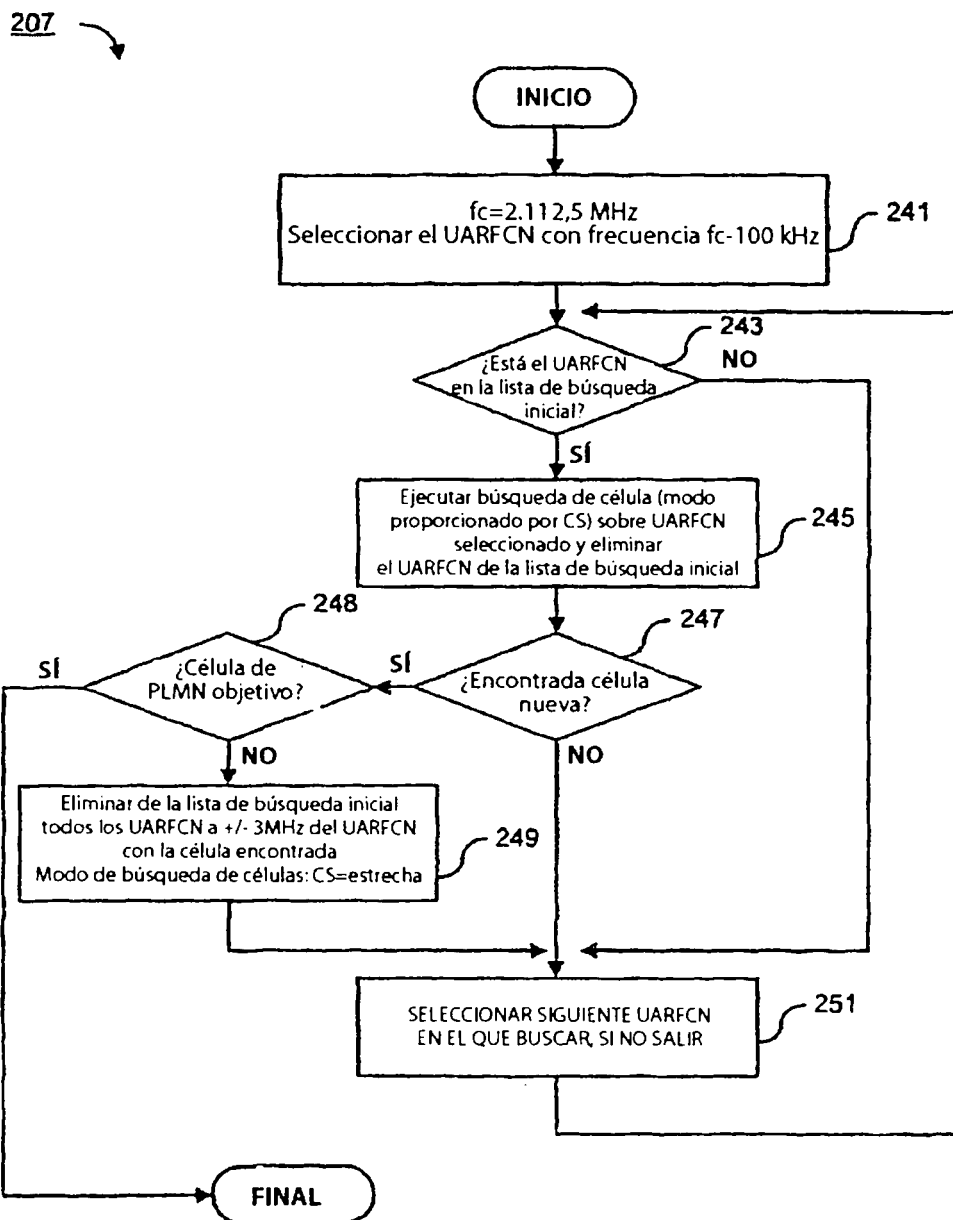


FIG. 2c