

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 199**

51 Int. Cl.:

**H04W 48/12** (2009.01)

**H04W 48/16** (2009.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2012 PCT/EP2012/061969**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO13000814**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2012 E 12734842 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2724565**

54 Título: **Soporte para dispositivos de comunicaciones con ancho de banda limitado en un sistema de comunicaciones celulares**

30 Prioridad:

**27.06.2011 US 201161501310 P**

**16.02.2012 US 201213398786**

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

**27.09.2017**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)  
(100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**LINDOFF, BENGT;  
WALLÉN, ANDERS;  
WILHELMSSON, LEIF;  
ERIKSSON, ERIK y  
AXMON, JOAKIM**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 634 199 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

Soporte para dispositivos de comunicaciones con ancho de banda limitado en un sistema de comunicaciones celulares

### Antecedentes

5 La presente invención versa sobre sistemas de comunicaciones celulares y, más en particular, sobre el soporte de dispositivos tanto de ancho de banda completo como de ancho de banda limitado en un sistema de comunicaciones celulares.

Normalmente, los sistemas de comunicaciones celulares comprenden una red terrestre que proporciona cobertura inalámbrica a terminales móviles que pueden seguir recibiendo servicio mientras se trasladan dentro del área de cobertura de la red. El término "celular" se deriva del hecho de que toda el área de cobertura está dividida en lo que se denomina "células", cada una de las cuales es servida normalmente por una estación transceptora de radio (o equivalente) particular asociada con la red terrestre. tales estaciones transceptoras son denominadas a menudo "estaciones base". Al moverse el dispositivo móvil de una célula a otra, la red traspasa la responsabilidad de servir al dispositivo móvil de la célula actualmente servidora a la "nueva" célula. De esta manera, el usuario del dispositivo móvil experimenta continuidad de servicio sin tener que restablecer una conexión con la red. La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicaciones celulares que proporciona un área 101 de cobertura del sistema por medio de varias células 103.

El espectro de radiofrecuencia que es utilizado para proporcionar servicios de comunicaciones móviles es un recurso limitado que debe ser compartido de alguna manera entre todos los usuarios de un sistema. Por lo tanto, se han desarrollado varias estrategias para impedir que el uso (tanto de transmisión como de recepción) del espectro de radio por parte de un dispositivo móvil interfiera con el de otro, así como para impedir que las comunicaciones de una célula interfieran con las de otra. Algunas estrategias, tales como el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), implican la asignación de ciertas frecuencias a un usuario con exclusión de otros. Otras estrategias, tales como el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), implican permitir que múltiples usuarios compartan una o más frecuencias, concediéndose a cada usuario el uso exclusivo de las frecuencias solo en ciertos momentos que son únicos a ese usuario. Las estrategias FDMA y TDMA no son mutuamente excluyentes entre sí, y muchos sistemas emplean ambas estrategias conjuntamente, siendo un ejemplo el sistema global para comunicaciones móviles (GSM).

Al esforzarse los ingenieros en desarrollar sistemas con prestaciones cada vez mayores (por ejemplo, mayores velocidades de comunicación, resistencia a la interferencia, mayor capacidad del sistema, etc.), se incorporan diferentes características técnicas, que incluyen diferentes medios para compartir recursos de radiofrecuencia. Por tomar uno de varios ejemplos posibles, la tecnología de evolución a largo plazo (LTE) de la red de acceso de radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN), definida por 3GPP TR 36.201, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Long Term Evolution (LTE) physical layer; General description" podrá operar en una gama muy amplia de anchos de banda operativos y también de frecuencias de portadora. Además, los sistemas E-UTRAN serán capaces de operar dentro de un gran intervalo de distancias, desde microcélulas (es decir, células servidas por estaciones base de baja potencia que cubren un área limitada, tal como un centro comercial u otro edificio accesible al público) hasta macrocélulas que tienen un alcance que se extiende hasta 100 km. Para gestionar las diferentes condiciones de radio que puedan presentarse en las diferentes aplicaciones, en el enlace descendente (es decir, el enlace de comunicaciones de la estación base al equipo de usuario -"EU") se utiliza la tecnología de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) porque es una tecnología de acceso de radio que puede adaptarse muy bien a diferentes condiciones de propagación. En el OFDMA, la corriente de datos disponible es dividida en varias subportadoras de banda estrecha que son transmitidas en paralelo. Dado que cada subportadora es de banda estrecha, solo experimenta desvanecimiento plano. Esto hace muy fácil desmodular cada subportadora en el receptor.

La comunicación tipo máquina (MTC) sobre LTE está recibiendo atención creciente al planificar las empresas explotadoras la sustitución de sistemas de comunicaciones más antiguos, como el GSM, por redes LTE. Los dispositivos MTC, tales como sensores conectados, alarmas, dispositivos de control remoto y similares, son comunes en las redes GSM en las que coexisten con EU más convencionales (por ejemplo, teléfonos móviles). Generalmente, los dispositivos MTC se caracterizan por una actividad de comunicación escasa y con una velocidad de transferencia de bits modesta. Se prevé que el número de dispositivos MTC aumente drásticamente en los próximos años.

En las versiones 8/9 de LTE, el ancho de banda de las células soportadas está en el intervalo de aproximadamente 1,4 a 20 MHz (6 y 100 bloques de recursos (RB) en terminología LTE), el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) de LTE se extiende todo el ancho de banda de la célula, lo que significa que todos los EU tienen que soportar la recepción en todo el ancho de banda de la célula para recibir información de control. El canal de control transporta información que identifica en qué lugar del espectro de radiofrecuencia el EU puede recibir información por el canal de datos (canal físico compartido de enlace descendente - "PDSCH"), si cualquier información de ese tipo es transmitida al EU o es radiodifundida a múltiples EU en la subtrama (periodo de 1 ms).

La versión 8 de LTE ya soporta el multiplexado en el dominio temporal por subtrama entre la señalización unidifundida y multidifundida de subtramas usada para la red de multidifusión/radiodifusión por frecuencia única (MBSFN) para permitir que la MBSFN sea introducida en versiones posteriores sin que tenga un impacto negativo en los terminales preexistentes. Ningún terminal diseñado según versiones anteriores de LTE (un “terminal preexistente”) soporta MBSFN, pero sí reconoce que las subtramas que se señala que son MBSFN no contienen nada que deba recibir el terminal y, por ende, puede evitarse la recepción en esas subtramas. Una excepción es el primer símbolo OFDM de la subtrama que contiene señales de referencia específicas a la célula (CRS), que pueden ser usadas por el terminal (por ejemplo, para la estimación de canales o para mediciones (por ejemplo, monitorización de radioenlaces - “RLM” o potencia recibida de la señal de referencia - “RSRP”), en particular cuando son adyacentes a subtramas normales. Las subtramas MBSFN son ahora objeto de estudio para su uso no solo para una operación de multidifusión, sino en el contexto de la retransmisión y de mediciones mejoradas en escenarios de despliegue de redes heterogéneas junto con subtramas casi en blanco (ABS).

Los dispositivos MTC que utilizan un sistema celular para su comunicación se han vuelto crecientemente populares. Sin embargo, la noción de desarrollar un dispositivo MTC que sea capaz de comunicarse por medio de sistemas de comunicaciones tales como LTE presenta problemas, porque satisfacer los requisitos de LTE existentes haría que un dispositivo MTC fuera más costoso y que consumiera más energía de la que normalmente requeriría para satisfacer sus propios requisitos de calidad de servicio. Según se ha mencionado anteriormente, normalmente un dispositivo MTC requiere únicamente una velocidad de transferencia de datos baja para señalar una cantidad pequeña de datos. Un ejemplo de una categoría de dispositivos MTC son los equipos sensores. Un requisito importante de tales dispositivos es que tengan un bajo coste, así como un bajo consumo de potencia. Ejemplos de parámetros de sistemas celulares que normalmente impulsan el consumo de costes y de energía son el ancho de banda del sistema, así como el tiempo de respuesta. El uso de la LTE definido según las versiones de estandarización actuales requiere que un dispositivo soporte un ancho de banda del sistema que es de hasta 20 MHz. Soportar un ancho de banda tan grande aumentaría el coste de los dispositivos MTC de LTE, y tal soporte sería esencialmente innecesario desde el punto de vista del dispositivo MTC, porque solo se requiere un pequeño ancho de banda del sistema (por ejemplo, hasta algunos MHz) para soportar la velocidad de transferencia de datos relativamente baja del dispositivo MTC.

Además, la LTE tiene requisitos de tiempo de respuesta breve, en términos de una cantidad de tiempo corta para emitir una respuesta de una solicitud de repetición automática híbrida (HARQ), así como un intervalo de tiempo corto entre la señalización de control (que indica que la información de datos está por llegar) y la transmisión propiamente dicha de la información de datos. (En los sistemas LTE, el PDCCH señala datos del PDSCH que están incluidos en la misma subtrama que el PDCCH). Satisfacer estos requerimientos temporales impone requisitos elevados a la velocidad de procesamiento (lo que consume energía) y/o la necesidad de procesamiento paralelo (que aumenta la superficie ocupada de la banda base y, por ello, el coste). Óptimamente, los dispositivos MTC que soportan bajas velocidades de transferencia de datos y con menores requisitos de potencia deberían usar tiempos de respuesta largos (por ejemplo, un tiempo más largo para la decodificación de información de control y datos) para reducir la velocidad de sincronización requerida o los requisitos de procesamiento paralelo.

Los puntos anteriormente suscitados muestran por qué es beneficioso restringir los dispositivos MTC para que operen con anchos de banda del sistema que sean inferiores a 20 MHz. Pero sería demasiado restrictivo requerir que todas las redes celulares se limiten a usar solo anchos de banda pequeños si son dispositivos MTC de soporte de bajo consumo de energía y rentables.

En la actualidad, hay una incompatibilidad entre dispositivos MTC que soportan únicamente un bajo ancho de banda y/o que tienen un rendimiento insuficiente de decodificación (por ejemplo, requisitos de un retardo mayor entre el PDCCH y los posibles datos en el PDSCH) que impide que tales dispositivos puedan conectarse con un sistema LTE según está definido actualmente por el estándar del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). Aunque tales dispositivos MTC serían capaces de realizar una búsqueda de células y de recibir un bloque maestro de información (MIB) en un ancho de banda de solo 1,4 MHz, seguiría sin ser posible una llamada en espera en una célula LTE convencional, porque poder recibir la información adicional radiodifundida (por ejemplo, un bloque de información del sistema - “SIB”) que se requiere para que el dispositivo MTC pueda, por ejemplo, llevar a cabo un acceso aleatorio a través del canal de acceso aleatorio (RACH), requiere que el dispositivo MTC sea capaz de soportar todo el ancho de banda de la LTE y también que el dispositivo MTC sea capaz de decodificar el PDCCH y el PDSCH sin ninguna restricción de retardos adicionales, en comparación con el estándar actual.

Por lo tanto, resulta deseable contar con métodos y aparatos que permitan que un dispositivo MTC mantenga sus características de rendimiento relativamente bajo (por ejemplo, en términos de tamaño de ancho de banda soportado y/o potencia de procesamiento) y que, no obstante, sea capaz de conectarse con un sistema celular moderno de comunicaciones, tal como, sin limitación, un sistema LTE, que normalmente impone requisitos de rendimiento mayores en los dispositivos que se conectan.

El documento US 2010/260081, que se considera que es la técnica anterior más próxima, versa sobre la segmentación del ancho de banda según un planteamiento de una única portadora transmitida en un bloque principal de información (MIB) que soporta varios segmentos de frecuencias contiguas, siendo visto un segmento de frecuencias por los terminales preexistentes y siendo visto todo el ancho de banda por los terminales avanzados. La

divulgación busca mejorar la operación avanzada de la evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP). Al introducir la operación en múltiples segmentos usando una portadora, se proporciona soporte para asignar recursos a dispositivos avanzados que pueden utilizar un mayor ancho de banda (por ejemplo, 20-100 MHz) y a dispositivos LTE preexistentes que utilizan un ancho de banda de hasta 20 MHz.

- 5 El documento WO 2010/049754 A1 da a conocer una configuración del canal físico de control de enlace descendente para sistemas con ancho de banda extendido. El método mostrado incluye la formación de una asignación de recursos para un ancho de banda particular del sistema, teniendo la asignación de recursos un número mayor de bloques de recursos que el número máximo de bloques de recursos asociados con el ancho de banda particular del sistema. El método incluye, además, la transmisión de información descriptiva de la asignación de recursos al equipo de usuario. El equipo de usuario está habilitado para emplear varios elementos de canal de control extendido como al menos uno de un canal físico de control de enlace descendente extendido y un canal físico indicador de solicitud de repetición automática híbrida.

- 10 El BORRADOR 3GPP R2-112974 del encuentro nº 74 del 3GPP TSG RAN WG2, Barcelona, España, 9-13 de mayo de 2011: "Proposal for a study item in support of low complexity LTE devices for MTC", explica la importancia de soportar EU de tipo dispositivo MTC de baja complejidad/bajo coste.

### Compendio

- 20 Debería recalcar que se entiende que los términos "comprende" y "que comprende", cuando son usados en esta memoria, especifican la presencia de los números enteros, las características, las etapas o los componentes indicados; pero el uso de estos términos no excluye la presencia o la adición de uno o más de otros números enteros, otras características, otras etapas, otros componentes o grupos de los mismos.

Según aspectos de la presente invención, los objetos anteriores y otros se consiguen, por ejemplo, en métodos y aparatos para operar un nodo de red según se define en las reivindicaciones independientes 1 y 6. En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones útiles.

### Breve descripción de los dibujos

- 25 La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicaciones celulares que proporciona un área de cobertura del sistema por medio de varias células.

La FIG. 2 ilustra un nodo 201 de red que es operado según algunos aspectos de la invención para proporcionar una célula 203 que es tanto una célula anfitriona como una célula M.

- 30 La FIG. 3 ilustra una cuadrícula temporal-frecuencial de un recurso físico ejemplar ("elemento de recursos") de enlace descendente de LTE que corresponde a una subportadora OFDM durante el intervalo de un símbolo OFDM.

La FIG. 4 es una cuadrícula temporal-frecuencial que ilustra cómo las subportadoras de enlace descendente en el dominio frecuencial se agrupan en bloques de recursos.

La FIG. 5a ilustra lo que se denomina longitud de prefijo cíclico "normal", que permite comunicar siete Símbolos OFDM por ranura.

- 35 La FIG. 5b ilustra un prefijo cíclico extendido, que, debido a su mayor tamaño, permite comunicar únicamente seis símbolos OFDM por ranura.

La FIG. 6 ilustra la estructura de la interfaz de radio de un sistema LTE.

La FIG. 7 es una representación de la estructura de la interfaz de radio (cuadrícula temporal-frecuencial) de un sistema LTE preexistente.

- 40 La FIG. 8 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo por un nodo de un sistema de comunicaciones según realizaciones ejemplares de la invención.

La FIG. 9 es una cuadrícula temporal-frecuencial de una subtrama ejemplar en la que un nodo ha creado una célula anfitriona y una célula M de una manera tal como la descrita con referencia a la FIG. 8.

- 45 La FIG. 10 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo por un nodo de un sistema de comunicaciones según algunas, pero no necesariamente la totalidad, de las realizaciones ejemplares de la invención.

La FIG. 11 es una cuadrícula temporal-frecuencial que ilustra cómo pueden apilarse varias células M dentro de subtramas reservadas.

- 50 La FIG. 12 es una cuadrícula temporal-frecuencial de una subtrama ejemplar que ha sido reservada por un nodo para su uso exclusivo por una o más células M.

La FIG. 13 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos relativos a la búsqueda y la conexión de células M, llevados a cabo por un dispositivo MTC según algunas, pero no necesariamente la totalidad, de las realizaciones ejemplares de la invención.

5 La FIG. 14 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo por un dispositivo MTC según algunas, pero no necesariamente la totalidad, de las realizaciones ejemplares de la invención.

La FIG. 15 es un diagrama de sincronización/frecuencia de un MIB y de su relación con diversos elementos de MTC adicionales dentro de los recursos espectrales de la célula anfitriona.

La FIG. 16 es un diagrama de bloques de elementos del sistema para llevar a cabo los diversos aspectos de la invención.

10 La FIG. 17 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicaciones de ancho de banda limitado según algunas realizaciones ejemplares de la invención.

### Descripción detallada

Las diversas características de la invención serán descritas ahora con referencia a las figuras, en las que partes semejantes son identificadas con los mismos caracteres de referencia.

15 Los diversos aspectos de la invención serán descritos ahora con mayor detalle en conexión con varias realizaciones ejemplares. Para facilitar la comprensión de la invención, muchos aspectos de la invención son descritos en términos de secuencias de acciones que han de ser llevadas a cabo por elementos de un sistema informático u otro soporte físico capaz de ejecutar instrucciones programadas. Se reconocerá que, en cada una de las realizaciones, las diversas acciones podrían ser llevadas a cabo por circuitos especializados (por ejemplo, puertas lógicas  
20 analógicas y/o discretas interconectadas para llevar a cabo una función especializada), por uno o más procesadores programados con un conjunto adecuado de instrucciones, o mediante una combinación de ambos. La expresión "circuitaría configurada para" llevar a cabo una o más acciones descritas es usada en la presente memoria para referirse a cualquier realización de ese tipo (es decir, uno o más circuitos especializados y/o uno o más procesadores programados). Además, se puede considerar que la invención está implementada adicionalmente en su integridad dentro de cualquier forma de medio legible por ordenador, tal como memoria de estado sólido, un disco magnético o un disco óptico que contenga un conjunto apropiado de instrucciones informáticas que harían que un procesador llevase a cabo las técnicas descritas en la presente memoria. Así, los diversos aspectos de la invención pueden ser implementados de muchas formas diferentes, y se contempla que todas las formas tales estén dentro del alcance de la invención. para cada uno de los diversos aspectos de la invención, cualquier forma tal de realizaciones  
25 descrita anteriormente puede ser denominada en la presente memoria "lógica configurada para" llevar a cabo una acción descrita o, alternativamente, "lógica que" lleva a cabo una acción descrita.

En un aspecto de realizaciones coherentes con la invención, un nodo de red que sirve a una célula en un sistema de comunicaciones celulares soporta un dispositivo convencional de comunicaciones compatible con estándares (por ejemplo, un primer tipo de dispositivo de comunicaciones capaz de recibir una señal que tiene el ancho de banda  
35 completo del sistema de comunicaciones celulares ("primer ancho de banda")). Esta célula es denominada en la presente memoria "célula anfitriona". El nodo de red también soporta un segundo tipo de dispositivo de comunicaciones (por ejemplo, un dispositivo MTC) que es capaz de recibir una señal no mayor que un segundo ancho de banda, siendo el segundo ancho de banda menor que el primer ancho de banda. Meramente en aras de la conveniencia, se hará referencia en todo este documento a "dispositivo(s) MTC". Sin embargo, la comunicación tipo máquina no es un aspecto esencial de la invención. Antes bien, los diversos aspectos de las realizaciones coherentes con la invención son aplicables a cualquier segundo tipo de dispositivo de comunicaciones que sea capaz de recibir una señal no mayor que el segundo ancho de banda, aunque ese segundo tipo de dispositivo de comunicaciones implique la interacción humana. En consecuencia, generalmente se debería interpretar que todas las referencias a uno o más "dispositivos MTC" incluyen todas las formas del segundo tipo de dispositivos de  
40 comunicaciones, incluyendo, sin limitación, dispositivos reales de comunicación tipo máquina, así como otros dispositivos.

Por ejemplo, tomando un sistema LTE como ejemplo no limitante (los diversos aspectos de la invención también son aplicables a otros sistemas), el nodo de red puede asignar algunos de sus recursos, incluyendo canales especiales de control y de datos orientados a la MTC, para ocupar no más que el segundo ancho de banda (por ejemplo, 6 RB).  
45 De esta manera, se define un nuevo conjunto de entidades, tal como canales físicos e información del sistema, que tienen como objetivo la comunicación con dispositivos MTC. Las nuevas entidades descritas en la presente memoria, en muchos casos, corresponden a entidades en sistemas LTE preexistentes. Dado que la invención no está limitada a ser usada únicamente por una comunicación tipo máquina, las nuevas entidades serán denotadas en toda esta descripción añadiendo el prefijo "M-" al término más tradicional. Puede considerarse que la "M-" se refiere de manera amplia a "MTC", "Modificada", "Mini", o cualquier otro tipo de célula o aspecto que se pueda considerar  
50 que está previsto para ser usada por dispositivos MTC (según se interpreta ampliamente ese término) y que son auxiliares a entidades de la célula anfitriona o, en algunas circunstancias, subordinados a las mismas. En consecuencia, la agrupación de aspectos/entidades de una célula anfitriona que soporta dispositivos MTC es

denominada en la presente memoria “célula M”, y cualquier referencia a “células M” puede referirse a uno cualquiera, o a cualquier combinación o a la totalidad de esos aspectos/entidades, dependiendo del contexto de la exposición. Los recursos restantes (por ejemplo, recursos de radiofrecuencia) en el sistema LTE pueden ser usados para soportar los dispositivos de comunicaciones preexistentes plenamente capaces (es decir, el “primer tipo de dispositivos de comunicaciones”). Así, las áreas de servicio de la “célula anfitriona” y de la “célula M” pueden ser geográficamente coincidentes.

Tomando de nuevo los sistemas LTE como ejemplo no limitante, en algunas realizaciones, las células M pueden crearse reservando pares de RB que son adyacentes en frecuencia en una subtrama ordinaria (preexistente), y transmitiendo un M-PDCCH en una posición de símbolos OFDM que es diferente de la posición de símbolos ocupada por el PDCCH de la célula anfitriona. Como alternativa, pueden reservarse subtramas particulares en las que se transmiten M-PDCCH en una posición de símbolos OFDM que, si no, estaría ocupada por el PDCCH de la célula anfitriona.

El M-PDCCH puede contener el mismo tipo de información que el PDCCH preexistente (célula anfitriona), incluyendo la asignación de bloques de recursos, el formato de transporte, y la información de HARQ necesaria para desmodular el canal de datos de enlace descendente, así como información de control relacionada con el enlace ascendente, como permisos de planificación e instrucciones de control de potencia. Sin embargo, el M-PDCCH también puede contener menos o más información, y estar codificado de forma diferente del PDCCH.

La movilidad puede ser basándose en los 6 RB centrales (o un pequeño ancho de banda comparable en un sistema de comunicaciones equivalente) de la célula anfitriona para evitar la repetición de la señalización. Además, puede transmitirse información del sistema, que en algún sentido se puede considerar que es transportada en un canal M-SI, de una manera coordinada, evitando de nuevo la repetición de la señalización.

La FIG. 2 ilustra un nodo 201 de red que es operado según algunos aspectos de la invención para proporcionar una célula 203 que es tanto una célula anfitriona como una célula M. Para soportar un EU (preexistente) 205 compatible con el estándar, el nodo 201 asigna algunos de sus recursos de radiofrecuencia para ser usados como, por ejemplo, un PDCCH y un PDSCH, como es conocido según el estándar del sistema de comunicaciones. Para permitir que un dispositivo de comunicaciones de ancho de banda reducido (por ejemplo, un dispositivo MTC) 207 también se conecte con el sistema de comunicaciones y lo utilice, el nodo 201 también asigna otras partes de sus recursos de radiofrecuencia para ser usados como, por ejemplo, un M-PDCCH y un M-PDSCH. Según se ha mencionado anteriormente, estos canales se corresponden sustancialmente con sus homólogos de un sistema preexistente (aunque pueden diferir en algunos aspectos, según se ha mencionado también anteriormente), pero están dimensionados y sincronizados para permitir que el dispositivo de comunicaciones de ancho de banda reducido se conecte con el sistema de comunicaciones y lo utilice.

Estos y otros aspectos serán descritos ahora con mayor detalle. Para facilitar la comprensión del lector de las características descritas de forma diversa, se usan la terminología y las características asociadas con un sistema LTE. Sin embargo, esto se hace únicamente con un fin ejemplar, y no se pretende sugerir que las diversas realizaciones coherentes con la invención sean utilizables únicamente en un sistema LTE. Al contrario, las diversas realizaciones coherentes con la invención son utilizables en cualquier sistema de comunicaciones compatible que presente el mismo problema que un sistema LTE convencional (por ejemplo, imponer requisitos de ancho de banda y/o potencia de procesamiento que vayan más allá de lo que cualquier dispositivo MTC práctico sea capaz de satisfacer) y proporcione la capacidad de asignar recursos de una forma que sea comparable con un sistema LTE convencional.

La transmisión de enlace descendente de la capa física LTE está basada en OFDM. Así, puede verse el recurso físico básico de enlace descendente de LTE como una cuadrícula temporal-frecuencial, según se ilustra en la FIG. 3, en la que cada uno de los denominados “elementos de recursos” corresponde a una subportadora OFDM durante el intervalo de un símbolo OFDM.

Según se ilustra en la FIG. 4, las subportadoras de enlace descendente en el dominio frecuencial se agrupan en bloques de recursos (RB), consistiendo cada bloque de recursos en doce subportadoras con una duración de una ranura de 0,5 ms (7 símbolos OFDM cuando se usan prefijos cíclicos normales (según se ilustra) o 6 símbolos OFDM cuando se usan prefijos cíclicos extendidos), correspondiente a un ancho de banda nominal de un bloque de recursos de 180 kHz.

Así, el número total de subportadoras de enlace descendente, incluyendo una subportadora DC, es  $N_c = 12 \cdot N_{RB} + 1$  siendo  $N_{RB}$  el máximo número de bloques de recursos que pueden formarse a partir de las  $12 \cdot N_{RB}$  subportadoras utilizables. En realidad, la especificación de la capa física de la LTE permite que una portadora de enlace descendente consista en un número cualquiera de bloques de recursos, que oscila entre  $N_{RB-min} = 6$  y más, correspondiendo a un ancho de banda de transmisión nominal que oscila desde 1,4 MHz hasta 20 MHz. Esto permite un grado muy alto de flexibilidad en el ancho de banda/espectro de LTE, al menos desde un punto de vista de la especificación de la capa física.

Las FIGURAS 5a y 5b ilustran la estructura del dominio temporal para la transmisión de enlace descendente de LTE. Cada subtrama 500 de 1 ms consiste en dos ranuras de duración  $T_{ranura} = 0,5 \text{ ms}$  ( $=15360 \cdot T_s$ , comprendiendo cada ranura 15.360 unidades temporales,  $T_s$ ). Cada ranura consiste, entonces, en varios símbolos OFDM.

5 Una separación entre subportadoras  $\Delta f = 15 \text{ kHz}$  corresponde a un tiempo de símbolo útil  $T_u = 1/\Delta f \approx 66,7 \mu\text{s}$  ( $2048 \cdot T_s$ ). El tiempo total de símbolos OFDM es, entonces, la suma del tiempo de símbolo útil y la longitud de prefijo cíclico  $T_{CP}$ . Hay definidas dos longitudes de prefijo cíclico. La FIG. 5a ilustra una longitud de prefijo cíclico normal, que permite comunicar siete símbolos OFDM por ranura. La longitud de un prefijo cíclico normal,  $T_{CP}$ , es  $160 \cdot T_s \approx 5,1 \mu\text{s}$  para el primer símbolo OFDM de la ranura, y  $144 \cdot T_s \approx 4,7 \mu\text{s}$  para los restantes símbolos OFDM.

10 La FIG. 5b ilustra un prefijo cíclico extendido, que, debido a su mayor tamaño, permite comunicar únicamente seis símbolos OFDM por ranura. La longitud de un prefijo cíclico extendido,  $T_{CP-e}$ , es  $512 \cdot T_s \approx 16,7 \mu\text{s}$ .

Se observará que, en el caso del prefijo cíclico normal, la longitud de prefijo cíclico para el primer símbolo OFDM de una ranura es algo mayor que las de los restantes símbolos OFDM. La razón de esto es simplemente rellenar toda la ranura de 0,5 ms, ya que el número de unidades temporales por ranura,  $T_s$  (15360), no es divisible por siete.

15 Cuando se tenga en cuenta la estructura del dominio temporal de enlace descendente de un bloque de recursos (es decir, el uso de 12 subportadoras durante una ranura de 0,5 ms), se verá que cada bloque de recursos consiste en  $12 \cdot 7 = 84$  elementos de recursos para el caso del prefijo cíclico normal (ilustrado en la FIG. 4), y en  $12 \cdot 6 = 72$  elementos de recursos para el caso del prefijo cíclico extendido (no mostrado).

20 Otro aspecto importante de la operación de un terminal es la movilidad, que incluye procedimientos de búsqueda de células, de sincronización y de medición de la potencia de la señal. La búsqueda de células es el procedimiento por medio del cual el terminal encuentra una célula con la que potencialmente puede conectarse. Como parte del procedimiento de búsqueda de células, el terminal obtiene la identidad de la célula y estima la sincronización de tramas de la célula identificada. El procedimiento de búsqueda de células también proporciona estimaciones de parámetros esenciales para la recepción de información del sistema (SI) por el canal de radiodifusión, que contienen los parámetros restantes requeridos para acceder al sistema.

25 Para evitar una planificación de células complicada, el número de identidades de células de la capa física debería ser suficientemente grande. Por ejemplo, los sistemas según los estándares LTE soportan 504 identidades de célula diferentes. Estas 504 identidades de célula diferentes se dividen en 168 grupos de tres identidades cada uno.

30 Para reducir la complejidad de la búsqueda de células, la búsqueda de células para LTE se realiza normalmente en varias etapas que componen un proceso que es similar al procedimiento de búsqueda de células en tres etapas del conocido sistema de acceso múltiple de banda ancha por división de código (WCDMA). Para ayudar al terminal en este procedimiento, la LTE proporciona una señal de sincronización primaria y una señal de sincronización secundaria en el enlace descendente. Esto se ilustra en la FIG. 6, que muestra la estructura de la interfaz de radio de un sistema LTE. La capa física de su sistema LTE incluye una trama genérica 600 de radio que tiene una duración de 10ms. La FIG. 6 ilustra una trama 600 tal para un sistema de duplexación por división de frecuencia (FDD) de LTE. Cada trama tiene 20 ranuras (numeradas del 0 al 19), teniendo cada ranura una duración de 0,5 ms, que normalmente consiste en siete símbolos OFDM. Una subtrama está compuesta de dos ranuras adyacentes y, por lo tanto, tiene una duración de 1 ms, que normalmente consiste en 14 símbolos OFDM. Las señales de sincronización primera y segunda son secuencias específicas, insertadas en los últimos dos símbolos OFDM en la primera ranura de cada una de las subtramas 0 y 5. La señal de sincronización primaria puede ocupar menos ancho de banda que la señal de sincronización secundaria. Además de señales de sincronización, parte de la operación del procedimiento de búsqueda de células también aprovecha las señales de referencia que son transmitidas en ubicaciones conocidas en la señal transmitida.

35 La FIG. 7 es otra representación de la estructura de la interfaz de radio (cuadrícula temporal-frecuencial) de una célula FDD preexistente de LTE. Puede verse que el espectro de radiofrecuencia asignado a la célula FDD preexistente de LTE es más ancho que el menor ancho de banda del sistema de enlace descendente de 1,4 MHz (72 subportadoras o 6 RB). Las subtramas 1-3 y 6-8 pueden ser usadas para la MBSFN, o pueden ser señalizadas para ser usadas para otros fines, en cuyo caso un EU no puede esperar señales de referencia en más que el intervalo del primer símbolo OFDM. (Para evitar recargar la figura, no se muestra cada uno de los intervalos de símbolos OFDM dentro de cada subtrama). El canal físico de radiodifusión (PBCH) (que contiene el MIB) y las señales de sincronización son transmitidos en posiciones de símbolos OFDM conocidas previamente en las 72 subportadoras centrales.

45 Operar un nodo (por ejemplo, el nodo 201) para soportar de forma concurrente una célula anfitriona y una célula M incluye varios aspectos, algunos de los cuales son alternativos a otros, y usándose algunas alternativas conjuntamente. Esto se hará más evidente cuando se describan diversas realizaciones coherentes con la invención.

55 La FIG. 8 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo por un nodo de un sistema de comunicaciones según algunas, pero no necesariamente la totalidad, de las realizaciones ejemplares de la invención. En otro aspecto, se puede considerar que la FIG. 8 representa medios ejemplares 800 que comprenden

los diversos circuitos ilustrados (por ejemplo, cableados y/o un procesador programado de forma adecuada) configurados para llevar a cabo las funciones descritas.

5 Para soportar un dispositivo MTC, el nodo prepara datos para ser transmitidos insertando señales comunes y un canal de radiodifusión (en el que se transmite el MIB) en una antememoria que se corresponde con la cuadrícula temporal-frecuencial de elementos de recursos que han de transmitirse (etapa 801). En intervalos temporales particulares (también denominados en la presente memoria "intervalos de segundo tiempo") de subtramas particulares, el nodo crea una o más células M reservando uno o más bloques de pares de RB que son adyacentes en frecuencia, y que en total ocupan un ancho de banda (también denominado en la presente memoria "segundo ancho de banda") que no es mayor que el que pueden gestionar un dispositivo MTC (etapa 803). Se inserta un PDCCH convencional (preexistente) que abarca todo el ancho de banda del sistema (también denominado en la presente memoria "primer ancho de banda") de la célula anfitriona en 1, 2 o 3 de los intervalos del primer símbolo OFDM (denominados en la presente memoria "uno o más intervalos de primer tiempo") (etapa 805). Se inserta un M-PDCCH, que puede corresponderse con un PDCCH preexistente con desfase temporal que abarque el ancho de banda de los RB reservados, pero que no esté restringido a usarlos todos, en cierto número de los elementos de recursos reservados, así como también los M-PDSCH (etapa 807). Los elementos de recursos reservados pueden ser cualquier símbolo que no sea uno en el que se sitúe cualquier canal físico preexistente. Los tiempos de los símbolos OFDM en los que se insertan el o los M-PDCCH pueden ser dados a conocer anteriormente al dispositivo MTC (por ejemplo, mediante señalización al dispositivo MTC o, alternativamente, ser dados a conocer inherentemente mediante estandarización), o, alternativamente, el dispositivo MTC puede usar técnicas de detección a ciegas para detectar el M-PDCCH.

10 El M-PDCCH puede señalar una asignación de M-PDSCH que sigue temporalmente inmediatamente después del M-PDCCH dentro de la misma subtrama. Alternativamente, la señalización de control también puede ser escalonada, de modo que la asignación real señalada por el M-PDCCH siga en una subtrama posterior que contenga una o varias células M. La ubicación exacta en el tiempo de esta subtrama posterior puede ser señalizada al dispositivo MTC por el M-PDCCH, conocida a priori por el dispositivo MTC, o detectada a ciegas por el dispositivo MTC. Las frecuencias asignadas al M-PDSCH pueden estar dentro del mismo ancho de banda ocupado por el M-PDCCH, pero en realizaciones alternativas puede ocupar un ancho de banda diferente de frecuencias aptas para la MTC.

Una vez que se ha insertado toda la información, los canales son codificados y transmitidos (etapa 809).

15 La FIG. 9 es una cuadrícula temporal-frecuencial de una subtrama ejemplar en la que un nodo ha creado una célula anfitriona y una célula M de una manera tal como se describe con referencia a la FIG. 8. En este ejemplo no limitante, el canal de control (PDCCH) de la célula anfitriona se extiende en un primer ancho de banda 901 de un espectro de radiofrecuencia. El canal de control (M-PDCCH) de la célula M ocupa un segundo ancho de banda 903 del espectro de radiofrecuencia, siendo el segundo ancho de banda menor que el primer ancho de banda. Según se ilustra adicionalmente en este ejemplo no limitante, el segundo ancho de banda del espectro de radiofrecuencia está ubicado frecuencialmente dentro de una ubicación frecuencial del primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia. Como puede verse, se han reservado pares de RB para ser usados por la célula M. Los primeros símbolos OFDM contienen un PDCCH (indicado por rayas diagonales) preexistente (célula anfitriona), que abarca todo el ancho de banda 901 del sistema de enlace descendente. En los pares de RB reservados, algunos de los símbolos OFDM siguientes contienen el M-PDCCH (indicado por rayas horizontales), que abarca menos que la totalidad del ancho de banda del sistema (por ejemplo, 6 RB) para que sea recibida por un dispositivo MTC. Los restantes elementos de recursos en los RB reservados pueden contener el M-PDSCH (ilustrado por un entramado cuadrículado). Los restantes elementos de recursos fuera del PDCCH y los RB reservados pueden contener la célula anfitriona PDSCH (ilustrada por espacio blanco), salvo que señales de referencia (ilustradas por cuadrados negros) pueblan sus posiciones especificadas por el sistema en todo el ancho de banda del sistema de enlace descendente, para que estén disponibles para su uso tanto por un EU preexistente como por un dispositivo MTC.

20 El centro de interés de la exposición pasará ahora a una manera alterativa de operar un nodo (por ejemplo, el nodo 201) para soportar de forma concurrente una célula anfitriona y una célula M. Se representan diversos aspectos de esta alternativa en la FIG. 10, que es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo por un nodo de un sistema de comunicaciones según algunas, pero no necesariamente la totalidad, de las realizaciones ejemplares de la invención. En otro aspecto, se puede considerar que la FIG. 10 representa un medio ejemplar 1000 que comprende los diversos circuitos ilustrados (por ejemplo, cableados, o una circuitería de procesador programado de forma adecuada) configurados para llevar a cabo las funciones descritas.

25 En estas realizaciones, el nodo reserva subtramas particulares para su uso exclusivo como células M (etapa 1001). Esto significa que no se transmitirá ninguna información de célula anfitriona en las subtramas reservadas. En funcionamiento, el nodo comprueba si la subtrama presente es una de las subtramas reservadas (bloque de decisión 1003). Si no (recorrido "NO" de salida del bloque de decisión 1003), el nodo inserta y luego transmite todas las señales y los canales según el estándar del sistema anfitrión (etapa 1005).

30 En cada una de las subtramas reservadas, puede hacerse un uso eficaz de los recursos de radiofrecuencia del nodo apilando diferentes células M encima unas de otras frecuencialmente, aunque esto no sea un requisito en ninguna realización particular. Así, si la presente subtrama es una de las subtramas reservadas (recorrido "SÍ" de salida del



bloque de decisión 1003), el nodo segmenta pares de RB en una o más células M (etapa 1007). El nodo inserta entonces señales comunes y canales de radiodifusión (etapa 1009). Los canales comunes son los mismos o un subconjunto de canales usados por la célula anfitriona (por ejemplo, señales de referencia).

5 Cada célula M tiene un M-PDCCH que puede abarcar el ancho de banda del sistema (que es menor que el ancho de banda del sistema de la célula anfitriona) de la célula M. Este M-PDCCH puede corresponderse con un PDCCH preexistente para el ancho de banda abarcado por la célula M, pero no está restringido a hacerlo. Así, en algunas realizaciones, el M-PDCCH puede actuar simplemente como lo haría un PDCCH preexistente, si hubiera formado parte de una célula preexistente con el ancho de banda menor. De esta manera, puede hacerse que la célula M funcione exactamente como una célula preexistente durante las subtramas reservadas. En realizaciones alternativas pueden efectuarse desviaciones de la conformidad con el PDCCH preexistente. Por ejemplo, el M-PDCCH puede no cubrir todo el ancho de banda reservado para la célula M. En otro ejemplo, el M-PDCCH puede estar codificado de forma diferente de la codificación del PDCCH preexistente (por ejemplo, el M-PDCCH puede incluir formatos que no están permitidos en un PDCCH preexistente).

15 De manera similar a las realizaciones descritas anteriormente con referencia a las FIGURAS 8 y 9, el M-PDCCH puede señalar una asignación de M-PDSCH temporal y/o frecuencialmente siguiendo inmediatamente después del M-PDCCH en la misma subtrama. Alternativamente, la señalización de control puede ser escalonada de modo que la asignación real señalada por el M-PDCCH siga en una subtrama posterior que contenga una o varias células M. Además, el M-PDCCH puede contener información adicional, tal como, sin limitación, uno o varios permisos e instrucciones de control de potencia (TPC) para transmisiones que haya de llevar a cabo un dispositivo MTC por el enlace ascendente (UL).

20 En consecuencia, el nodo inserta el o los M-PDCCH y el o los M-PDSCH de la o las células M en los segmentos de los pares de RB en los intervalos planeados de símbolos OFDM (intervalos de segundo tiempo) dentro de la presente subtrama (etapa 1011). Una vez que se ha dispuesto toda la información, los canales son codificados y transmitidos (etapa 1013). El nodo selecciona entonces la siguiente subtrama que ha de ser transmitida (etapa 1015) y repite el proceso para la "presente" subtrama recién seleccionada volviendo al bloque de decisión 1003.

25 La FIG. 11 es una cuadrícula temporal-frecuencial que ilustra cómo pueden apilarse varias células M dentro de subtramas reservadas, según se ha descrito anteriormente. En la FIG. 11, las subtramas 1 y 6 están reservadas para su uso exclusivo como células M, y cada una de estas subtramas es dividida en cierto número,  $n$ , de células M, siendo  $n$  un entero que es mayor o igual que 1. Las restantes subtramas 0, 2-5, y 7-9, son utilizables como células anfitrionas.

30 La FIG. 12 es una cuadrícula temporal-frecuencial de una subtrama ejemplar que ha sido reservada por un nodo para su uso exclusivo por una o más células M,  $1..m..n$ , siendo  $1 \leq m \leq n$ . Estas subtramas han sido creadas de la manera descrita con respecto a las FIGURAS 10 y 11. En esta subtrama no es preciso que se transmita ningún PDCCH preexistente. Por lo tanto, los M-PDCCH transmitidos en cada célula M pueden iniciarse en el intervalo del primer símbolo OFDM. Los restantes elementos de recursos en cada célula M son usados para los M-PDSCH, salvo que señales de referencia (ilustradas por cuadrados negros) pueden seguir poblando sus posiciones especificadas por el sistema en todo el ancho de banda del sistema de enlace descendente.

35 Las subtramas reservadas pueden ser señaladas como subtramas restringidas o subtramas MBSFN en el sistema de información de la célula anfitriona para impedir que los EU preexistentes intenten decodificar un PDCCH en las subtramas reservadas (operación de decodificación que fracasará inevitablemente). Sin embargo, este no es un requisito en todas las realizaciones.

40 En otro aspecto, el M-PDCCH de la célula M puede ser añadido o cribado en los símbolos que contienen el PDCCH en la célula anfitriona. Debe tenerse especial cuidado de no permitir que la célula M se solape con información crucial y estática en el PDCCH de la célula anfitriona, tal como el canal físico indicador de formato de control (PCFICH).

45 En otras realizaciones adicionales, un nodo puede disponer que algunas subtramas soporten tanto una célula anfitriona como una o más células M, de una manera tal como la descrita anteriormente con respecto a las FIGURAS 8-9, y también puede reservar otras subtramas para el uso exclusivo de las células M de una manera tal como la descrita anteriormente con respecto a las FIGURAS 10-12.

50 La descripción se centrará ahora en maneras para que el nodo suministre información de sistema (M-SI) relacionada con la MTC a dispositivos MTC. El nodo puede transmitir un bloque de M-SI (M-SIB) que contiene información tal como, sin limitación:

- Parámetros de acceso aleatorio (es decir, información que indica qué secuencia de acceso aleatorio y qué posiciones temporal-frecuenciales usar); y/o
- 55 • Un patrón de subtrama de las células M (o información que permite que este se deduzca); y/o

- Un patrón de subtrama de la célula anfitriona (subtramas que contienen CRS) (o información que permite que este se deduzca).

La M-SI puede ser transmitida ya sea en posiciones temporal-frecuenciales determinadas previamente según un estándar de MTC, en una posición indicada mediante otra señalización (por ejemplo, por un MIB transmitido por la célula anfitriona y que, debido a su ancho de banda limitado, también es recibida por un dispositivo MTC), o en una posición que es revelada por un M-PDCCH que ha de ser detectado a ciegas la primera vez que el dispositivo MTC acceda a la célula anfitriona. La M-SI es transmitida en un ancho de banda limitado (por ejemplo, 6 RB). La M-SI puede ser transmitida en una célula M que esté centrada en torno de la frecuencia de portadora de la célula anfitriona, pero no está restringida a serlo. Si es transmitida en torno a la frecuencia de la portadora de la célula anfitriona en un ancho de banda de 6 RB, el dispositivo MTC puede llevar a cabo una búsqueda de célula, una adquisición del MIB y una adquisición de SI en un ancho de banda de 6 RB y sin resintonización de la radio.

Otros aspectos de realizaciones coherentes con la invención están relacionados con habilitar un dispositivo MTC para que haga uso de un canal de acceso aleatorio adecuado para que establezca una conexión con una célula M. Son posibles varias alternativas. En una de estas, la primera vez que el dispositivo MTC se conecta con una célula M asociada con la célula anfitriona, puede hacerlo llevando a cabo un acceso aleatorio hacia una célula MTC "atractora" que está centrada en torno a la frecuencia de la portadora de la célula anfitriona y que es conocida a todos los dispositivos MTC, por ejemplo, por medio de estandarización. La célula M atractora puede ser la misma célula que la que transmite la M-SI. Los recursos temporales/frecuenciales de acceso aleatorio pueden ser los mismos que los usados en la célula anfitriona.

La célula M atractora puede ser capaz de soportar uno o más de los dispositivos MTC que realizan una solicitud de acceso aleatorio, pero en general no podrá soportar a todos los solicitantes. Por lo tanto, en respuesta al procedimiento de acceso aleatorio, el nodo envía al dispositivo MTC solicitante un mensaje que dirige el dispositivo MTC a una de las otras células M en caso de que no sea adecuado para el dispositivo MTC conectarse a esta célula M. El dispositivo MTC recuerda posteriormente la célula M diana a la que ha sido dirigido a través de transiciones de estado entre el control de recursos de radio "inactivo" (RRC\_IDLE) y el control de recursos de radio "conectado" (RRC\_CONNECTED) hasta que se señalice algo distinto.

Como alternativa al uso de una célula M atractora, en algunas realizaciones el dispositivo MTC determina la propia célula M diana en función de una fórmula estandarizada que puede tener en cuenta, por ejemplo y sin limitación, la IMSI (identidad internacional de abonado móvil) del dispositivo MTC, el ancho de banda de la célula anfitriona e información de la M-SI. En este planteamiento, el dispositivo MTC lee el MIB y la M-SI y, después, lleva a cabo el acceso aleatorio directamente hacia la célula M diana. Sin embargo, incluso aquí, puede seguir soportándose un mecanismo para redirigir el dispositivo MTC a otra célula M adicional para permitir un equilibrio adicional de cargas por parte del nodo.

Para ilustrar adicionalmente aspectos de la invención relativos a la M-SI y a procedimientos de acceso aleatorio para células M, se presenta la FIG. 13, que es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos relativos a la búsqueda y la conexión de células M, llevados a cabo por un dispositivo MTC según algunas, pero no necesariamente la totalidad, de las realizaciones ejemplares de la invención. En otro aspecto, puede considerarse que la FIG. 13 representa un medio ejemplar 1300 en un dispositivo MTC para llevar a cabo la búsqueda y la conexión de células M, comprendiendo el medio los diversos circuitos ilustrados (por ejemplo, cableados, y/o una circuitería de procesador programado de forma adecuada) configurados para llevar a cabo las funciones descritas.

Inicialmente, el dispositivo MTC lleva a cabo una búsqueda de una célula M, y determina una identidad y una sincronización de la célula (etapa 1301). Se hace notar que la célula anfitriona soporta su propia búsqueda de célula por medio de sus señales de sincronización primera y segunda (véanse, por ejemplo, las FIGURAS 6 y 7), cada una de las cuales ocupa solo 1,4 MHz (6 RB) de sus recursos de radiofrecuencia. Por lo tanto, el dispositivo MTC puede usar estas mismas señales con el fin de llevar a cabo su propia búsqueda de una célula M.

El dispositivo MTC adquiere entonces su información de sistema (M-SI) según una cualquiera de tres alternativas ejemplares, denotadas en el presente documento "Alt A1", "Alt A2" y "Alt A3". Considerando en primer lugar Alt A1, el dispositivo MTC lee el MIB que es transmitido por la célula anfitriona (etapa 1303). Esto es posible porque, incluso en la célula anfitriona, el MIB no ocupa más de 1,4 MHz (6 RB). En esta realización, el MIB incluye información que identifica una o más posibles ubicaciones venideras (es decir, en términos de tiempo/frecuencia) en los que podría ubicarse la M-SI si se va a transmitir. En función de esta información, el dispositivo MTC usa una técnica de detección a ciegas para detectar y adquirir información de la M-SI (etapa 1305).

Considerando ahora la realización denotada Alt A2, el dispositivo MTC lee el MIB que es transmitido por la célula anfitriona (etapa 1307). En esta realización, el MIB incluye información a partir de la cual puede determinarse, ya sea directa o indirectamente, la ubicación temporal/frecuencial exacta de una M-SI venidera. Es decir, el MIB incluye directamente la ubicación temporal/frecuencial de una M-SI venidera o, alternativamente, la proporciona por medio de uno o más niveles de indirectitud. Usando un nivel de indirectitud como ejemplo no limitante, el MIB incluiría la ubicación temporal/frecuencial de información venidera que es legible por el dispositivo MTC y que incluye la

ubicación temporal/frecuencial exacta de una M-SI verdadera. En función de esta información, el dispositivo MTC detecta y adquiere información de la M-SI (etapa 1309)

5 Pasando ahora la realización denotada Alt A3, el dispositivo MTC lee el MIB que es transmitido por la célula anfitriona (etapa 1311). En esta alternativa, al dispositivo MTC se le ha suministrado previamente información que indica la ubicación temporal/frecuencial de dónde estaría una M-SI verdadera (por ejemplo, mediante estandarización), pero no sabe si se va a transmitir la M-SI en cualquier subtrama particular. Por lo tanto, el MIB proporciona esta información (por ejemplo, por medio de una bandera que indica ya sea “M-SI presente” o “M-SI no presente”), para que el dispositivo MTC sepa si debe intentar o no leer la M-SI. Suponiendo que el MIB indique que habrá presente una M-SI en su ubicación verdadera conocida, el dispositivo MTC lee la M-SI en esa ubicación (etapa 10 1313).

Habiendo completado cualquiera de las alternativas Alt A1, Alt A2 o Alt A3, o cualquier otra alternativa equivalente, el dispositivo MTC ha leído el MIB y la M-SI. Por lo tanto, ahora el dispositivo MTC está lista para llevar a cabo el establecimiento de conexión con la célula M. En otros aspectos de realizaciones coherentes con la invención, llevar a cabo un establecimiento de conexión puede lograr en cualquiera de varias maneras alternativas, dos de las cuales son mostradas en la FIG. 13. Estas son denotadas Alt B1 y Alt B2, respectivamente. 15

Considerando en primer lugar Alt B1, la situación aquí es una en la que el dispositivo MTC no conoce la ubicación temporal/frecuencial de la célula M diana a la que será dirigido en último término, pero sí conoce (por ejemplo, mediante estandarización, tal como mediante el uso de una célula “atractora”, como se ha descrito anteriormente, o por medio de información obtenida directa o indirectamente a partir de información del MIB) la ubicación de una célula M inicial con la que llevar a cabo el procedimiento RACH. Por lo tanto, el dispositivo MTC lleva a cabo el establecimiento de conexión (por ejemplo, usando parámetros RACH obtenidos de la M-SI) con esta célula M “inicial” (etapa 1315). En respuesta a este acceso a la célula M inicial, el dispositivo MTC recibe información que indica la ubicación temporal/frecuencial de la célula M diana (etapa 1317). Es posible que la célula M diana pudiera ser la misma célula que la célula M inicial, o podría ser una célula M diferente. 20

Habiendo aprendido la ubicación temporal/frecuencial de la célula M diana, el dispositivo MTC sintoniza célula M diana y se conecta con ella (etapa 1319). Ahora el dispositivo MTC puede utilizar el sistema de comunicaciones para satisfacer sus necesidades de comunicación. 25

Considerando ahora Alt B2, la premisa de este escenario es que el propio dispositivo MTC sea capaz de determinar la ubicación temporal/frecuencial de su célula diana. Por ejemplo, puede darse el caso de que una célula atractora, según se ha descrito anteriormente, sea la célula diana para el dispositivo MTC. En otras alternativas, el dispositivo MTC puede producir (según se ha descrito anteriormente) una ubicación temporal/frecuencial en función de información ya conocida al dispositivo MTC. Tal información puede incluir, sin limitación, cualquiera o la totalidad de la IMSI del dispositivo MTC, del ancho de banda de la célula anfitriona y de la información de la M-SI. Por lo tanto, el dispositivo MTC se inicia solo determinando la ubicación temporal/frecuencial de la célula M diana (etapa 1321) y llevando a cabo luego el establecimiento de la conexión con la célula M diana según el procedimiento RACH que ya ha determinado (por ejemplo, usando parámetros RACH obtenidos de la M-SI) (etapa 1323). 30 35

En otros aspectos de realizaciones coherentes con la invención, el hecho de que un dispositivo MTC sea capaz de volver a sintonizar la frecuencia en torno a la cual se centra su ancho de banda operativo es usado de forma ventajosa. En un aspecto, algunas realizaciones transmiten la M-SI en solo una de varias células M. La célula particular de las células M en la que se transmite la M-SI puede ser estática en el tiempo, o puede variar con el tiempo (pero seguir apareciendo en solamente una de las células M en un momento dado). Cada una de estas realizaciones da como resultado un uso eficaz de los recursos de radiofrecuencia de la célula anfitriona. 40

Para ilustrar características de los aspectos descritos anteriormente, la FIG. 14 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo por un dispositivo MTC según algunas, pero no necesariamente la totalidad, de las realizaciones ejemplares de la invención. En otro aspecto, puede considerarse que la FIG. 14 representa un medio ejemplar 1400 que comprende los diversos circuitos ilustrados (por ejemplo, cableados, o un procesador programado de forma adecuada) configurados para llevar a cabo las funciones descritas. 45

El dispositivo MTC se conecta con una célula M diana en cualquiera de las formas descritas anteriormente. La célula M diana opera entonces como célula M servidora del dispositivo MTC. En consecuencia, el dispositivo MTC opera en el sistema de comunicaciones con su equipo de radio sintonizado a aquella parte del espectro de radiofrecuencia de la célula anfitriona que está asignada a la célula M servidora (etapa 1401). 50

Esto continúa hasta que surge la necesidad de leer de nuevo la M-SI (por ejemplo, cuando expira la información del sistema o se notifica al dispositivo MTC que ha cambiado la información del sistema). Cuando sucede esto, el dispositivo MTC sintoniza su equipo de radio para poder operar en una región de radiofrecuencia diferente, concretamente la región de frecuencia que incluye los bloques de recursos que contienen la M-SI (etapa 1403). Algunas o la totalidad de las regiones de frecuencia usadas por el dispositivo MTC pueden ubicarse dentro del ancho de banda operativo de la célula anfitriona, pero, en realizaciones alternativas, pueden ubicarse, bajo control de la célula anfitriona, en otras bandas de radiofrecuencia. Se apreciará que sintonizar una banda de radiofrecuencia 55

diferente es muy diferente, desde un punto de vista técnico, de la sintonización de un equipo de radio estándar de una frecuencia diferente o de un conjunto de frecuencias, la totalidad de las cuales se encuentra dentro de una misma banda de frecuencias. Por ejemplo, los requisitos de los filtros son muy diferentes.

5 Habiendo cambiado la región de frecuencias dentro de la cual opera para coincidir con la de la M-SI, el dispositivo MTC lee la M-SI 1405, y luego vuelve a sintonizar su región de frecuencias a la que está ocupada por la célula M servidora (etapa 1407) para que pueda continuar su operación.

Se apreciará que, aunque algunos dispositivos MTC saltan entre regiones de frecuencias tanto para comunicarse con su célula M servidora como para recibir una M-SI actualizada, para algunos otros dispositivos MTC que tienen el mismo sistema anfitrión, la célula M servidora y la célula M que transmite la M-SI puede ser una y la misma célula M.

10 En otro aspecto adicional de realizaciones coherentes con la invención, la diversidad de frecuencias puede mejorar haciendo que los bloques de recursos en sí asignados a una célula M varíen en el tiempo usando una secuencia predefinida de saltos de frecuencia. En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, el patrón en sí de salto de frecuencia puede ser diferente en las direcciones de enlace descendente y enlace ascendente.

15 La exposición se centrará ahora en las señales de referencia. Según se ha mencionado anteriormente, los dispositivos MTC pueden utilizar señales de referencia (por ejemplo, las CRS) que pueblan sus posiciones especificadas por el sistema en todo el ancho de banda del sistema de enlace descendente del sistema anfitrión. Tales señales de referencia se ilustran, por ejemplo, como los cuadrados negros representados en las FIGURAS 9 y 12. Este planteamiento permite que un dispositivo MTC use subtramas adicionales para mediciones de estimación de canales, gestión de recursos de radio (RRM) y monitorización de radioenlaces (RLM). Para utilizar estas señales de referencia, el dispositivo MTC tiene en cuenta los desfases de frecuencia entre su propia célula M y la célula anfitriona. El desfase de frecuencia es el desfase entre la subportadora central de la célula anfitriona y la de la célula M. Además, en el caso de LTE y de sistemas similares, la frecuencia central del ancho de banda de frecuencias disponible (primer ancho de banda), por estandarización, queda sin usar. Esto no sería así para la región de frecuencias de la célula M (que tiene el segundo ancho de banda menor que el primer ancho de banda), a no ser que suceda que la región de frecuencias de la célula M que está centrada en torno a la frecuencia central de la célula anfitriona.

25 Sin embargo, en algunas realizaciones, pero no necesariamente todas, las células M pueden usar sus propias señales de referencia (es decir, señales de referencia que difieren de las transmitidas por la célula anfitriona). En algunas de estas realizaciones, el dispositivo MTC puede seguir obteniendo un beneficio con respecto a la correlación y/o a la decodificación de recursos considerando los recursos ocupados por las señales de referencia de la célula anfitriona, en función de la configuración de la célula anfitriona. El dispositivo MTC puede deducir qué subtramas puede usar, además de las subtramas de la célula M analizando la M-SI descrita anteriormente.

30 Otros aspectos adicionales están relacionados con la recepción y la transmisión y, más en particular, con el uso de la HARQ en conexión con dispositivos MTC. Normalmente, el tiempo total de propagación de ida y vuelta para la HARQ es fijado mediante estandarización con respecto a dispositivos que se han conectado con la célula anfitriona. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, a menudo los dispositivos MTC carecen de la potencia de procesamiento requerido para satisfacer la conmutación instantánea entre la recepción de datos y el tiempo en el que es preciso que vuelva a transmitirse un acuse de recibo (ACK) o un acuse de recibo negativo (NACK) al originador de los datos. Dado que toda la recepción de tráfico unidifundida y todas las transmisiones después del acceso aleatorio inicial se llevan a cabo en la célula M servidora, en otro aspecto de algunas realizaciones coherentes con la invención, el tiempo total de propagación de ida y vuelta para la HARQ se adapta para tener en cuenta el patrón de subtrama de células M. Así, el dispositivo MTC puede tener más tiempo después de la recepción de datos antes de que se le requiera devolver un ACK/NACK.

35 Además, si se soporta el escalonamiento del M-PDCCH (según se ha descrito anteriormente), el tiempo total de propagación de ida y vuelta se modifica más para tener esto en cuenta también.

Otros aspectos adicionales de algunas realizaciones coherentes con la invención incluyen que el nodo revele las prestaciones de la célula M a través del MIB, o a través de alguna otra señal que pueda ser embebida en una posición temporal/frecuencial conocida previamente. Esto puede incluir que el dispositivo MTC intente decodificar a ciegas un M-PDCCH para encontrar la M-SI usando un identificador temporal de red de radio de la M-SI (M-SI-RNTI) conocido previamente.

40 Se ha mencionado anteriormente que, en algunas realizaciones, el MIB puede suministrar a un dispositivo MTC información que es útil para permitir que el dispositivo MTC localice una célula M y/o que localice un M-PDCCH y/o que localice una M-SI, y/o que sepa cómo puede realizar un procedimiento M-RACH. Estos aspectos serán descritos ahora con detalle adicional con referencia a la FIG. 15, que es un diagrama de sincronización/frecuencia de un MIB 1501 y su relación con diversos elementos MTC adicionales dentro de los recursos espectrales de la célula anfitriona.

55 En un aspecto, el MIB 1501 (que ocupa su ubicación estándar en la célula anfitriona) incluye información temporal/frecuencial (representada por el número "1" encerrado en un círculo) que informa al dispositivo MTC la

ubicación de los bloques de recursos y/o el esquema de modulación y codificación (MCS) asignado al primer bloque de información del sistema (SIB 1) que es transmitido en una ubicación estandarizada por el sistema (por ejemplo, en la subtrama 5 en un sistema LTE). Al primer SIB, que es un SIB preexistente, se le asignan recursos de frecuencias de modo que pueda ser leído por un dispositivo MTC. Incluye información tal como la cuadrícula temporal/frecuencial de y las firmas del RACH.

En otro aspecto, el MIB 1501 incluye información temporal/frecuencial (representada por el número "2" encerrado en un círculo) que informa al dispositivo MTC de la ubicación de los bloques de recursos (o de un subconjunto de elementos de recursos dentro de ciertos bloques de recursos) y/o el MCS asignado a un M-SIB específico que es transmitido en cierta subtrama.

En otro aspecto adicional, el MIB 1501 incluye información temporal/frecuencial (representada por el número "3" encerrado en un círculo) que informa al dispositivo MTC la ubicación de los bloques de recursos y/o el MCS asignado a una célula M específica. Armado con esta información, el dispositivo MTC es entonces capaz de determinar (por ejemplo, mediante estandarización) las posiciones de un M-MIB y/o uno o varios M-SIB asociados con la célula M.

En otro aspecto adicional, el MIB 1501 incluye un conjunto de secuencias RACH específicas a la MTC y/o regiones RACH en la cuadrícula temporal/frecuencial que han de ser usados por el dispositivo MTC para el establecimiento de conexión. En una primera variante (representada por los caracteres de referencia "4a" encerrados en un círculo), el dispositivo MTC usará el RACH estándar del sistema anfitrión, que está situado en una ubicación temporal/frecuencial estandarizada. Por lo tanto, el MIB 1501 no precisa necesariamente proporcionar información de ubicación al dispositivo MTC, pero sí incluye al menos la secuencia RACH específica a la MTC que debería usarse cuando se realiza el establecimiento de conexión a través del RACH. En una segunda variante (representada por los caracteres de referencia "4b" encerrados en un círculo), el dispositivo MTC usará un RACH específico a la MTC. Por lo tanto, el MIB incluye al menos la región RACH en la cuadrícula temporal/frecuencial que ha de ser usada por el dispositivo MTC para el establecimiento de conexión. Según se ha explicado anteriormente, el dispositivo MTC puede ser capaz de deducir la secuencia RACH que ha de usarse durante un procedimiento RACH sin asistencia adicional del nodo. Alternativamente, el MIB también puede suministrar esta secuencia M-RACH al dispositivo MTC.

En otro aspecto (representado por el número "5" encerrado en un círculo), el MIB 1501 indica los bloques de recursos, la secuencia de señales de referencia, o el espacio de búsqueda asignado a un M-PDCCH específico, que debería ocupar regiones del espectro de radiofrecuencia del sistema anfitrión que son diferentes de las ubicaciones del propio PDCCH (preexistente) del sistema anfitrión. El M-PDCCH suministra información de control al dispositivo MTC, incluyendo los SIB específicos a la MTC o asignaciones de enlace descendente que apuntan a los SIB.

En otro aspecto adicional (no mostrado en la figura para evitar una cantidad indebida de desorden), el MIB 1501 incluye una referencia directa o indirecta a un conjunto de diferentes bloques de recursos y/o asignaciones MCS entre las que el dispositivo puede llevar a cabo una decodificación a ciegas para encontrar la información del sistema mencionada anteriormente.

La FIG. 16 es un diagrama de bloques de elementos del sistema para llevar a cabo los diversos aspectos de la invención. En particular, un nodo 1601 de red (por ejemplo, un eNodoB configurado para que sea capaz de llevar a cabo la funcionalidad anteriormente descrita) está acoplado con un transceptor 1603 que puede enviar y recibir señales para servir a una célula anfitriona, así como a una o más células M, según se ha descrito anteriormente. El nodo 1601 de red incluye circuitería configurada para llevar a cabo una cualquiera o cualquier combinación de los aspectos relacionados con la MTC descritos anteriormente con respecto a las acciones emprendidas por el nodo. Tal circuitería, por ejemplo, podría ser circuitería completamente cableada (por ejemplo, uno o más circuitos integrados para aplicaciones específicas - "ASIC"). Sin embargo, en la realización ejemplar de la FIG. 16 se representa una circuitería programable, que comprende un procesador 1605 acoplado con uno o más dispositivos 1607 de memoria (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio, unidades de discos magnéticos, unidades de discos ópticos, memoria de solo lectura, etc.) y con una interfaz 1609 de red. El o los dispositivos 1607 de memoria almacenan un medio 1611 de programa (por ejemplo, un conjunto de instrucciones de procesador) configurado para hacer que el procesador 1605 controle otros elementos del nodo para llevar a cabo cualesquiera de los aspectos descritos anteriormente relacionados con el nodo. El o los dispositivos 1607 de memoria también pueden almacenar datos (no mostrados) que representen diversos parámetros constantes y variables que pueda necesitar el procesador 1605 cuando realiza sus funciones, tales como las especificadas por el medio 1611 de programa. La interfaz 1609 de red permite que el nodo 1601 se comunique con otros nodos (no mostrados) en el sistema de comunicaciones.

La FIG. 17 es un diagrama de bloques de un dispositivo 1700 de comunicaciones de ancho de banda limitado, tal como el dispositivo MTC usado en los ejemplos descritos anteriormente. El dispositivo de comunicaciones de ancho de banda limitado incluye un controlador 1703 acoplado a circuitería/componentes 1705 de soporte físico de otro equipo de usuario (EU) que permiten que el dispositivo 1701 de comunicaciones de ancho de banda limitado lleve a cabo su funcionalidad específica a una aplicación (por ejemplo, operar como un sensor de algún tipo) y también operar como un dispositivo de comunicaciones (por ejemplo, poder comunicar datos de sensor a un servidor, y

posiblemente también recibir instrucciones). La otra circuitería o los otros componentes 1705 de soporte físico del EU son generalmente conocidos en la técnica, y pueden incluir elementos tales como, por ejemplo, y sin limitación, circuitería 1707 de radio acoplada a una o más antenas 1709 y (opcionalmente) circuitería sensora 1711 (por ejemplo, de un sensor de temperatura, de un sensor acústico, de un sensor magnético, etc.). La otra circuitería o el otro soporte físico del EU también puede incluir algún tipo de interfaz 1713 de usuario (por ejemplo, un dispositivo de visualización, un teclado, uno o varios conmutadores), aunque las aplicaciones que demandan el uso de un dispositivo de comunicaciones de ancho de banda limitado puedan tener necesidades muy simplistas para una interfaz 1713 de usuario (por ejemplo, un conmutador de reposición) o ninguna en absoluto.

El controlador 1703 incluye circuitería configurada para llevar a cabo una cualquiera o cualquier combinación de los aspectos relacionados con la MTC descritos anteriormente con respecto a las acciones del dispositivo MTC. Tal circuitería, por ejemplo, podría ser circuitería completamente cableada (por ejemplo, uno o más ASIC). Sin embargo, en la realización ejemplar de la FIG. 17 se representa una circuitería programable, que comprende un procesador 1715 acoplado con uno o más dispositivos 1717 de memoria (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio, unidades de discos magnéticos, unidades de discos ópticos, memoria de solo lectura, etc.). El o los dispositivos de memoria almacenan un medio 1719 de programa (por ejemplo, un conjunto de instrucciones de procesador) configurado para hacer que el procesador 1715 controle la otra circuitería o los otros componentes 1705 de soporte físico del EU para llevar a cabo cualesquiera de los aspectos descritos anteriormente relacionados con el dispositivo MTC. La memoria 1717 también puede almacenar datos 1721 que representen diversos parámetros constantes y variables que pueda necesitar el procesador 1715 cuando realiza sus funciones, tales como las especificadas por el medio 1719 de programa.

Los diversos aspectos de realizaciones coherentes con la invención descritos anteriormente proporcionan soluciones al problema en el que un dispositivo de comunicaciones que soporta solo anchos de banda pequeños no es capaz de conectarse ni funcionar en una red que tenga un ancho de banda mayor. Los diversos aspectos son aplicables para el funcionamiento tanto en un esquema dúplex por división de frecuencia (FDD) como en un esquema dúplex de división en el tiempo (TDD).

Un beneficio del concepto de las células M concept es que el sistema puede regular dinámica el número de células M para que coincida con el equilibrio actual entre el número de dispositivos preexistentes servidos y el de los dispositivos MTC. Realizaciones tales como las ilustradas con respecto a las FIGURAS 8 y 9 permiten que el sistema anfitrión añada células M una a una, proporcionando una flexibilidad máxima. En realizaciones tales como las ilustradas con respecto a las FIGURAS 10-12, se asignan a las células M subtramas enteras, lo que proporciona menos granularidad, pero, al mismo tiempo, permite potencialmente una mayor eficacia, dado que no es preciso reservar ningún elemento de recursos para la transmisión del PDCCH preexistente (célula anfitriona). Un sistema que use una combinación de estas realizaciones puede aprovechar los méritos de ambas realizaciones.

La invención ha sido descrita con referencia a realizaciones particulares. Sin embargo, será inmediatamente evidente para los expertos en la técnica que es posible implementar la invención de formas específicas distintas de las de las realizaciones descritas en lo que antecede.

Por ejemplo, algunas de las realizaciones ejemplares ilustradas muestran a las células M ocupando un ancho de banda de un espectro de radiofrecuencia que está ubicado frecuencialmente dentro de un ancho de banda del ancho de banda de radiofrecuencia asignada del sistema preexistente (por ejemplo, de un sistema LTE). (Véase, por ejemplo, el AB 903 del sistema de la célula M que está ubicado frecuencialmente dentro del AB 901 del sistema de la célula anfitriona). Sin embargo, se apreciará también que las diversas etapas ilustradas y la circuitería ilustrada en otras figuras, así como el correspondiente texto, no hacen de esta una característica esencial de las realizaciones coherentes con la invención. Al contrario, el sistema preexistente (incluyendo sus diversos canales de control) puede extenderse, en algunas realizaciones, en no más que un primer ancho de banda de un espectro de radiofrecuencia, mientras que las entidades de las células M (incluyendo diversos canales de control, canales de acceso aleatorio, etc., de las células M) pueden extenderse en no más que un segundo ancho de banda del espectro de radiofrecuencia (siendo el segundo ancho de banda menor que el primer ancho de banda), sin que haya ninguna restricción en si la ubicación frecuencial del segundo ancho de banda se encuentra dentro de la ubicación frecuencial del primer ancho de banda. Por ejemplo, una o más de las diversas entidades de las células M pueden encontrarse, en algunas realizaciones, completamente fuera de la banda de radiofrecuencias que se permite usar al sistema de comunicaciones preexistente. (Véase, por ejemplo, la FIG. 11, que muestra que la célula M n° m se encuentra dentro de las 72 subportadoras centrales del sistema anfitrión, mientras que otras células M, tales como la célula M n° 1 y la célula M n° n, están ubicadas frecuencialmente a cierta distancia de las 72 subportadoras centrales sin que se ponga ninguna restricción en si están o no ubicadas frecuencialmente dentro de la ubicación del ancho de banda frecuencial del sistema anfitrión.

En consecuencia, las realizaciones descritas son meramente ilustrativas y no deberían ser consideradas restrictivas de ninguna manera. El alcance de la invención está dado por las reivindicaciones adjuntas, no por la descripción precedente, y se pretende que estén abarcadas por el mismo todas las variaciones y los equivalentes que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de funcionamiento de un nodo (1601) de red que sirve a una célula anfitriona en un sistema de comunicaciones celulares en el que

5 una interfaz aérea del sistema de comunicaciones celulares es dividida en tramas (600) que se presentan secuencialmente, comprendiendo cada una de las tramas (600) varias subtramas (500) que se presentan secuencialmente, comprendiendo el método:

10 en uno o más intervalos (805, 1005) de primer tiempo, transmitir información de un primer canal de control por un canal de control que se extiende en un primer ancho de banda (901) de un espectro de radiofrecuencia, comunicando el primer canal de control información que es necesaria para permitir que un primer tipo de dispositivo de comunicaciones reciba datos de la célula anfitriona, siendo capaz el primer tipo de dispositivo (205) de comunicaciones de recibir una señal que tiene el primer ancho de banda (901) del espectro de radiofrecuencia;

15 en uno o más intervalos (807, 1011) de segundo tiempo, transmitir información de un segundo canal de control por un segundo canal de control de una primera célula M (célula M nº 1, célula M nº m, célula M nº n), siendo una célula M la agrupación de aspectos/entidades de la célula anfitriona configurada para soportar un segundo tipo de dispositivo (207, 1701) de comunicaciones que tiene prestaciones reducidas de ancho de banda de recepción en comparación con las del primer tipo de dispositivo de comunicaciones, ocupando el segundo canal de control un segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia, y siendo menor el segundo ancho de banda (903) que el primer ancho de banda (901), y produciéndose los uno o más intervalos de segundo tiempo durante una o más subtramas (500) dentro de una trama (600) y no coincidiendo con ninguno de los uno o más intervalos de primer tiempo; **caracterizado por** transmitir, en uno o más intervalos de tercer tiempo, información de un tercer canal de control por un tercer canal de control de una segunda célula M, ocupando el tercer canal de control un tercer ancho de banda del espectro de radiofrecuencia, y siendo el tercer ancho de banda menor que el primer ancho de banda (901), y produciéndose los uno o más intervalos de tercer tiempo durante las una o más subtramas (500) dentro de la trama (600) y coincidiendo con uno o más de los intervalos de segundo tiempo, por lo que se hace que otro dispositivo de comunicaciones del segundo tipo, que tiene prestaciones reducidas de ancho de banda de recepción en comparación con las del primer tipo de dispositivo de comunicaciones, sea capaz de ser servido por el nodo de red,

en donde la ubicación frecuencial del segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia no se solapa con la ubicación frecuencial del tercer ancho de banda del espectro de radiofrecuencia.

30 2. El método de la reivindicación 1 en el que los uno o más intervalos de primer tiempo se producen en una o más subtramas (500) dentro de una trama (600), y en el que los uno o más intervalos de segundo tiempo se producen en una o más subtramas diferentes (500) dentro de la trama (600), en el que las una o más subtramas diferentes (500) no se usan para transmitir ninguna información por el canal de control que se extiende en el primer ancho de banda (901) del espectro de radiofrecuencia.

35 3. El método de la reivindicación 1 en el que:

los uno o más intervalos de primer tiempo se producen durante una o más subtramas (500) dentro de una trama (600);

los uno o más intervalos de segundo tiempo se producen en diferentes momentos dentro de las una o más subtramas (500) dentro de la trama (600); y

40 ninguno de los uno o más intervalos de primer tiempo coincide con ninguno de los uno o más intervalos de segundo tiempo.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende transmitir información del sistema que informa al segundo tipo de dispositivo de comunicaciones de uno o más de:

45 parámetros de acceso aleatorio para ser usados cuando se accede a un canal de acceso aleatorio de la primera célula M;

un patrón de subtrama de células M, siendo cada célula M asociada con el patrón de subtrama una porción reservada del espectro de radiofrecuencia que tiene el segundo ancho de banda (903);

un patrón de subtrama de células anfitrionas; e

información de la que se puede deducir el patrón de subtrama de células anfitrionas.

50 5. El método de la reivindicación 1 que comprende:

recibir una transmisión de acceso aleatorio; y

cerciorarse de que la transmisión de acceso aleatorio provino del segundo tipo de dispositivo de comunicaciones y, en respuesta a la misma, permitir que el segundo tipo de dispositivo de comunicaciones localice una célula M enviando información al segundo tipo de dispositivo de comunicaciones que identifica una ubicación temporal y/o frecuencial del segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia.

- 5 **6.** Un aparato (1000, 1605, 1607, 1611) para hacer funcionar un nodo (1601) de red que sirve a una célula anfitriona en un sistema de comunicaciones celulares en el que una interfaz aérea del sistema de comunicaciones celulares es dividida en tramas (600) que se presentan secuencialmente, comprendiendo cada una de las tramas (600) varias subtramas (500) que se presentan secuencialmente, comprendiendo el aparato:

10 circuitería configurada para transmitir, en uno o más intervalos (805, 1005) de primer tiempo, información de un primer canal de control por un canal de control que se extiende en un primer ancho de banda (901) de un espectro de radiofrecuencia, comunicando el primer canal de control información que es necesaria para permitir que un primer tipo de dispositivo de comunicaciones reciba datos de la célula anfitriona, siendo capaz el primer tipo de dispositivo (205) de comunicaciones de recibir una señal que tiene el primer ancho de banda (901) del espectro de radiofrecuencia;

15 circuitería configurada para transmitir, en uno o más intervalos (807, 1011) de segundo tiempo, información de un segundo canal de control por un segundo canal de control de una primera célula M (célula M nº 1, célula M nº m, célula M nº n), siendo una célula M la agrupación de aspectos/entidades de la célula anfitriona configurada para soportar un segundo tipo de dispositivo (207, 1701) de comunicaciones que tiene prestaciones reducidas de ancho de banda de recepción en comparación con las del primer tipo de dispositivo de comunicaciones, ocupando el  
 20 segundo canal de control un segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia, y siendo menor el segundo ancho de banda (903) que el primer ancho de banda (901), y produciéndose los uno o más intervalos de segundo tiempo durante una o más subtramas (500) dentro de una trama (600) y no coincidiendo con ninguno de los uno o más intervalos de primer tiempo; **caracterizado por** circuitería configurada para transmitir, en uno o más intervalos de tercer tiempo, información de un tercer canal de control por un tercer canal de control de una segunda  
 25 célula M, ocupando el tercer canal de control un tercer ancho de banda del espectro de radiofrecuencia, y siendo el tercer ancho de banda menor que el primer ancho de banda (901), y produciéndose los uno o más intervalos de tercer tiempo durante las una o más subtramas (500) dentro de la trama (600) y coincidiendo con uno o más de los intervalos de segundo tiempo, por lo que se hace que otro dispositivo de comunicaciones del segundo tipo, que tiene prestaciones reducidas de ancho de banda de recepción en comparación con las del primer tipo de dispositivo de  
 30 comunicaciones, sea capaz de ser servido por el nodo de red,

en donde la ubicación frecuencial del segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia no se solapa con la ubicación frecuencial del tercer ancho de banda del espectro de radiofrecuencia.

- 35 **7.** El aparato de la reivindicación 6 en el que el segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia está ubicado frecuencialmente dentro de una ubicación frecuencial del primer ancho de banda (901) del espectro de radiofrecuencia.

**8.** El aparato de la reivindicación 6 o la reivindicación 7 que comprende circuitería configurada para transmitir información al segundo tipo de dispositivo de comunicaciones, informando la información que son los uno o más intervalos de segundo tiempo.

- 40 **9.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 que comprende circuitería configurada para transmitir información al segundo tipo de dispositivo de comunicaciones, informando la información en qué parte del espectro de radiofrecuencia está ubicado el segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia.

45 **10.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 en el que los uno o más intervalos de primer tiempo se producen en una o más subtramas (500) dentro de una trama (600), y en el que los uno o más intervalos de segundo tiempo se producen en una o más subtramas diferentes (500) dentro de la trama (600), en el que las una o más subtramas diferentes (500) no se usan para transmitir ninguna información por el canal de control que se extiende en el primer ancho de banda (901) del espectro de radiofrecuencia.

50 **11.** El aparato de la reivindicación 10 en el que la información de un segundo canal de control transmitida en una de las una o más subtramas diferentes (500) dentro de la trama (600) indica uno o más intervalos de tiempo y/o frecuencias dentro de una de las una o más subtramas diferentes (500) que son usadas como uno o más canales físicos de datos de enlace descendente respectivos para el segundo tipo de dispositivo de comunicaciones; o dentro de una posterior de las una o más subtramas diferentes (500) que son usadas como uno o más canales físicos de datos de enlace descendente respectivos para el segundo tipo de dispositivo de comunicaciones.

55 **12.** El aparato de la reivindicación 11 que comprende circuitería configurada para enviar una señal al primer tipo de dispositivo de comunicaciones que da como resultado que el primer tipo de dispositivo de comunicaciones no intente recibir el primer canal de control durante las una o más subtramas diferentes (500).

**13.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 en el que:



los uno o más intervalos de primer tiempo se producen durante una o más subtramas (500) dentro de una trama (600);

los uno o más intervalos de segundo tiempo se producen en diferentes momentos dentro de las una o más subtramas (500) dentro de la trama (600); y

5 ninguno de los uno o más intervalos de primer tiempo coincide con ninguno de los uno o más intervalos de segundo tiempo.

**14.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13 que comprende circuitería configurada para transmitir información del sistema que informa al segundo tipo de dispositivo de comunicaciones de uno o más de:

10 parámetros de acceso aleatorio para ser usados cuando se accede a un canal de acceso aleatorio de la primera célula M;

un patrón de subtrama de células M, siendo cada célula M asociada con el patrón de subtrama una porción reservada del espectro de radiofrecuencia que tiene el segundo ancho de banda (903);

un patrón de subtrama de células anfitrionas; e

información de la que se puede deducir el patrón de subtrama de células anfitrionas.

15 **15.** El aparato de la reivindicación 6 que comprende:

circuitería configurada para recibir una transmisión de acceso aleatorio; y

circuitería configurada para cerciorarse de que la transmisión de acceso aleatorio provino del segundo tipo de dispositivo de comunicaciones y, en respuesta a la misma, permitir que el segundo tipo de dispositivo de comunicaciones localice una célula M enviando información al segundo tipo de dispositivo de comunicaciones que  
20 identifica una ubicación temporal y/o frecuencial del segundo ancho de banda (903) del espectro de radiofrecuencia.

**16.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 15 que comprende:

circuitería configurada para usar un primer protocolo de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) cuando se comunica con el primer tipo de dispositivo (205) de comunicaciones; y

25 circuitería configurada para usar un segundo protocolo HARQ cuando se comunica con el segundo tipo de dispositivo (207, 1701) de comunicaciones,

en el que uno o más requisitos de sincronización del primer protocolo HARQ es/son diferente(s) de uno o más requisitos de sincronización del segundo protocolo HARQ.

30 **17.** El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 16 que comprende circuitería configurada para transmitir información que identifica prestaciones relacionadas con el segundo tipo de dispositivo (207, 1701) de comunicaciones que soporta la célula anfitriona.

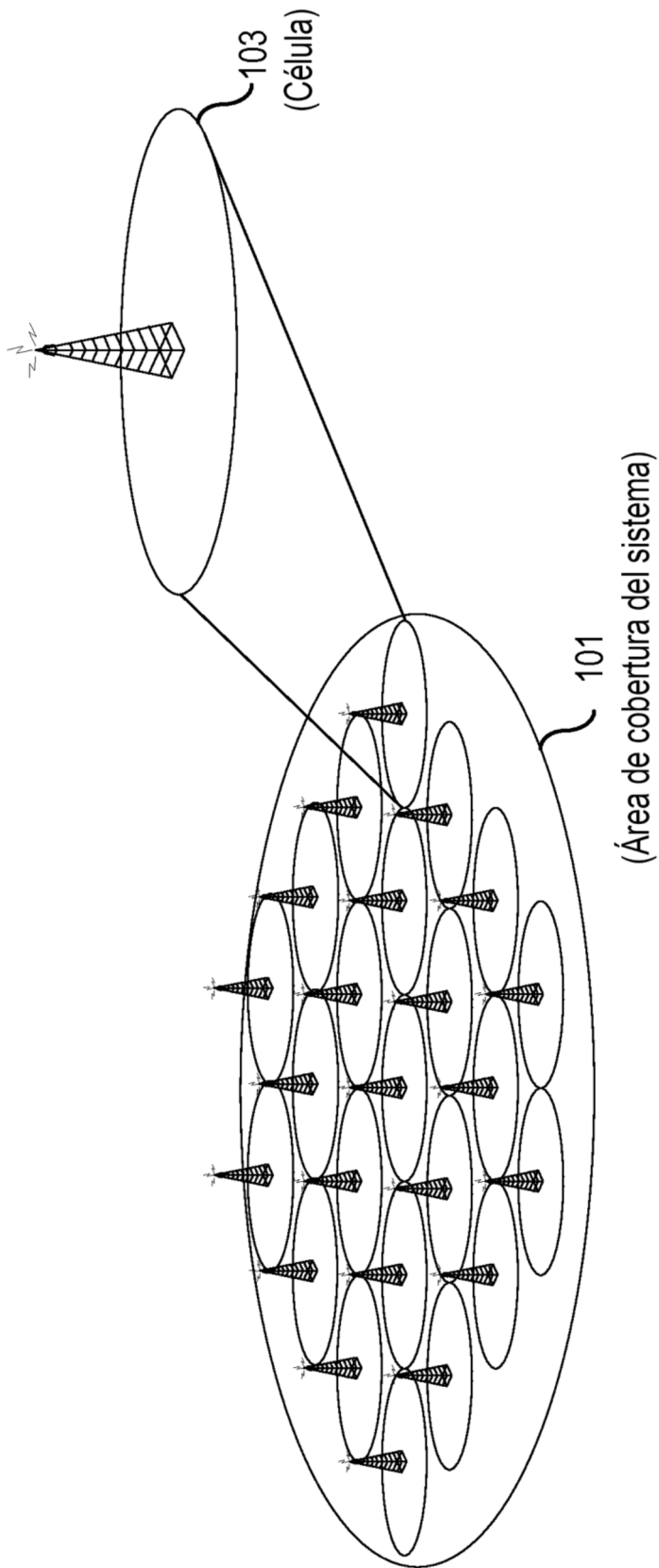


FIG. 1  
(Técnica anterior)

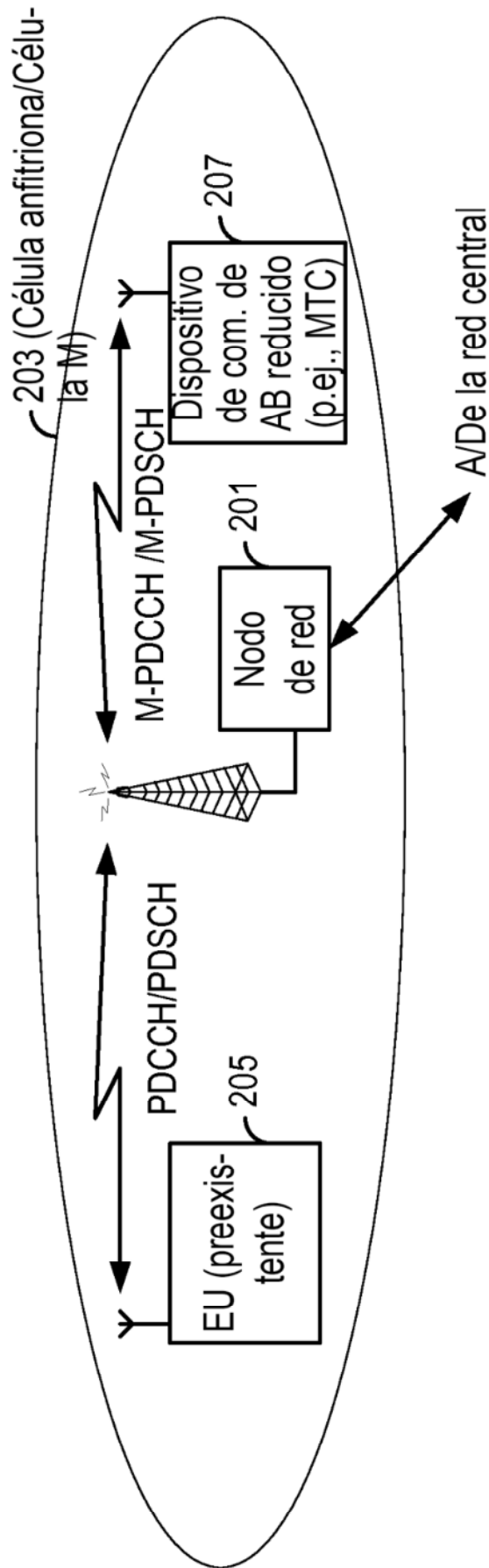
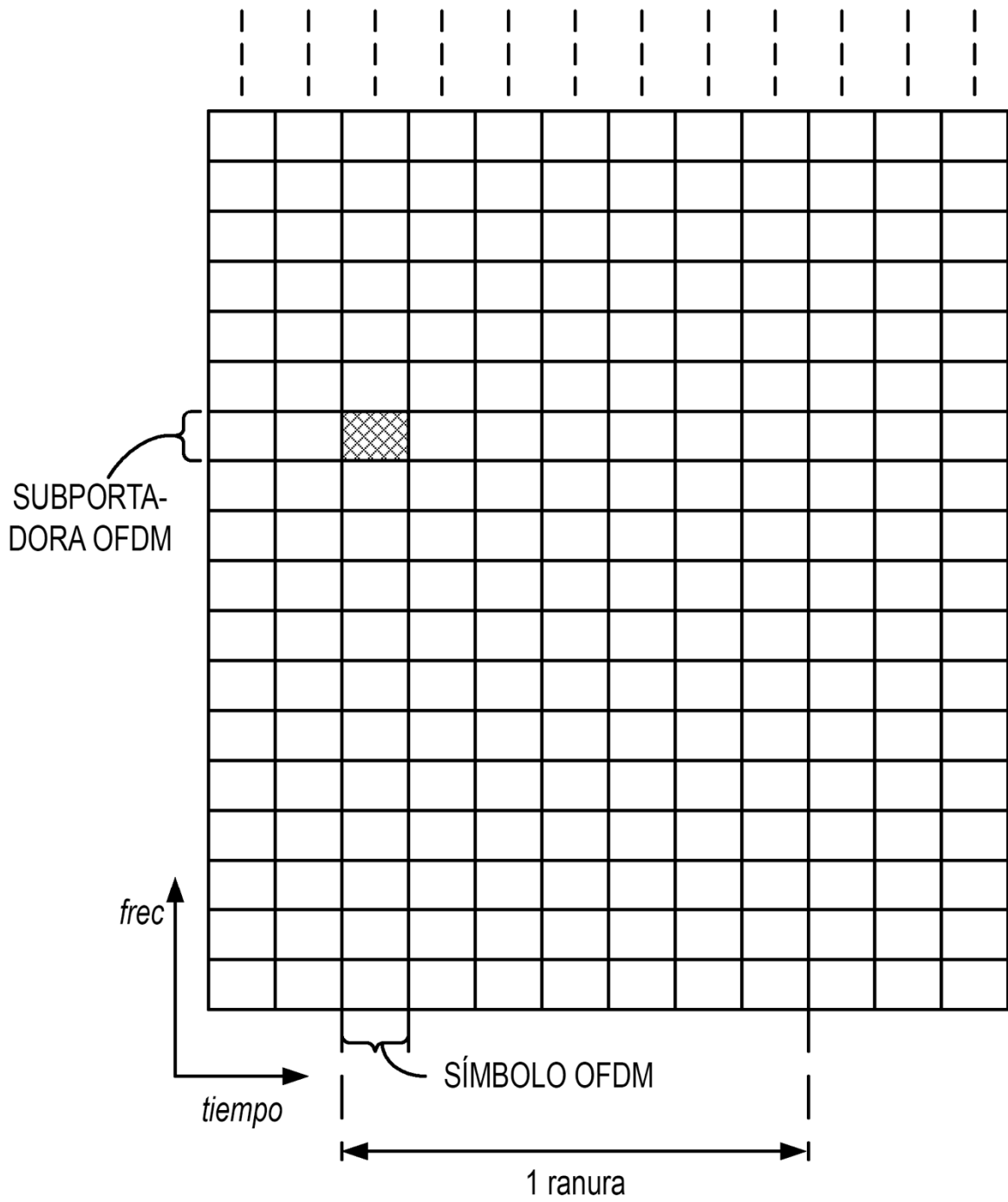


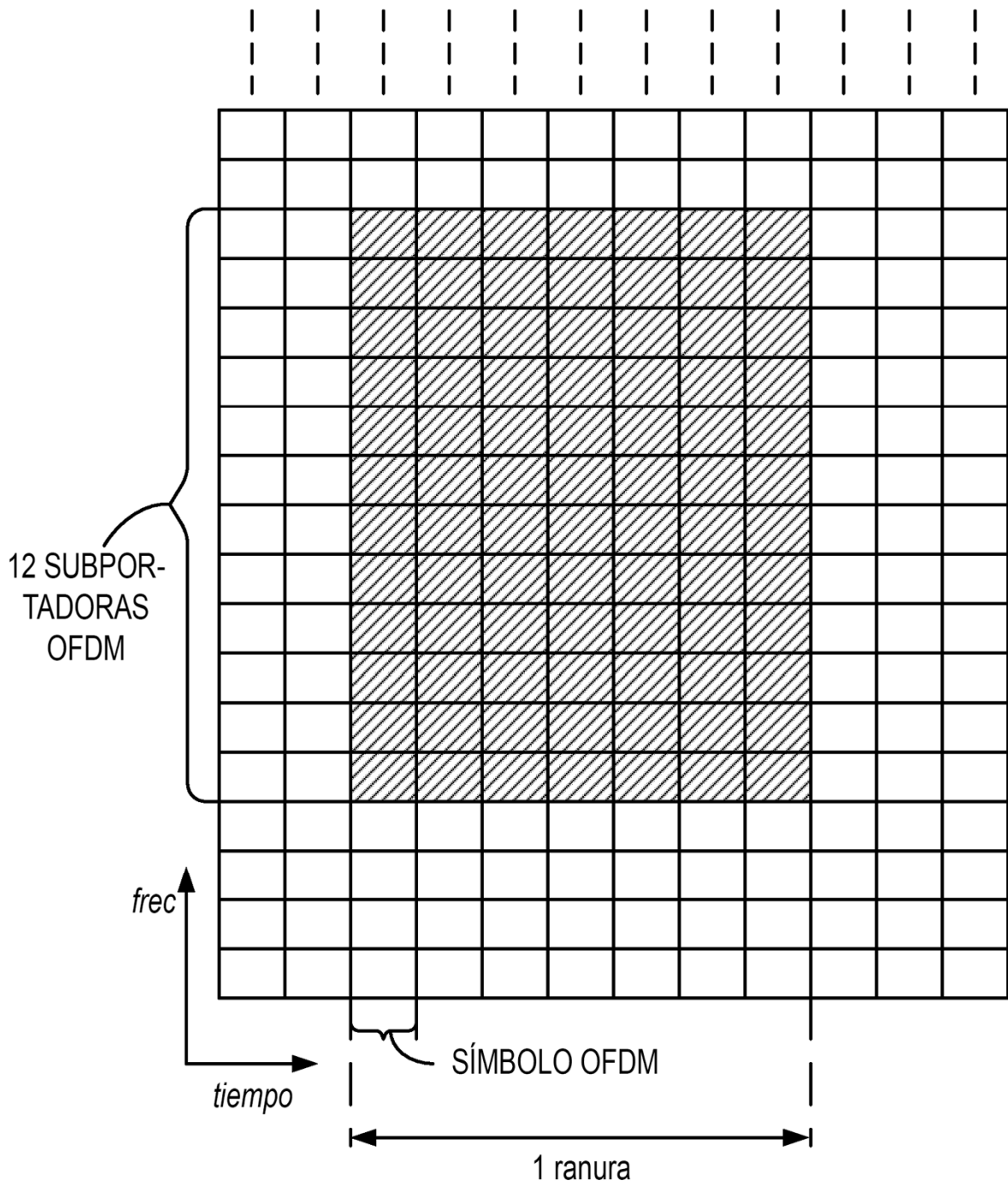
FIG. 2

área sombreada = un elemento de recursos



**FIG. 3**  
(Técnica anterior)

área sombreada = un bloque de recursos (12\*7=84 elementos de recursos)



**FIG. 4**  
(Técnica anterior)

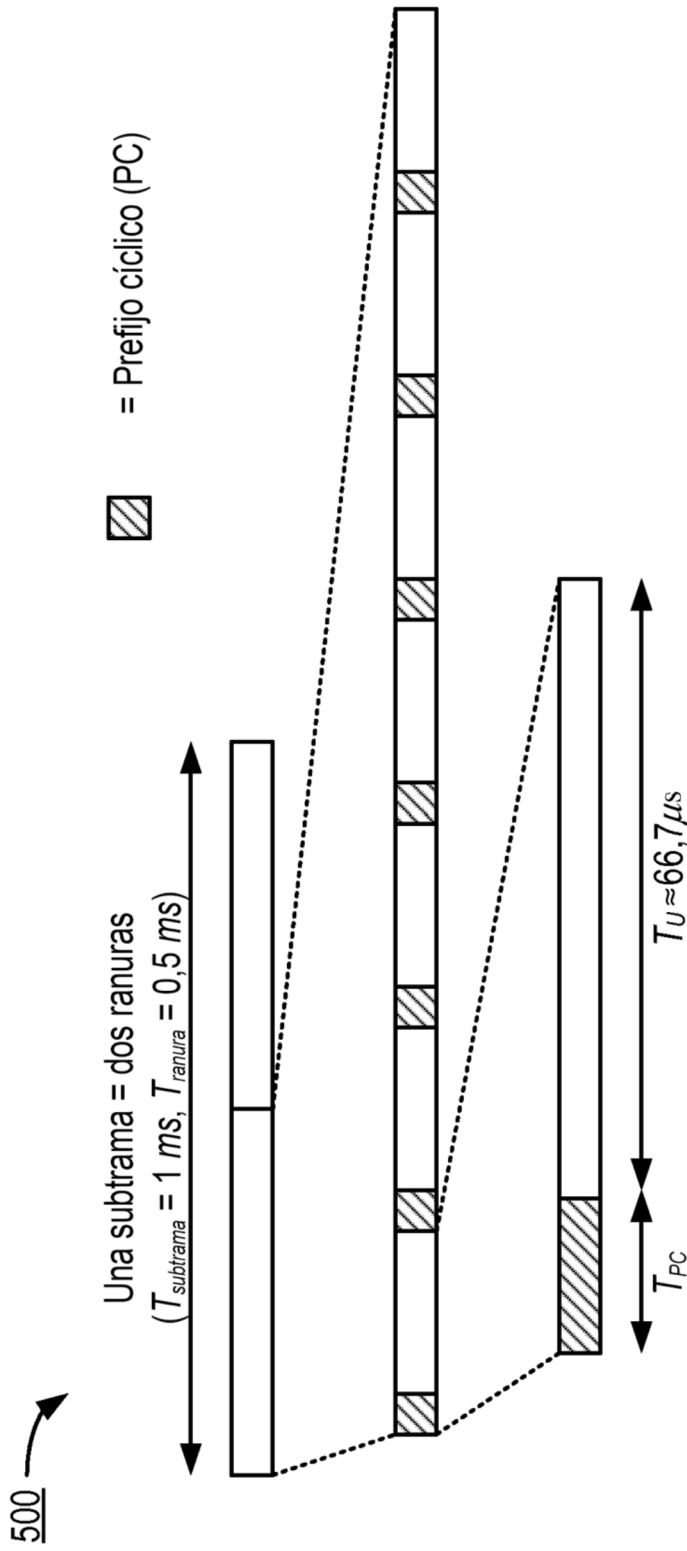


FIG. 5a  
 (Técnica anterior)

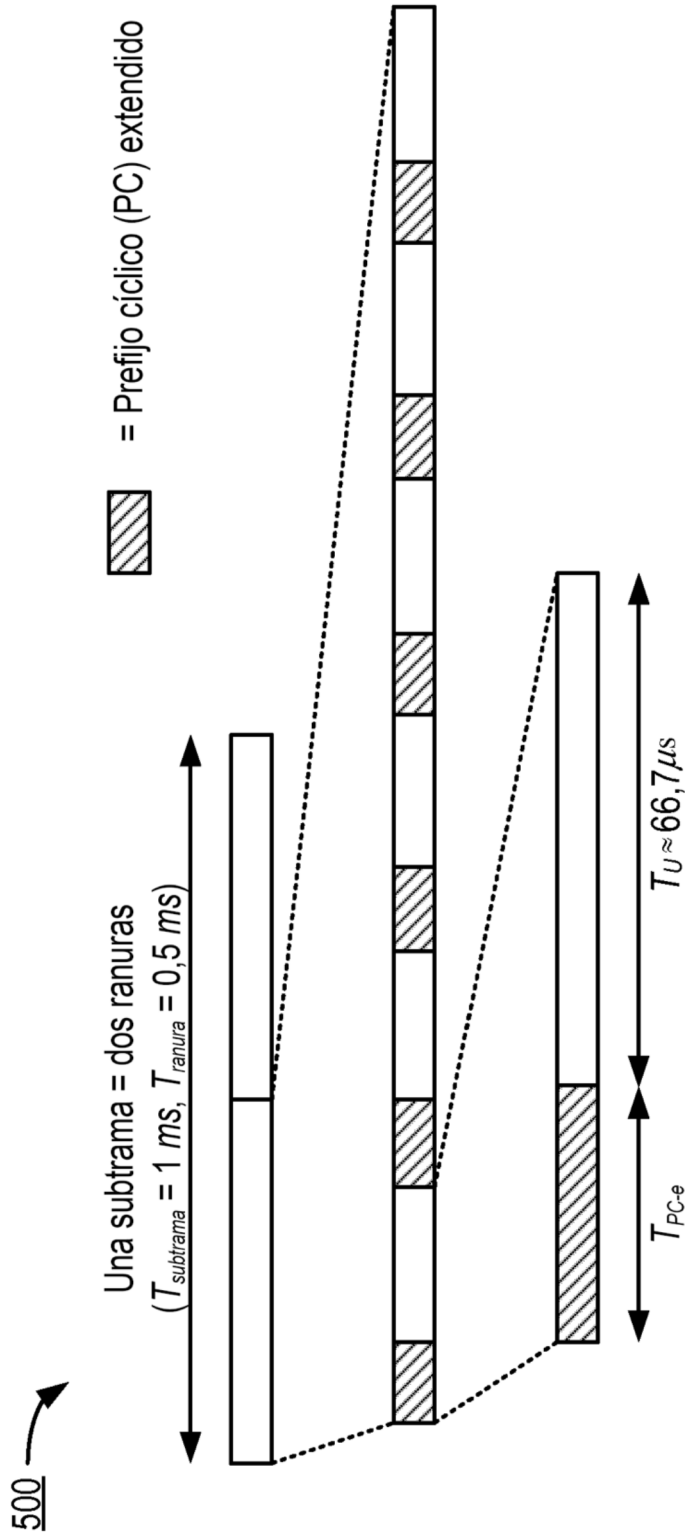


FIG. 5b  
 (Técnica anterior)

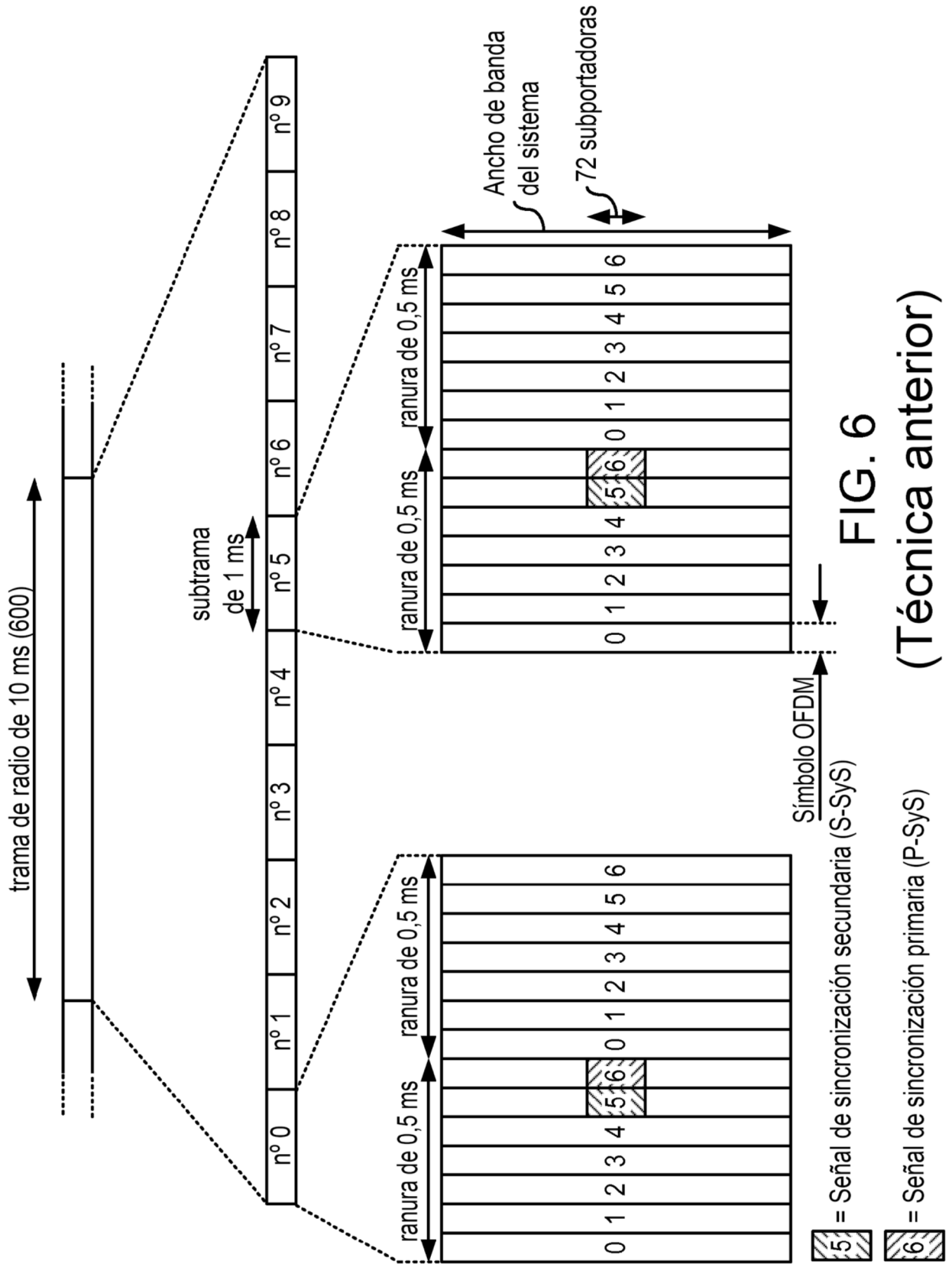
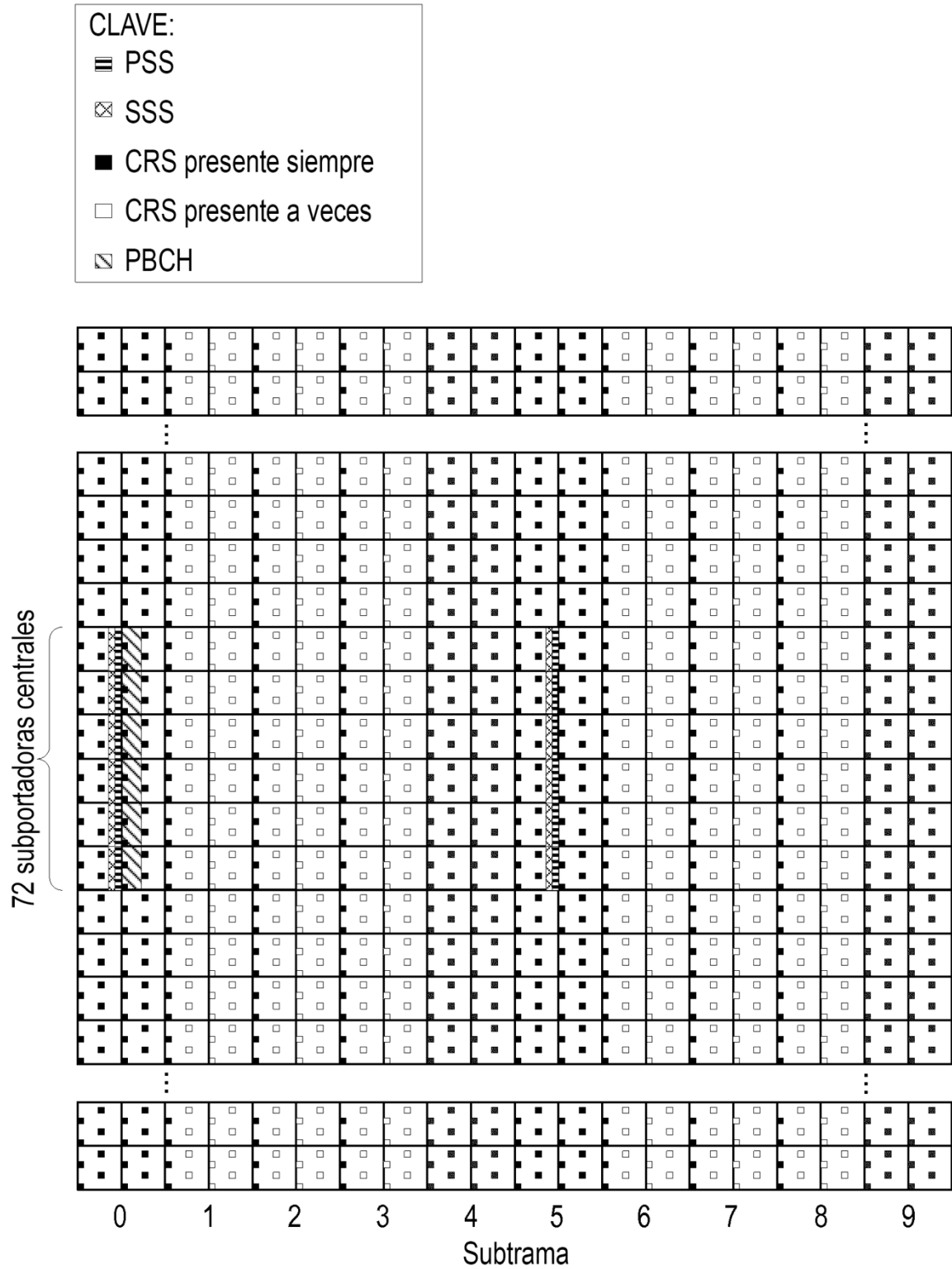


FIG. 6

(Técnica anterior)





**FIG. 7**  
(Técnica anterior)

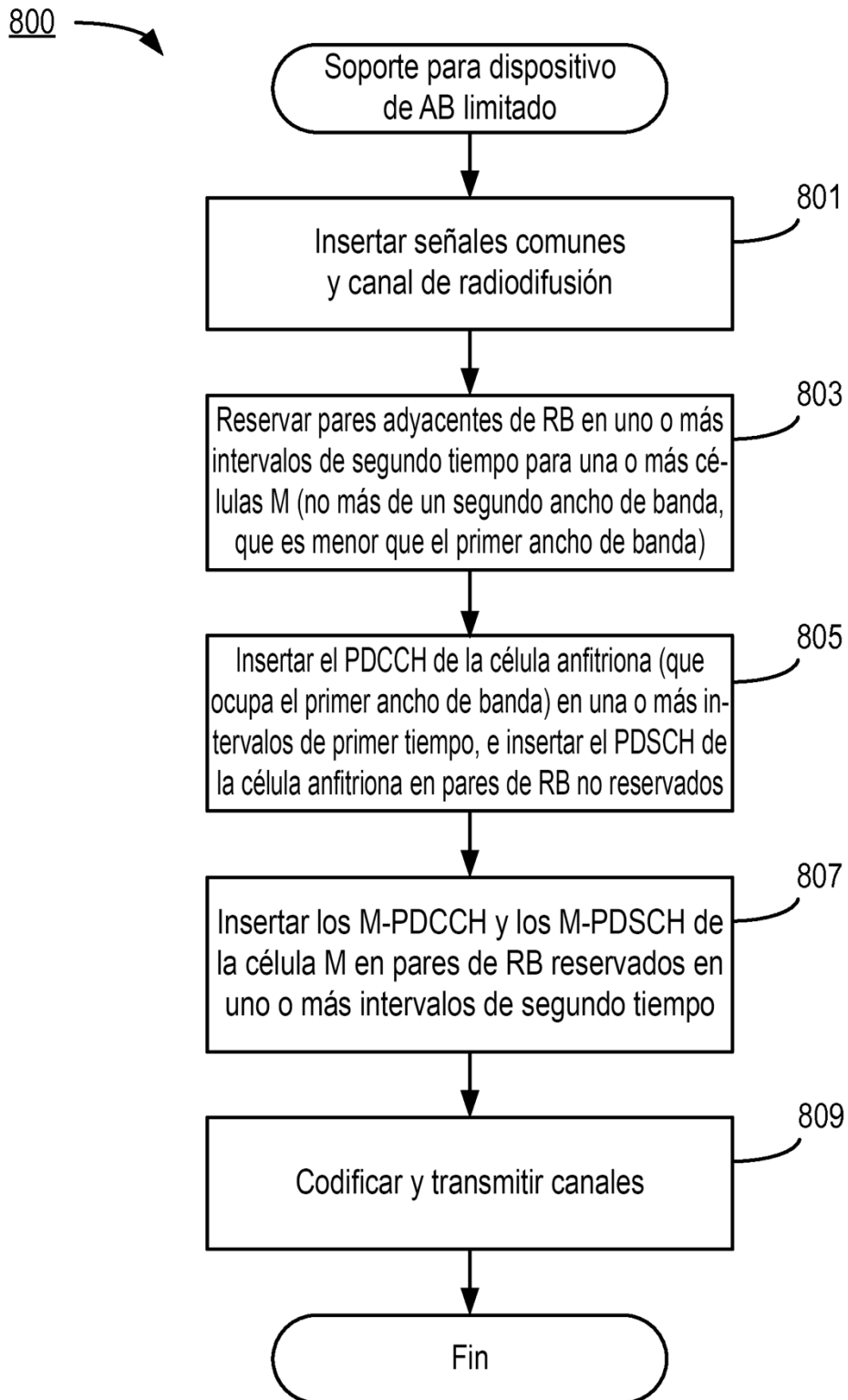


FIG. 8

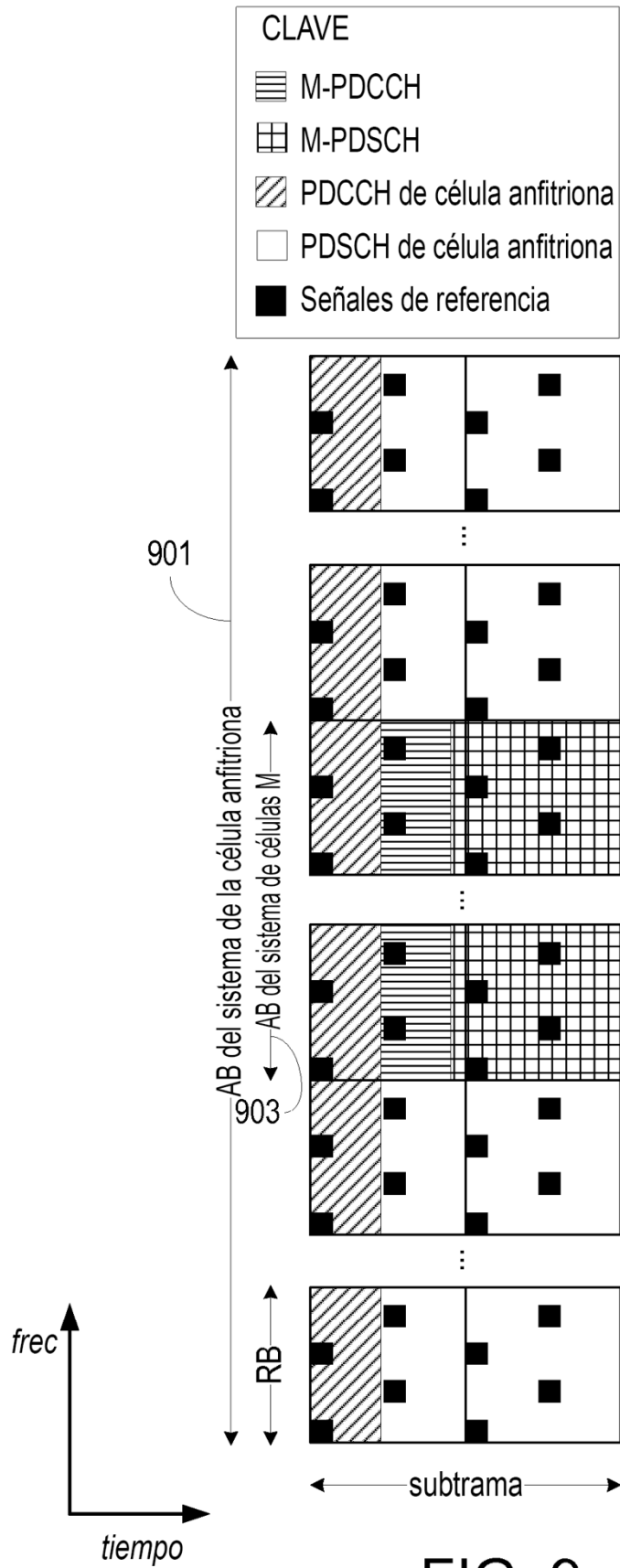


FIG. 9

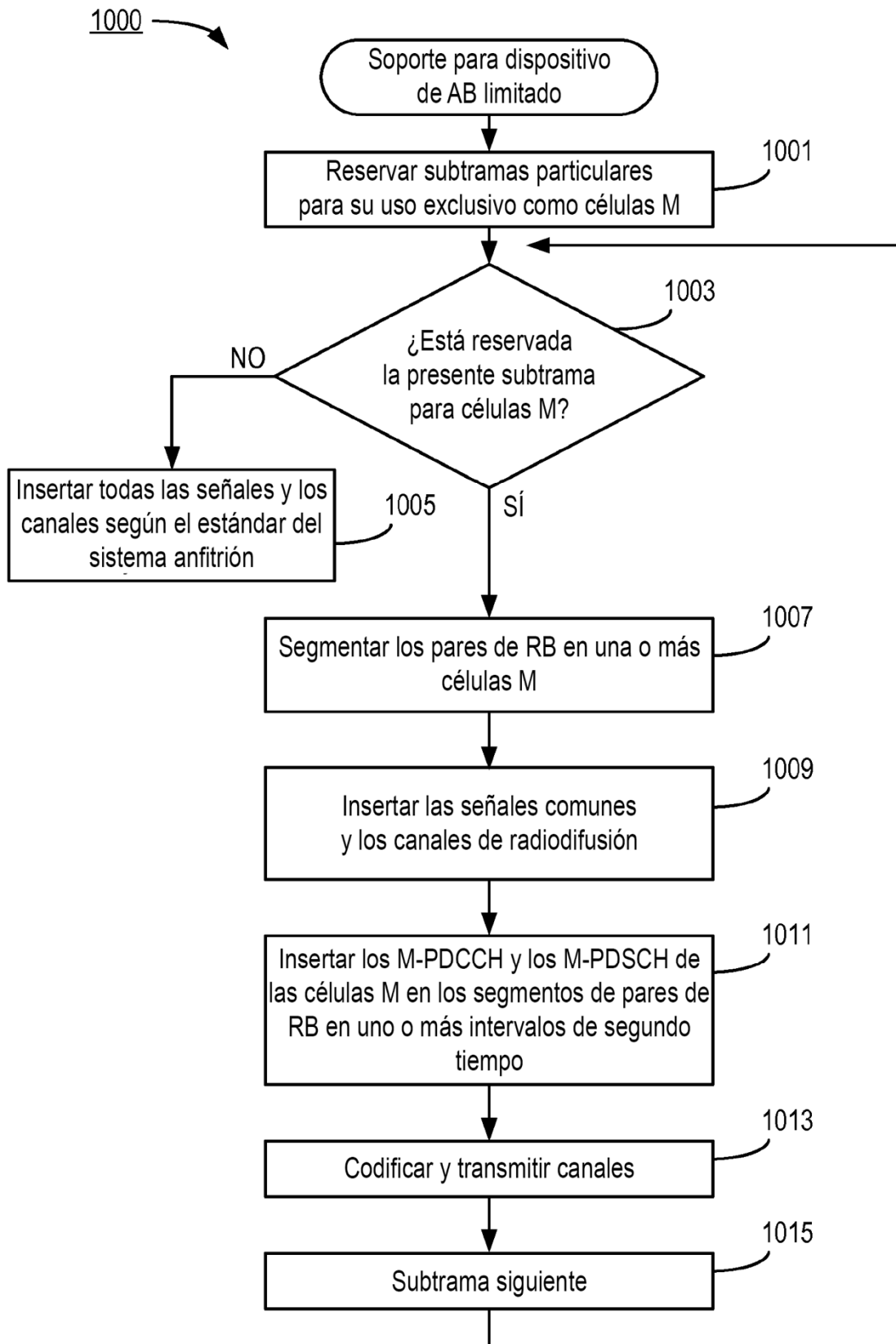


FIG. 10

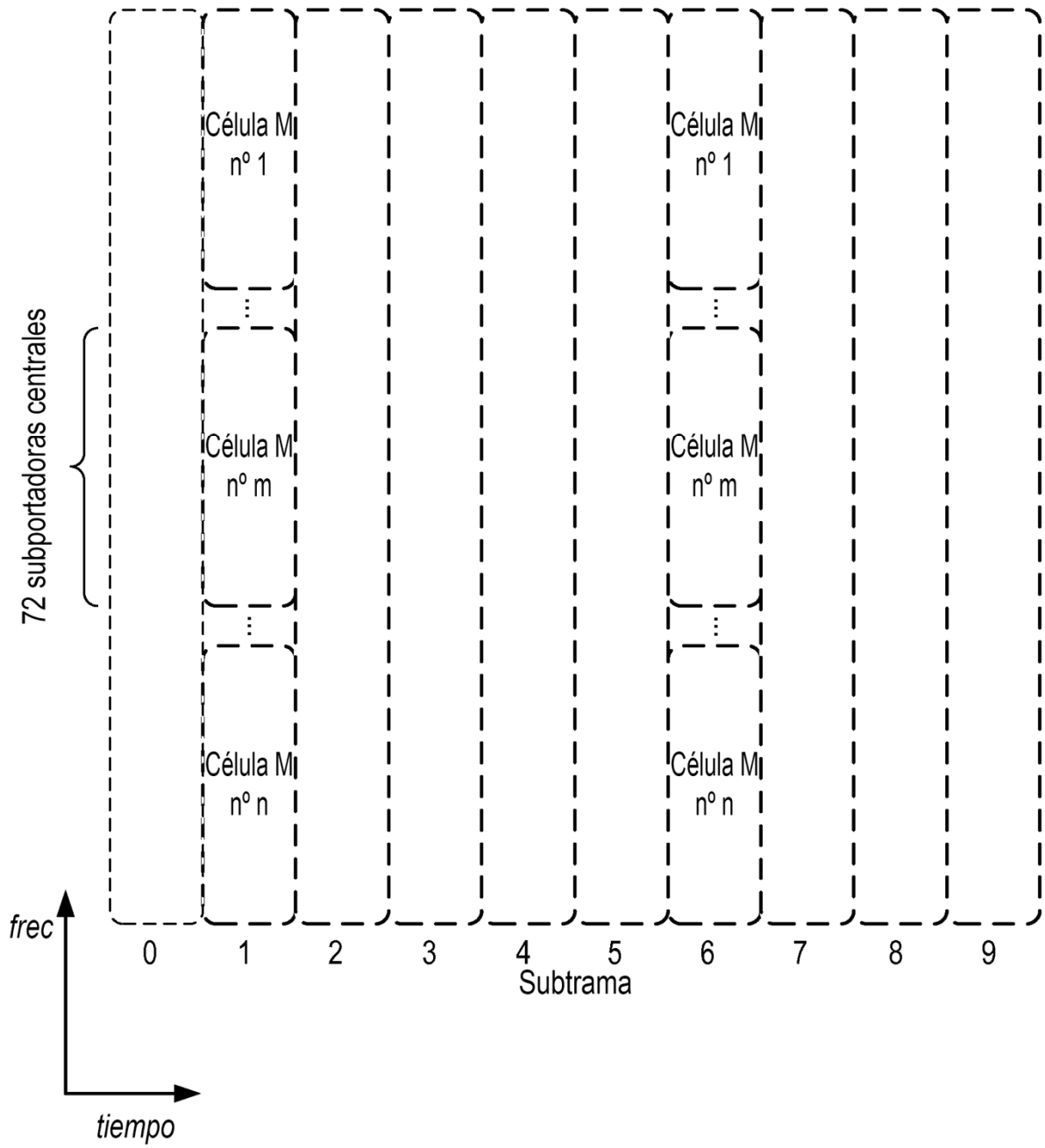
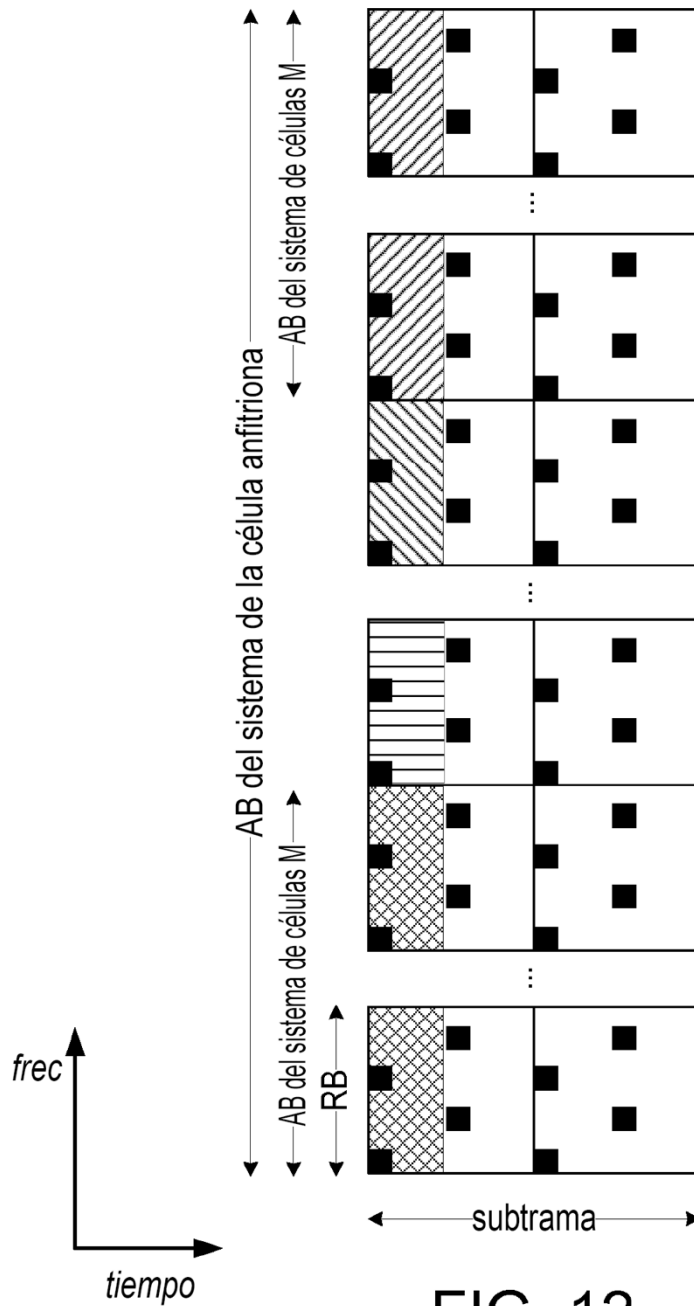
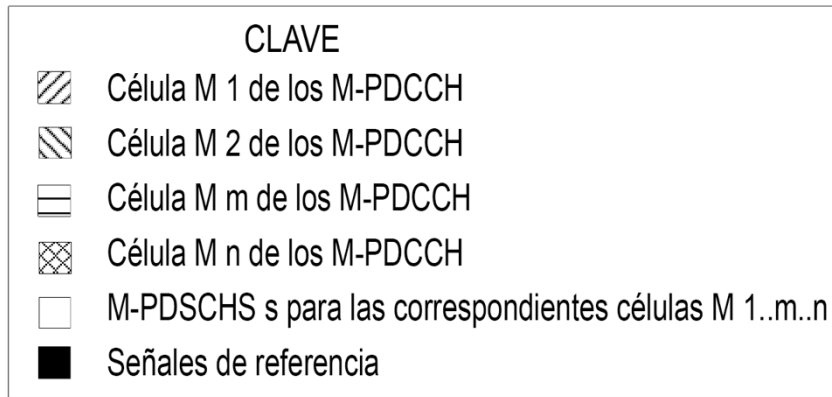


FIG. 11



**FIG. 12**

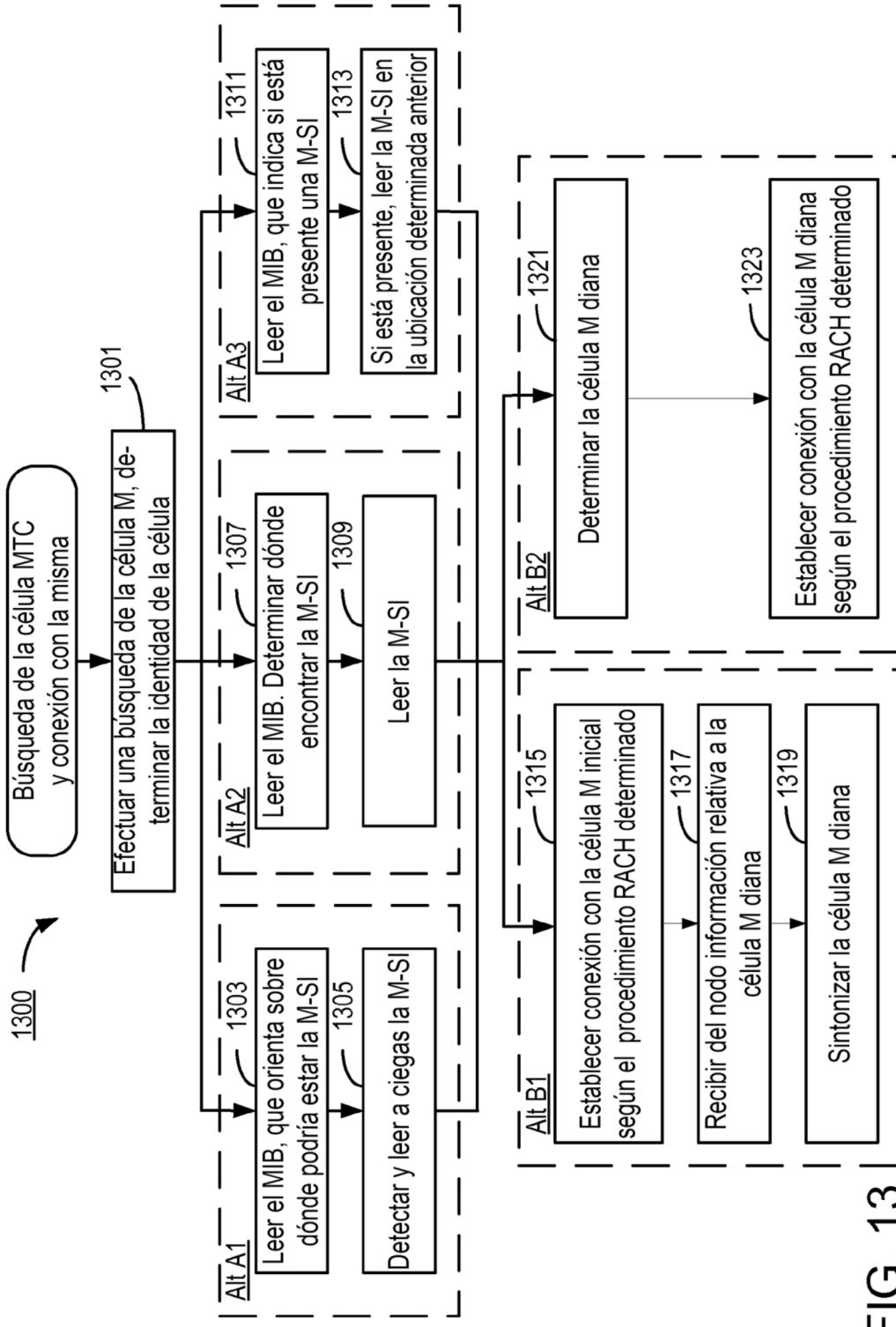


FIG. 13

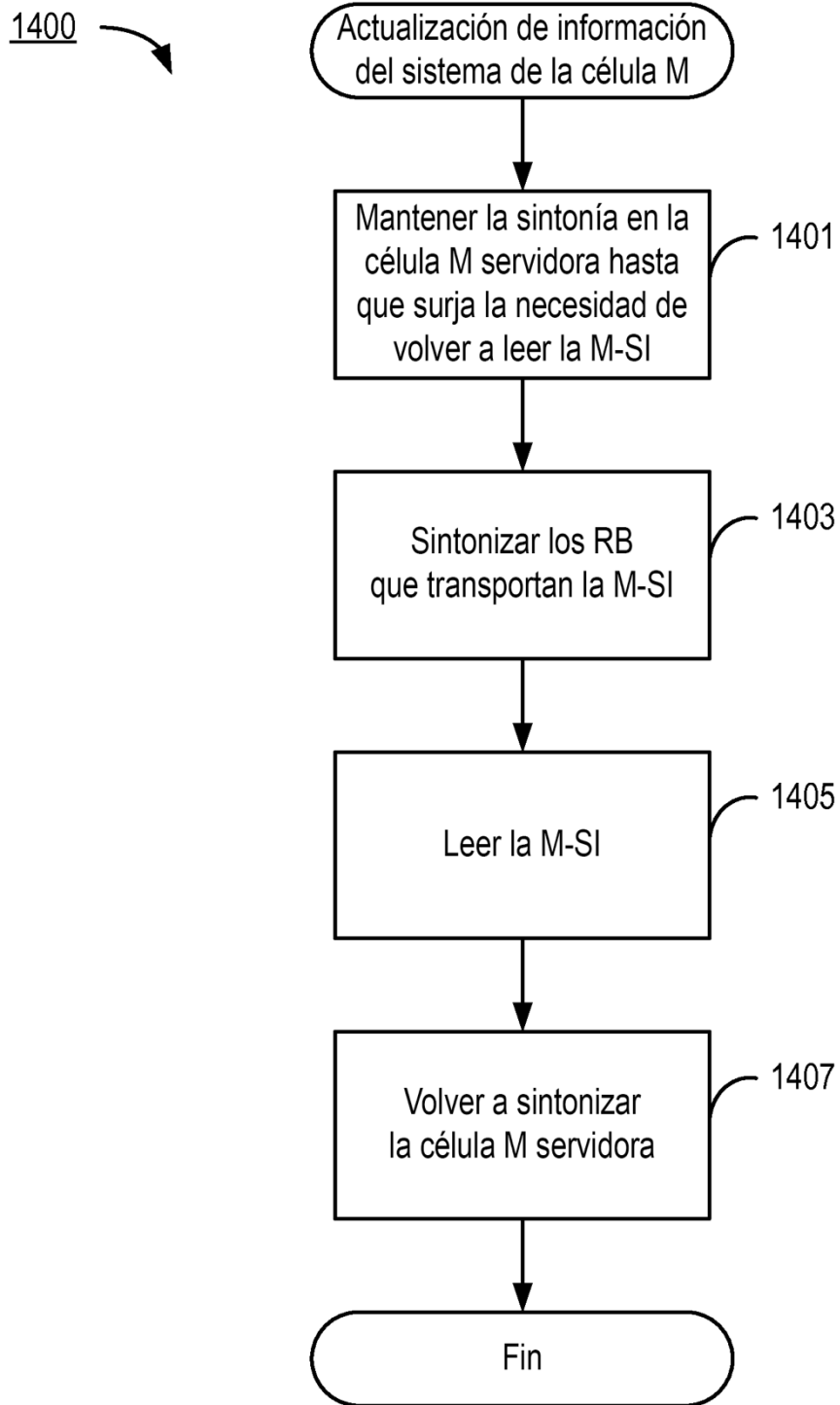


FIG. 14



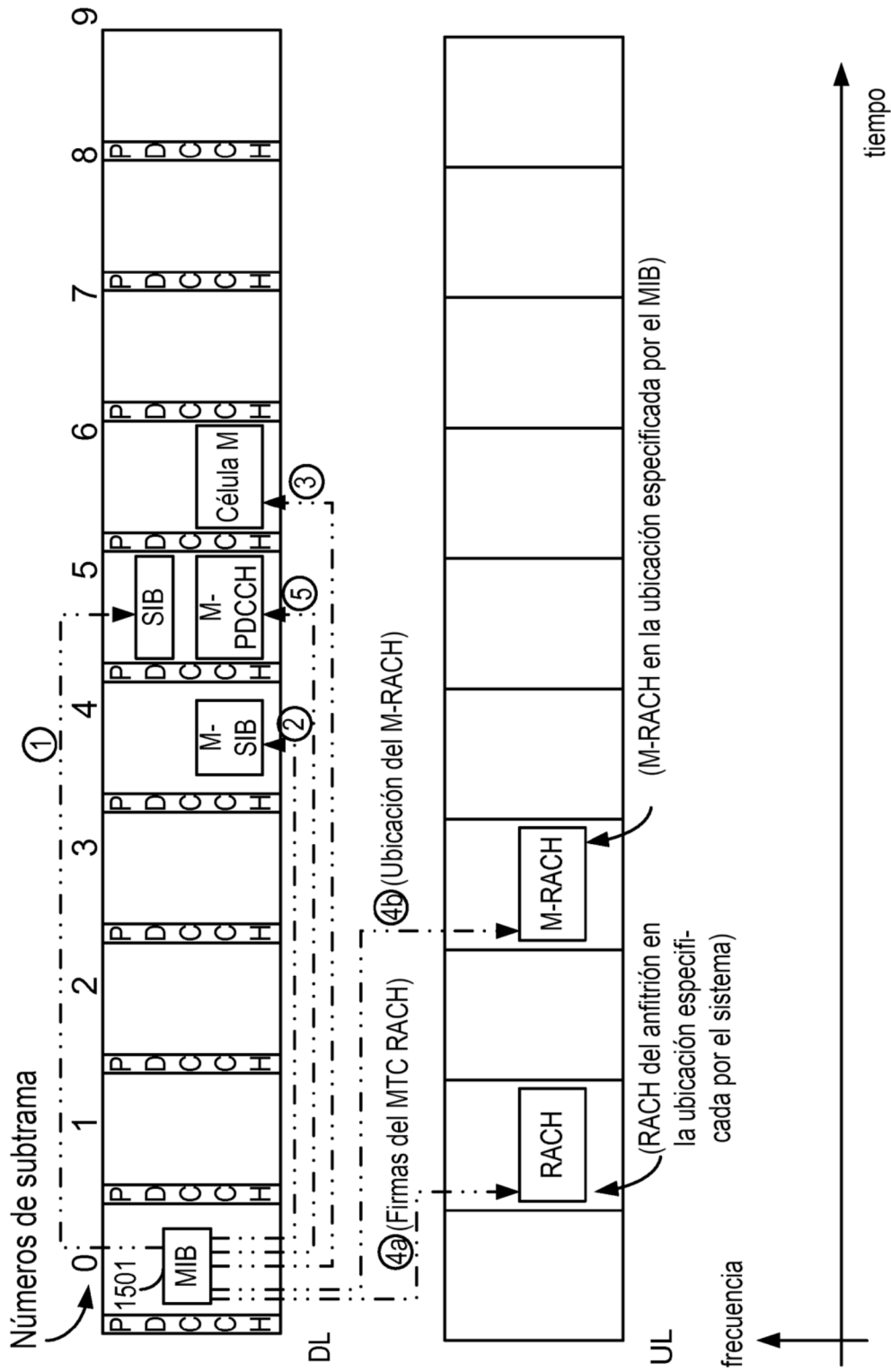


FIG. 15

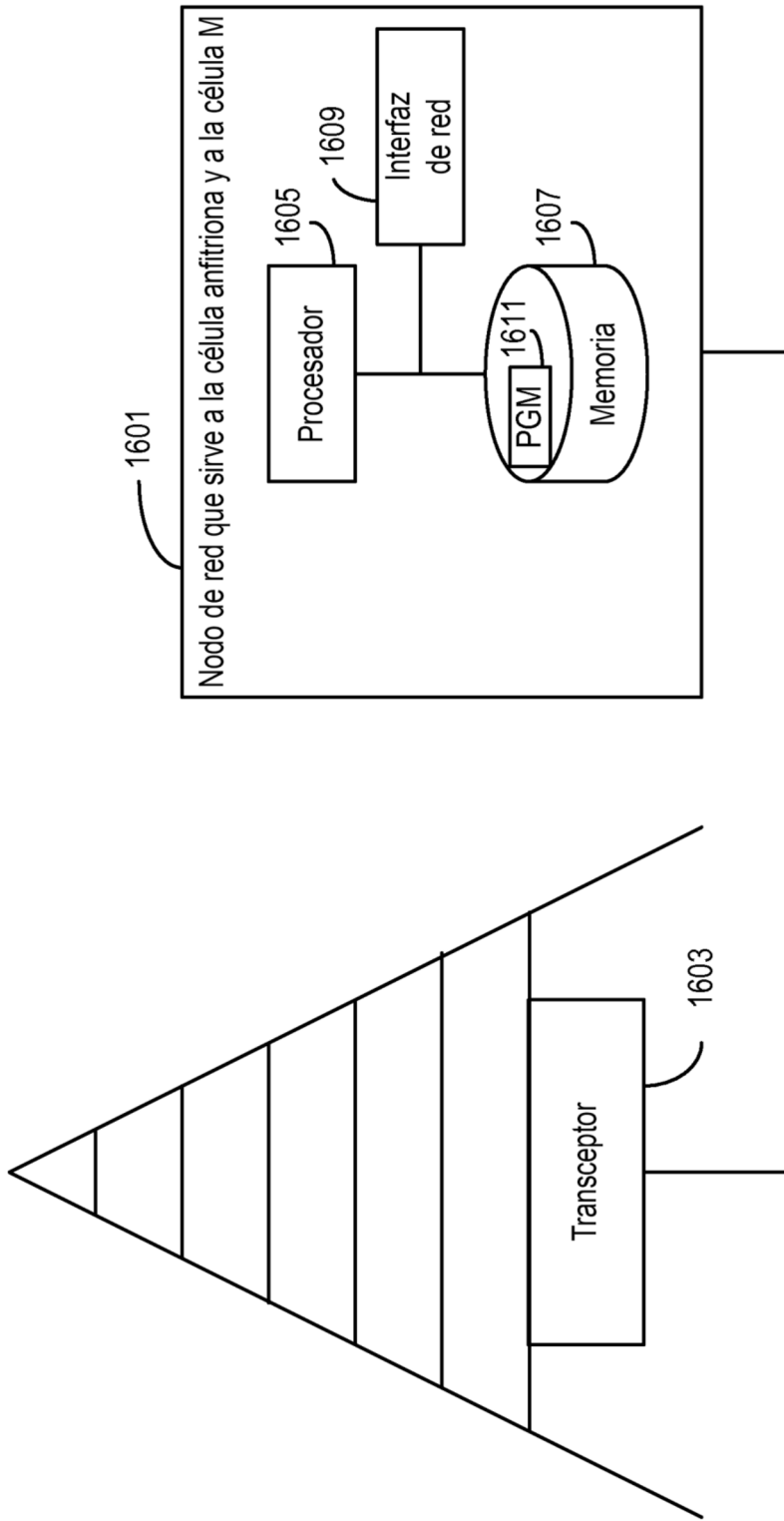


FIG. 16

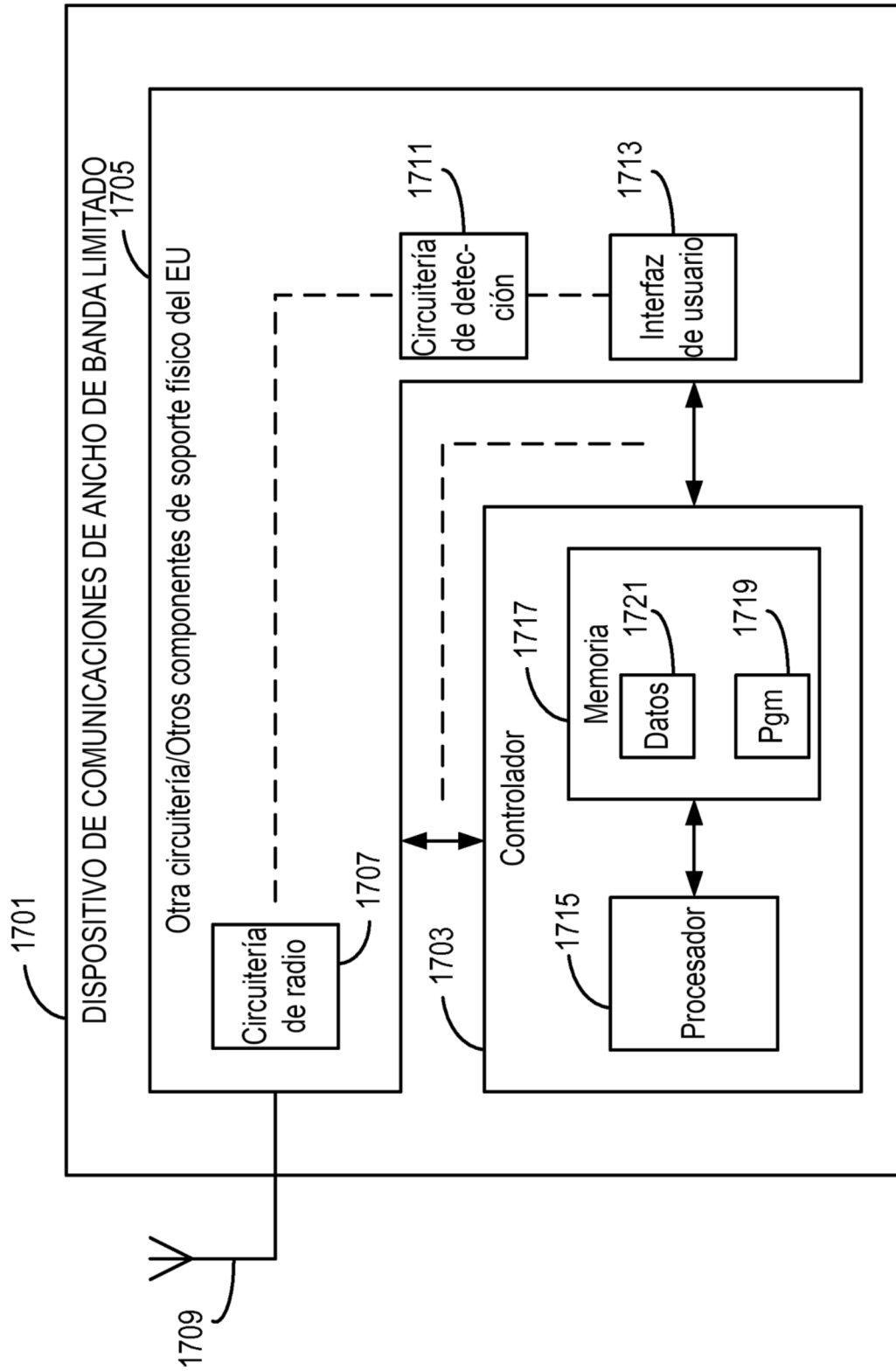


FIG. 17