

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 939**

51 Int. Cl.:

H04W 48/12 (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/EP2012/061982**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO13000818**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2012 E 12740077 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2724566**

54 Título: **Soporte de sistema de comunicación celular para dispositivos de comunicación de ancho de banda limitado**

30 Prioridad:

27.06.2011 US 201161501547 P
16.02.2012 US 201213398787

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

12.04.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 708 939 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 de sistema de comunicación celular para dispositivos de comunicación de ancho de banda limitado

5 **Antecedentes**

La presente invención se refiere a sistemas de comunicación celular, y más particularmente a soporte tanto para dispositivos de ancho de banda completo como de ancho de banda limitado en un sistema de comunicación celular.

10 Los sistemas de comunicación celular comprenden típicamente una red terrestre que proporciona cobertura inalámbrica a terminales móviles que pueden continuar para recibir servicio mientras se mueven dentro del área de cobertura de la red. El término "celular" deriva del hecho de que el área de cobertura entera se divide en las llamadas "células", cada una de las cuales es servida típicamente por una estación transceptora de radio particular (o equivalente) asociada con la red terrestre. Tales estaciones transceptoras a menudo son denominadas como "estaciones base". A medida que el dispositivo móvil se mueve desde una célula a otra, la red traspasa responsabilidad para servir al dispositivo móvil desde la célula que está sirviendo en el presente a la "nueva" célula. De esta forma, el usuario del dispositivo móvil experimenta continuidad de servicio sin tener que reestablecer una conexión con la red. La figura 1 ilustra un sistema de comunicación celular que proporciona un área 101 de cobertura del sistema por medio de una pluralidad de células 103.

20 El espectro de radiofrecuencia que se utiliza para proporcionar servicios de comunicación móviles es un recurso limitado que debe ser compartido de alguna forma entre todos los usuarios de un sistema. Por lo tanto, se ha desarrollado un número de estrategias para evitar que un uso del dispositivo móvil (tanto transmisión como recepción) del espectro de radio interfiera con el de otro, así como para evitar que las comunicaciones de una célula interfieran con las de otra. Algunas estrategias, como el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) incluyen asignar ciertas frecuencias a un usuario con la exclusión de otras. Otras estrategias, como el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) incluyen permitir que múltiples usuarios compartan una o más frecuencias, garantizando a cada usuario el uso exclusivo de las frecuencias solo en ciertos momentos que son únicos para ese usuario. Las estrategias de FDMA y TDMA no son mutuamente exclusivas entre sí, y muchos sistemas emplean ambas estrategias juntas, siendo un ejemplo el sistema global para comunicación móvil (GSM).

35 A medida que los diseñadores hacen un esfuerzo por desarrollar sistemas con cada vez más capacidades (por ejemplo, velocidades de comunicación más rápidas, resistencia a la interferencia, capacidad mayor del sistema, etc.), se incorporan diferentes características técnicas, incluidos diferentes medios para compartir recursos de radiofrecuencia. Por tomar uno de un número posible de ejemplos, tecnología de evolución a largo plazo (LTE) de red de acceso radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN), como se define en 3GPP TR 36.201, "acceso radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA); capa física de evolución a largo plazo (LTE); descripción general" podrá funcionar sobre un amplio alcance de anchos de banda operativos y también frecuencias de portadora. Además, los sistemas E-UTRAN podrán funcionar dentro de un amplio rango de distancias, desde microcélulas (es decir, células servidas por estaciones base de baja potencia que cubren un área limitada, como un centro comercial u otro edificio accesible al público) hasta macrocélulas que tienen un alcance que se extiende hasta los 100 km. Para manejar las diferentes condiciones de radio que pueden ocurrir en las diferentes aplicaciones, se usa la tecnología de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) en el enlace descendente (es decir, el enlace de comunicaciones de la estación base al equipo de usuario, UE) porque es una tecnología de acceso por radio que puede adaptarse muy bien a diferentes condiciones de propagación. En OFDMA, el flujo de datos disponible se divide en varias subportadoras de banda estrecha que se transmiten en paralelo. Debido a que cada subportadora es de banda estrecha, solo experimenta desvanecimiento plano. Esto hace que sea muy fácil demodular cada subportadora en el receptor.

40 Sistemas celulares como acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) y LTE transmiten regularmente información dirigida a todos los dispositivos de comunicación dentro de la célula; esta información se conoce como "información de difusión". Tal información de difusión es necesaria para que el terminal móvil pueda determinar el permiso para acampar en una célula, así como los parámetros de configuración de la conexión. Tanto en LTE como en WCDMA, la información de difusión se divide en un bloque de información maestra (MIB) y un bloque de información del sistema (SIB). El MIB incluye la información más importante del sistema, como el tiempo de trama. El MIB también podría, como en WCDMA, dar un indicador de las instancias de tiempo para cuando se transmiten diferentes SIB en el canal físico de control común primario (P-CCPCH). Sin embargo, en LTE, las versiones de redundancia de SIB siempre se transmiten en un cierto orden, en el PDSCH en la subtrama 5. Tanto en WCDMA como en LTE, las frecuencias asignadas a las transmisiones de SIB se definen, en cierto sentido, por la estandarización, por lo que no hay ninguna provisión para que el MIB incluya dicha información. La información que identifica el tiempo y las frecuencias que se usarán para las transmisiones de SIB se puede comunicar en la información del canal de control que se difunde en un momento conocido. El SIB incluye más información específica de la célula, como la información necesaria para que el terminal móvil pueda realizar un acceso aleatorio, a través del canal de acceso aleatorio (RACH). Dicha información relacionada con el RACH podría incluir, por ejemplo, qué intervalos de tiempo de enlace ascendente usar para las transmisiones del RACH, así como los parámetros de potencia del RACH y las firmas del RACH que se usarán.

En sistemas como WCDMA y LTE, el MIB siempre se transmite en un momento determinado, y siempre ocupa una asignación de frecuencia definida por el estándar. Por consiguiente, cada terminal móvil está diseñado para saber cómo encontrar el MIB. Por ejemplo, en LTE, el MIB se transmite en los 6 bloques de recursos centrales (RB) en la subtrama 0, y consta de cuatro partes, cada una de las cuales puede recuperarse individualmente (siempre que la señal recibida tenga una relación señal/ruido suficientemente buena (SNR)). Las versiones de redundancia de SIB, como se mencionó anteriormente, siempre se transmiten en la subtrama 5, en un orden específico. Sin embargo, las frecuencias usadas podrían variar en todo el ancho de banda del sistema entre diferentes tramas. La posición usada para las versiones de redundancia de SIB se determina mediante la decodificación del canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), que señala qué RB del canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) se usan para la transmisión o transmisiones del SIB. El esquema de modulación y codificación (MCS) usado para los SIB también se señala en el PDCCH.

Se apreciará de lo anterior que, para establecer una conexión con una célula, un dispositivo de comunicación compatible con el estándar debe poder recibir y decodificar el PDCCH. El propio PDCCH ocupa todo el ancho de banda del sistema, que a su vez obliga a los terminales LTE actuales (y similares) a adaptar el ancho de banda de su receptor para que coincida con el ancho de banda del sistema para poder recibir el SIB, si se transmite tal información al UE o difundida a varios UE en la subtrama (período de 1 ms). Esto plantea impedimentos y problemas, como se describirá ahora.

La comunicación de tipo máquina (MTC) sobre LTE está ganando cada vez más atención, ya que los operadores planean reemplazar los sistemas de comunicación más antiguos, como GSM, por redes LTE. Los dispositivos MTC, como sensores conectados, alarmas, dispositivos de control remoto y similares, son comunes en las redes GSM donde coexisten con los UE más convencionales (por ejemplo, teléfonos móviles). Los dispositivos MTC generalmente se caracterizan por una tasa de bits modesta y una actividad de comunicación dispersa. Se espera que la cantidad de dispositivos MTC aumente dramáticamente durante los próximos años.

En las versiones 8/9 de LTE, el ancho de banda de célula soportado está dentro del rango de aproximadamente 1,4 a 20 MHz (6 y 100 bloques de recursos (RB) en terminología LTE). Como se mencionó anteriormente, el PDCCH de LTE se extiende sobre todo el ancho de banda de la célula, lo que significa que todos los UE tienen que soportar la recepción en todo el ancho de banda de la célula para recibir información de control y, por lo tanto, poder establecer una conexión con la célula.

La versión 8 de LTE ya soporta la multiplexación de dominio del tiempo durante una subtrama entre la señalización de unidifusión y multidifusión de las subtramas usadas para la difusión multimedia a través de la red de frecuencia única (MBSFN) para permitir la introducción de MBSFN en versiones posteriores sin afectar negativamente a los terminales heredados. Cualquier terminal (UE) diseñado de acuerdo con versiones anteriores de LTE (un "terminal heredado") no soporta la MBSFN pero reconoce que las subtramas señaladas como que son subtramas de MBSFN no contienen nada para que el terminal reciba, y por lo tanto, la recepción puede evitarse en esas subtramas. Una excepción es el primer símbolo OFDM en la subtrama que transporta señales de referencia específicas de célula (CRS), que puede ser usado por el terminal (por ejemplo, para la estimación de canal o para mediciones (por ejemplo, monitorización de enlace de radio - "RLM" o potencia recibida de señal de referencia - "RSRP"), particularmente cuando es adyacente a subtramas normales. Las subtramas de MBSFN ahora se están discutiendo para su uso no solo para operaciones de multidifusión, sino también en el contexto de la transmisión y mediciones mejoradas y un rendimiento mejorado en escenarios de implementación de redes heterogéneas junto con subtramas casi en blanco (ABS).

Los dispositivos MTC que utilizan un sistema celular para la comunicación se han vuelto cada vez más populares. Sin embargo, la idea de desarrollar un dispositivo MTC que sea capaz de comunicarse por medio de sistemas de comunicación como LTE presenta problemas, ya que cumplir con los requisitos existentes de LTE causaría que un dispositivo MTC sea más costoso y consuma más energía de la que normalmente se requiere para satisfacer sus propios requisitos de calidad de servicio. Como se mencionó anteriormente, un dispositivo MTC típicamente requiere solo una baja velocidad de datos para señalar una pequeña cantidad de datos. Un ejemplo de una categoría de dispositivo MTC es el equipo sensorial. Un requisito importante de tales dispositivos es que deben tener un coste bajo y un consumo de energía bajo. Ejemplos de parámetros del sistema celular que generalmente impulsan el coste y el consumo de energía son el ancho de banda del sistema y el tiempo de respuesta. El uso de LTE como se define de acuerdo con las versiones de estandarización actuales requiere que un dispositivo soporte un ancho de banda del sistema de hasta 20 MHz. Soportar un ancho de banda tan grande aumentaría el coste para los dispositivos MTC de LTE, y tal soporte esencialmente sería innecesario desde el punto de vista del dispositivo MTC porque solo se requiere un pequeño ancho de banda del sistema (por ejemplo, hasta algunos pocos MHz) para soportar la tasa de datos relativamente baja del dispositivo MTC.

Además, LTE tiene requisitos de tiempo de respuesta cortos, en términos de un corto período de tiempo para emitir una respuesta de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ), así como un corto intervalo de tiempo entre la señalización de control (que indica que la información de los datos está disponible) y la transmisión real de la información de los datos. (En los sistemas LTE, el PDCCH señala datos en el PDSCH que se incluyen en la misma

subtrama que el PDCCH). Satisfacer estos requisitos de tiempos impone altos requisitos sobre la velocidad de procesamiento (que acciona la potencia) y/o la necesidad de procesamiento paralelo (aumentando el área de chips de banda base y, por lo tanto, el coste). Los dispositivos MTC que soportan bajas tasas de datos y con bajos requisitos de potencia deberían usar tiempos de respuesta prolongados (por ejemplo, un tiempo más largo para decodificar la información de control y los datos) para reducir la velocidad de reloj requerida o los requisitos de procesamiento en paralelo.

Los puntos mencionados anteriormente muestran por qué es beneficioso restringir los dispositivos MTC para que funcionen en anchos de banda del sistema que sean inferiores a 20 MHz. Pero sería demasiado restrictivo exigir que todas las redes celulares se limiten a usar solo anchos de banda pequeños si son dispositivos MTC que soportan la potencia y el coste.

Actualmente, existe una incompatibilidad entre los dispositivos MTC que soportan solo un ancho de banda bajo y/o que tienen un rendimiento de decodificación insuficiente (por ejemplo, los requisitos de un retraso más largo entre el PDCCH y los posibles datos en el PDSCH) lo que impide que dichos dispositivos puedan conectarse a un sistema LTE como está definido actualmente por el estándar del proyecto asociación de tercera generación (3 GPP). Si bien tales dispositivos MTC podrían realizar una búsqueda de célula y recibir un bloque de información maestra (MIB) en un ancho de banda de solo 1,4 MHz, no sería posible acampar en una célula de LTE convencional porque podría recibir la información de difusión adicional (por ejemplo, un bloque de información del sistema ("SIB") que se requiere para que el dispositivo MTC pueda, por ejemplo, realizar un acceso aleatorio a través del canal de acceso aleatorio (RACH) que requiere que el dispositivo MTC sea capaz de soportar el ancho de banda de LTE completo y también que el dispositivo MTC pueda decodificar el PDCCH y el PDSCH sin ninguna restricción de retraso adicional en comparación con el estándar actual.

El documento US 2010/0260081 se considera la técnica anterior más cercana. Los preámbulos de las reivindicaciones independientes se basan en este documento. La divulgación se refiere a "segmentación de ancho de banda de acuerdo con un enfoque de portadora transportada en un bloque de información principal (MIB) que soporta una pluralidad de segmentos de frecuencia contiguos con un segmento de frecuencia visto por terminales heredados y todo el ancho de banda visto por terminales avanzados. La divulgación busca mejorar el funcionamiento avanzado de evolución a largo plazo (LTE) del proyecto asociación de tercera generación (3GPP). Al introducir el funcionamiento multisegmento usando una portadora, se proporciona el soporte para asignar recursos a dispositivos avanzados que pueden utilizar una banda más grande (por ejemplo, 20-100 MHz) y a dispositivos LTE heredados que utilizan un ancho de banda de hasta 20 MHz.

El documento US 2010/0331030 se refiere al control y señalización de datos en redes de comunicación inalámbrica heterogéneas, y más específicamente a la gestión de interferencia donde la transmisión de enlace ascendente (UL) desde un dispositivo inalámbrico (UE) conectado a un macroeNB (MeNB) que está cerca de un HeNB interfiere con el UL de un UE conectado al HeNB. La divulgación describe un método en un dispositivo de comunicación inalámbrica que incluye recibir señalización de control desde una estación base en una región de control de una portadora de enlace descendente que abarca un primer ancho de banda, y recibir un mensaje de señalización desde la estación base que indica un segundo ancho de banda. El primer y mensaje de control se reciben dentro de la región de control que usa tamaños de formato de información de control de enlace descendente (DCI) respectivos primero y segundo basándose en el segundo ancho de banda, en el que el segundo ancho de banda es distinto del primer ancho de banda. El primer y el segundo mensaje de control indican asignaciones de recursos de enlace descendente para la portadora de enlace descendente. La divulgación también menciona utilizar campos reservados en un MIB (bloque de información maestra). Esto permite liberar más tarde dispositivos inalámbricos (por ejemplo, los UE de la versión 9) para configurar su receptor para recepción de banda ancha.

El documento IPWIRELESS INC: "Propuesta para un tema de estudio en soporte de dispositivos LTE de baja complejidad para MTC", borrador 3GPP; R2-112974 3GPP TSG RAN WG2 encuentro nº74, 9-13 de mayo de 2011, puede ser referido cuando surge el tema de soporte MTC en el contexto de LTE. Divulga conocimiento general común en el área de comunicaciones LTE.

El documento EP 2671343 A1 fue publicado el 9 de agosto de 2012 (WO 2012/104635 A1) después de la fecha de presentación aplicable de la presente solicitud. El documento se refiere a insertar una portadora virtual en una portadora huésped OFDM convencional en un sistema de comunicaciones. El sistema de telecomunicaciones móviles comprende terminales móviles de un primer tipo y terminales móviles de un segundo tipo, terminales de portadora virtuales. Los terminales móviles están dispuestos para transmitir datos de enlace ascendente a una red a través de una interfaz de radio que usa una pluralidad de subportadoras y los terminales móviles del primer tipo están dispuestos para transmitir datos de enlace ascendente en un primer grupo de subportadoras de la pluralidad de subportadoras a través de un primer ancho de banda y los terminales móviles del segundo tipo están dispuestos para transmitir datos de enlace ascendente en un segundo grupo de subportadoras a través de un segundo ancho de banda. El segundo ancho de banda es más pequeño que el primer ancho de banda. Una vez que un terminal de portadora virtual ha ubicado una portadora virtual, puede acceder a información dentro de la portadora virtual. El terminal de portadora virtual puede entonces decodificar porciones de control dentro de la portadora virtual, que puede, por ejemplo, indicar qué elementos de recurso dentro de la portadora virtual han sido asignados para un

terminal de portadora virtual específico o para información del sistema. El terminal de portadora virtual puede después decodificar los elementos de recurso asignados y, por lo tanto, recibir datos transmitidos por la estación base.

5 Por lo tanto, es deseable tener métodos y aparatos que permitan a un dispositivo MTC conservar sus características de rendimiento relativamente bajo (por ejemplo, en términos de tamaño de ancho de banda soportado y/o potencia de procesamiento) y aun así ser capaz de conectarse al sistema de comunicaciones celulares de hoy en día. Un sistema, como por ejemplo, pero no limitado a un sistema LTE, que normalmente impone mayores requisitos de rendimiento en la conexión de dispositivos.

10 **Sumario**

La invención se refiere a un método de hacer funcionar un nodo de red y un aparato correspondiente como el proporcionado en las reivindicaciones adjuntas, realizaciones preferidas o características que se registran en las reivindicaciones independientes.

Se debe enfatizar que los términos "comprende" y "que comprende", cuando se usan en esta especificación, se toman para especificar la presencia de características, enteros, pasos o componentes declarados; pero el uso de estos términos no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, enteros, pasos, componentes o grupos de los mismos.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, los objetos anteriores y otros se logran, por ejemplo, en métodos y aparatos para hacer funcionar un nodo de red que sirve a una célula huésped en un sistema de comunicación celular. Dicha información incluye, en uno o más primeros intervalos de tiempo, transmitir la primera información del canal de control en un canal de control que se extiende sobre un primer ancho de banda de un recurso de radiofrecuencia, en la que el primer canal de control comunica la información que es necesaria para permitir que un primer tipo de dispositivo de comunicación establezca una conexión con la célula huésped. El primer tipo de dispositivo de comunicación es capaz de recibir una señal que tiene el primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia. En uno o más segundos intervalos de tiempo, se transmite un bloque de información maestra que ocupa una parte del primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia, en el que la parte del primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia tiene un segundo ancho de banda que es más pequeño que el primer ancho de banda y se puede recibir por un segundo tipo de dispositivo de comunicación que tiene capacidades de ancho de banda de recepción reducidas en comparación con las del primer tipo de dispositivo de comunicación. El bloque de información maestra comprende una primera parte y una segunda parte, en el que la primera parte comprende la información de la primera parte que es necesaria para permitir que el primer tipo de dispositivo de comunicación establezca la conexión con la célula huésped. La segunda parte comprende información de la segunda parte que identifica las ubicaciones de tiempo y/o de frecuencia en las que se transmitirá la información de difusión extendida, en la que la información de difusión extendida permite, directa o indirectamente, al segundo tipo de dispositivo de comunicación establecer una conexión con la célula huésped.

La información de difusión extendida es transmitida en bloques de recurso, conteniendo los bloques de recursos información que el segundo tipo de dispositivo de comunicación necesita recibir y decodificar para que la información adicional establezca dicha conexión; y la información de la segunda parte incluye un esquema de modulación y codificación de esos bloques de recursos.

En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, la información de difusión extendida proporciona parámetros que permiten que el segundo tipo de dispositivo de comunicación realice un procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped. Los parámetros pueden, por ejemplo, en algunas realizaciones, incluir una secuencia de canal de acceso aleatorio para ser usada durante el procedimiento de acceso aleatorio. Como otro ejemplo, los parámetros pueden incluir información que identifique una o más posiciones de tiempo y frecuencia en las que el segundo tipo de dispositivo de comunicación puede realizar el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped.

En un aspecto de algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, la información de difusión extendida es un canal de control adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo de comunicación. En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, el canal de control adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo de comunicación incluye información que permite al segundo tipo de dispositivo de comunicación recibir un M-SIB que está adaptado para ser recibido por el segundo tipo del dispositivo de comunicación.

En un aspecto de algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, la información de la segunda parte proporciona parámetros que permiten que el segundo tipo de dispositivo de comunicación realice un procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped. En algunas de estas realizaciones, pero no necesariamente en todas, los parámetros incluyen una secuencia de canal de acceso aleatorio que se usará durante el procedimiento de acceso aleatorio. Como otro ejemplo en algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, los parámetros incluyen información que identifica una o más posiciones de tiempo y frecuencia en las que el segundo tipo de dispositivo de comunicación puede realizar el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped.

En un aspecto de algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, la información de la segunda parte incluye un conjunto de posibles recursos de tiempo y frecuencia y esquemas de modulación y codificación para que el segundo tipo de dispositivo de comunicación se use en un procedimiento de decodificación ciega que detecta si la información de difusión extendida se ha transmitido. En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, el sistema de comunicación celular funciona de acuerdo con un estándar de evolución a largo plazo (LTE), y la información de difusión extendida es cualquiera de un bloque de información del sistema (SIB), un M-SIB, y un canal de control de enlace descendente físico especial (M-PDCCH) adaptado para su uso por el segundo tipo de dispositivo de comunicación.

En un aspecto de algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, la segunda parte del bloque de información maestra incluye un campo codificado para indicar cómo el segundo tipo de dispositivo de comunicación puede obtener información que es específica del segundo tipo de dispositivo de comunicación. En algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas, el campo codificado para indicar cómo el segundo tipo de dispositivo de comunicación puede obtener información que es específica del segundo tipo de dispositivo de comunicación indica en cuál de ellos, entre un conjunto de tiempo predefinido y las posiciones de frecuencia, se ubica la información que es específica del segundo tipo de dispositivo de comunicación.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un sistema de comunicación celular que proporciona un área de cobertura del sistema por medio de una pluralidad de células.

La figura 2 ilustra un nodo 201 de red que funciona de acuerdo con algunos aspectos de la invención para proporcionar una célula 203 que es tanto una célula huésped como una célula MTC.

La figura 3 ilustra una cuadrícula de tiempo-frecuencia de un recurso físico de enlace descendente LTE de ejemplo ("elemento de recurso") que corresponde a una subportadora OFDM durante un intervalo de símbolo OFDM.

La figura 4 es una cuadrícula de tiempo-frecuencia que ilustra cómo las subportadoras de enlace descendente en el dominio de la frecuencia se agrupan en bloques de recursos.

La figura 5a ilustra la llamada longitud de prefijo cíclico "normal", que permite la comunicación de siete símbolos OFDM por intervalo.

La figura 5b ilustra un prefijo cíclico extendido que, debido a su tamaño más largo, permite que solo se comuniquen seis símbolos OFDM por intervalo.

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

La figura 7 es una representación de la estructura de la interfaz de radio (cuadrícula de tiempo-frecuencia) de un sistema LTE heredado.

La figura 8 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos realizados por un nodo de sistema de comunicación de acuerdo con realizaciones de ejemplo de la invención.

La figura 9 es un diagrama de tiempo/frecuencia de un MIB y su relación con otros elementos MTC dentro de los recursos espectrales de la célula huésped.

La figura 10 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos realizados por un dispositivo de ancho de banda limitado (por ejemplo, un dispositivo MTC) de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la invención, pero no necesariamente con todas.

La figura 11 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos realizados por un dispositivo de ancho de banda limitado para utilizar un MIB extendido para conectarse a una M-célula de acuerdo con realizaciones alternativas de ejemplo de la invención.

La figura 12 es un diagrama de bloques de elementos del sistema para llevar a cabo los diversos aspectos de la invención.

La figura 13 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación de ancho de banda limitado.

Descripción detallada

Las diversas características de la invención se describirán ahora con referencia a las figuras, en las que las partes similares se identifican con los mismos caracteres de referencia.

Los diversos aspectos de la invención se describirán ahora con mayor detalle en relación con una serie de realizaciones de ejemplo. Para facilitar la comprensión de la invención, muchos aspectos de la invención se describen en términos de secuencias de acciones que deben realizar los elementos de un sistema informático u otro hardware capaz de ejecutar instrucciones programadas. Se reconocerá que en cada una de las realizaciones, las diversas acciones podrían ser realizadas por circuitos especializados (por ejemplo, pasarelas lógicas analógicas y/o discretas interconectadas para realizar una función especializada), por uno o más procesadores programados con un conjunto adecuado de instrucciones, o por una combinación de ambos. El término "circuitaría configurada para" realizar una o más acciones descritas se usa en el presente documento para referirse a cualquiera de dichas realizaciones (es decir, uno o más circuitos especializados y/o uno o más procesadores programados). Además, se puede considerar adicionalmente que la invención está totalmente incorporada en cualquier forma de portadora legible por ordenador, como la memoria de estado sólido, el disco magnético o el disco óptico que contiene un conjunto apropiado de instrucciones de ordenador que harían que un procesador lleve a cabo las técnicas descritas en el presente documento. Por lo tanto, los diversos aspectos de la invención pueden realizarse de muchas formas diferentes, y se contempla que todas estas formas están dentro del alcance de la invención. Para cada uno de los diversos aspectos de la invención, cualquier forma de realización tal como se describe anteriormente puede denominarse en el presente documento como "lógica configurada para" realizar una acción descrita, o alternativamente como "lógica que" realiza una acción descrita.

En un aspecto de las realizaciones compatibles con la invención, un nodo de red que sirve a una célula en un sistema de comunicación celular soporta un dispositivo de comunicación convencional compatible con los estándares (por ejemplo, un primer tipo de dispositivo de comunicación capaz de recibir una señal que tiene un ancho de banda completo del sistema de comunicación celular ("primer ancho de banda")). Esta célula se denomina en el presente documento como "célula huésped". El nodo de red también soporta un segundo tipo de dispositivo de comunicación (por ejemplo, un dispositivo MTC) que es capaz de recibir una señal no mayor que un segundo ancho de banda, en el que el segundo ancho de banda es más pequeño que el primer ancho de banda. Simplemente por conveniencia, a lo largo de este documento se hará referencia a "dispositivo/s MTC". Sin embargo, la comunicación de tipo máquina no es un aspecto esencial de la invención. Más bien, los diversos aspectos de las realizaciones consistentes con la invención son aplicables a cualquier segundo tipo de dispositivo de comunicación que sea capaz de recibir una señal que no sea mayor que el segundo ancho de banda, incluso si ese segundo tipo de dispositivo de comunicación implica interacción humana. Por consiguiente, todas las referencias a uno o más "dispositivos MTC" deben interpretarse de manera general para incluir todas las formas de segundo tipo de dispositivos de comunicación, incluidos pero no limitados a ellos, dispositivos de comunicación de tipo de máquina real, así como otros dispositivos.

Por ejemplo, tomando un sistema LTE como un ejemplo no limitativo (los diversos aspectos de la invención también son aplicables a otros sistemas), el nodo de red puede asignar algunos de sus recursos, incluyendo canales de control y datos orientados a MTC especiales, para no ocupar más que el segundo ancho de banda (por ejemplo, 6 RB). De esta manera, se define un nuevo conjunto de entidades, como los canales físicos y la información del sistema, dirigidos a la comunicación con dispositivos MTC. Las nuevas entidades como se describen en este documento, en muchos casos, corresponden a entidades en sistemas LTE heredados. Debido a que la invención no está limitada para su uso solo por comunicación de tipo máquina, las nuevas entidades se denominarán a lo largo de esta descripción agregando el prefijo "M-" al término más tradicional. La "M-" se puede considerar en términos generales para referirse a "MTC", "modificado", "mini", o cualquier otro tipo de célula o aspecto que se considere que está destinado para su uso por los dispositivos MTC (ya que ese término es ampliamente interpretado) y que son auxiliares o, en algunas circunstancias, subordinadas a las entidades de la célula huésped. Por consiguiente, la colección de aspectos/entidades de una célula huésped que soporta dispositivos MTC se denominan en este documento "célula M", y cualquier referencia a "célula M" puede referirse a cualquiera, o cualquier combinación, o todos esos aspectos/entidades, dependiendo del contexto de discusión. Los recursos restantes (por ejemplo, los recursos de radiofrecuencia) en el sistema LTE se pueden usar para soportar los dispositivos de comunicación heredados con todas las capacidades (es decir, el "primer tipo de dispositivos de comunicación"). Por lo tanto, las áreas de servicio de la "célula huésped" y la "célula M" pueden ser geográficamente coincidentes.

Nuevamente tomando los sistemas LTE como un ejemplo no limitativo, en algunas realizaciones, las células M pueden crearse reservando pares de RB que son adyacentes en frecuencia en una subtrama ordinaria (heredada), y transmitiendo un M-PDCCH en una posición de símbolo OFDM que es diferente de la posición del símbolo ocupada por el PDCCH de la célula huésped. Como alternativa, se pueden reservar subtramas particulares en las que los M-PDCCH se transmiten en una posición de símbolo OFDM que, de lo contrario, estarían ocupadas por el PDCCH de la célula huésped.

El M-PDCCH puede llevar el mismo tipo de información que el PDCCH heredado (célula huésped), incluida la asignación de bloque de recursos, el formato de transporte y la información HARQ necesaria para demodular el canal de datos de enlace descendente, así como la información de control relacionada con el enlace ascendente, como las concesiones de planificación y los comandos de control de potencia. Sin embargo, el M-PDCCH también puede contener menos o más información y estar codificado de manera diferente al PDCCH.

La movilidad todavía puede basarse en los 6 RB centrales (o un ancho de banda pequeño comparable en un sistema de comunicación equivalente) de la célula huésped para evitar la repetición de la señalización. Además, la información del sistema, que en cierto sentido se puede considerar que se transmite en un canal M-SI, se puede transmitir de manera coordinada, evitando de nuevo la repetición de la señalización.

5 La figura 2 ilustra un nodo 201 de red que funciona de acuerdo con algunos aspectos de la invención para proporcionar una célula 203 que es tanto una célula huésped como una célula M. Para soportar un UE 205 (heredado) compatible con estándares, el nodo 201 asigna algunos de sus recursos de radiofrecuencia para su uso como, por ejemplo, un PDCCH y un PDSCH como se conocen de acuerdo con el estándar del sistema de comunicación. Para permitir que un dispositivo 207 de comunicación de ancho de banda reducido (por ejemplo, un dispositivo MTC) también se conecte y utilice el sistema de comunicación, el nodo 201 también asigna otras partes de sus recursos de radiofrecuencia para su uso como, por ejemplo, un M-PDCCH y M-PDSCH. Como se mencionó anteriormente, estos canales se corresponden sustancialmente con sus contrapartes del sistema heredado (aunque pueden diferir en algunos aspectos, como también se mencionó anteriormente), pero tienen el tamaño y la duración para permitir que el dispositivo de comunicación de ancho de banda reducido se conecte y utilice el sistema de comunicación.

Estos y otros aspectos se describirán 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 solo a modo de ejemplo, y no pretende sugerir que las diversas realizaciones compatibles con la invención solo se puedan utilizar en un sistema LTE. Por el contrario, las diversas realizaciones compatibles con la invención se pueden utilizar en cualquier sistema de comunicación comparable que presente el mismo problema que un sistema LTE convencional (por ejemplo, imponer requisitos de ancho de banda y/o potencia de procesamiento que van más allá de lo que cualquier dispositivo MTC práctico es capaz de satisfacer) y proporciona la capacidad de asignar recursos de una manera que es comparable a un sistema LTE convencional.

La transmisión de enlace descendente de la capa física de LTE se basa en OFDM. El recurso físico de enlace descendente de LTE básico se puede ver así como una cuadrícula de tiempo-frecuencia como se ilustra en la figura 3, en el que cada llamado "elemento de recurso" corresponde a una subportadora OFDM durante un intervalo de símbolo OFDM.

Como se ilustra en la figura 4, las subportadoras de enlace descendente en el dominio de la frecuencia se agrupan en bloques de recursos (RB), donde cada bloque de recursos consta de doce subportadoras para una duración de un intervalo de 0,5 ms (7 símbolos OFDM cuando se usan prefijos cíclicos normales (como se ilustra) o 6 símbolos OFDM cuando se usan prefijos cíclicos extendidos), correspondientes a un ancho de banda de bloque de recursos nominal de 180 kHz.

El número total de subportadoras de enlace descendente, incluida una subportadora DC, es igual a $N_C = 12 \cdot N_{RB} + 1$ donde N_{RB} es el número máximo de bloques de recursos que pueden formarse a partir de las 12 subportadoras utilizables. La especificación de la capa física de LTE en realidad permite que una portadora de enlace descendente consista en cualquier número de bloques de recursos, que van desde $N_{RB-min} = 6$ y más, lo que corresponde a un ancho de banda de transmisión nominal que va de 1,4 MHz a 20 MHz. Esto permite un alto grado de flexibilidad de ancho de banda/espectro de LTE, al menos desde un punto de vista de especificación de capa física.

45 Las figuras 5a y 5b ilustran la estructura de dominio del tiempo para la transmisión de enlace descendente LTE. Cada subtrama 500 de 1 ms consta de dos intervalos de longitud $T_{intervalo} = 0,5$ ms (= $15360 \cdot T_S$, en el que cada intervalo comprende 15360 unidades de tiempo, T_S). Cada intervalo consta de una serie de símbolos OFDM.

Un espaciado de subportadora $\Delta f = 15$ kHz corresponde a un tiempo de símbolo útil $T_u = 1/\Delta f \approx 66,7$ μ s ($2048 \cdot T_S$). El tiempo total del símbolo OFDM es entonces la suma del tiempo útil del símbolo y la longitud del prefijo cíclico T_{CP} . Se definen dos longitudes de prefijo cíclico. La figura 5a ilustra una longitud de prefijo cíclico normal, que permite la comunicación de siete símbolos OFDM por intervalo. La longitud de un prefijo cíclico normal, T_{CP} , es $160 \cdot T_S \approx 5,1$ μ s para el primer símbolo OFDM del intervalo, y $144 \cdot T_S \approx 4,7$ μ s para los símbolos OFDM restantes.

55 La figura 5b ilustra un prefijo cíclico extendido que, debido a su tamaño más largo, permite que solo se comuniquen seis símbolos OFDM por intervalo. La longitud de un prefijo cíclico prolongado, T_{CP-e} , es $512 \cdot T_S \approx 16,7$ μ s.

Se observará que, en el caso del prefijo cíclico normal, la longitud del prefijo cíclico para el primer símbolo OFDM de un intervalo es algo mayor que la de los símbolos OFDM restantes. La razón de esto es simplemente para completar todo el intervalo de 0,5 ms, ya que el número de unidades de tiempo por intervalo, T_S , (15360) no es divisible de manera uniforme entre siete.

65 Cuando se toma en cuenta la estructura de dominio del tiempo del enlace descendente de un bloque de recursos (es decir, el uso de 12 subportadoras durante un intervalo de 0,5 ms), se verá que cada bloque de recursos consta de $12 \cdot 7 = 84$ elementos de recursos para el caso del prefijo cíclico normal (ilustrado en la figura 4), y $12 \cdot 6 = 72$ elementos de recurso para el caso del prefijo cíclico extendido (no mostrado).

- Otro aspecto importante del funcionamiento de un terminal es la movilidad, que incluye los procedimientos de búsqueda de célula, sincronización y medición de la potencia de la señal. La búsqueda de células es el procedimiento mediante el cual el terminal encuentra una célula a la que potencialmente puede conectarse. Como parte del procedimiento de búsqueda de célula, el terminal obtiene la identidad de la célula y estima el tiempo de trama de la célula identificada. El procedimiento de búsqueda de célula también proporciona estimaciones de parámetros esenciales para la recepción de información del sistema (SI) en el canal de difusión, que contiene los parámetros restantes requeridos para acceder al sistema.
- Para evitar una planificación celular complicada, el número de identidades de célula de la capa física debe ser lo suficientemente grande. Por ejemplo, los sistemas de acuerdo con los estándares LTE soportan 504 identidades de célula diferentes. Estas 504 identidades de célula diferentes se dividen en 168 grupos de tres identidades cada una.
- Para reducir la complejidad de la búsqueda de célula, la búsqueda de célula para LTE se realiza generalmente en varios pasos que conforman un proceso que es similar al procedimiento de búsqueda de célula de tres pasos del conocido sistema de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA). Para ayudar al terminal en este procedimiento, LTE proporciona una señal de sincronización primaria y una señal de sincronización secundaria en el enlace descendente. Esto se ilustra en la figura 6, que muestra la estructura de la interfaz de radio de un sistema LTE. La capa física de un sistema LTE incluye una trama 600 de radio genérica que tiene una duración de 10 ms. La figura 6 ilustra una de estas tramas 600 para un sistema de duplexación por división de frecuencia (FDD) de LTE. Cada trama tiene 20 intervalos (numerados del 0 al 19), cada intervalo tiene una duración de 0,5 ms, que normalmente consta de siete símbolos OFDM. Una subtrama está formada por dos intervalos adyacentes y, por lo tanto, tiene una duración de 1 ms, que normalmente consta de 14 símbolos OFDM. Las señales de sincronización primaria y secundaria son secuencias específicas, insertadas en los dos últimos símbolos OFDM en el primer intervalo de cada subtrama 0 y 5. La señal de sincronización primaria puede ocupar menos ancho de banda que la señal de sincronización secundaria. Además de las señales de sincronización, parte del funcionamiento del procedimiento de búsqueda de célula también explota señales de referencia que se transmiten en ubicaciones conocidas en la señal transmitida.
- La figura 7 es otra representación de la estructura de la interfaz de radio (cuadrícula de tiempo-frecuencia) de una célula de FDD de LTE heredada. Se puede ver que el espectro de radiofrecuencia asignado a la célula de FDD de LTE heredada es más ancho que el ancho de banda del sistema de enlace descendente más pequeño de 1,4 MHz (72 subportadoras o 6 RB). Las subtramas 1-3 y 6-8 se pueden usar para MBSFN o se puede señalar para ser usadas para otros fines, en cuyo caso un UE no puede esperar señales de referencia en más del primer intervalo de símbolos OFDM. (Para evitar saturar la figura, no muestra cada uno de los intervalos de símbolos OFDM dentro de cada subtrama). El canal de difusión física (PBCH) y las señales de sincronización se transmiten en posiciones de símbolos OFDM conocidas anteriores a través de las 72 subportadoras centrales.
- El funcionamiento de un nodo (por ejemplo, el nodo 201) para soportar simultáneamente una célula huésped y una M-célula incluye una serie de aspectos, algunos de los cuales son alternativos a otros, y algunas alternativas se pueden utilizar juntas. Esto se aclarará a medida que se describan las diversas realizaciones compatibles con la invención.
- La figura 8 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos realizados por un nodo de sistema de comunicación (por ejemplo, un eNodoB, o "eNB" en un sistema LTE) de acuerdo con algunas, pero no necesariamente todas las realizaciones de ejemplo de la invención. En otro aspecto, la figura 8 puede considerarse que representa medios 800 de ejemplo que comprenden diversa circuitería ilustrada (por ejemplo, un procesador cableado y/o programado adecuadamente) configurada para realizar las funciones descritas.
- El nodo continúa soportando dispositivos heredados (por ejemplo, los UE de LTE heredada), y así continúa generando y transmitiendo canales de control del sistema heredado, como el PDCCH, que abarca todo el ancho de banda del sistema heredado (paso 801).
- Para soportar un dispositivo MTC, el nodo debe proporcionar al dispositivo MTC información que permita al dispositivo MTC establecer una conexión con el nodo. En un aspecto de las realizaciones compatibles con la invención, al menos parte de esta información relacionada con el MIB se incluye dentro del MIB del sistema heredado, que debe ser lo suficientemente grande como para incluir toda la información heredada definida por el sistema, así como la nueva información relacionada con el MIB como se describe en el presente documento. Sin embargo, incluso si se incluye la información adicional, el tamaño de frecuencia de MIB no excede la capacidad de recepción del dispositivo MTC.
- Como se ilustra en la figura 8, el nodo inserta una primera parte de la información de MIB (por ejemplo, la información de MIB definida por el sistema heredado, como la información de MIB para dispositivos de banda ancha móvil definida por la versión 10 del estándar LTE) en un búfer de estructura de datos que representa el MIB antes de la transmisión (paso 803). Los bits de información de MIB extendida (una segunda parte de la información de MIB), que representan la información adicional relacionada con MIB que proporciona al menos parte de la información que

necesita un dispositivo MTC para establecer una conexión con el nodo, también se inserta en el búfer de la estructura de datos (paso 805). Por ejemplo, el estándar LTE define un MIB tal que incluye bits de repuesto. Estos bits de repuesto se pueden usar para transportar la información relacionada con el MTC, como las ubicaciones de tiempo y/o frecuencia de bloques de recursos o elementos de recursos que el dispositivo MTC necesita recibir y decodificar para que más información pueda conectarse a la célula M

Es irrelevante si el paso 805 se realiza antes o después del paso 803. Una vez que todos los datos del MIB se han reunido, el MIB se codifica de acuerdo con cualquier técnica conocida (paso 807) de manera que un UE heredado 205 pueda decodificar la primera parte del MIB, y un dispositivo MTC 207 pueda decodificar tanto la primera como la segunda parte del MIB. El MIB codificado se transmite después desde una antena asociada con el nodo (paso 809).

Como se mencionó anteriormente, el MIB proporciona a un dispositivo MTC información que es útil para permitir que el dispositivo MTC localice una M-célula y/o localice un M-PDCCH y/o localice un M-SI, y/o que sepa cómo puede realizar un procedimiento M-RACH. Estos aspectos se describirán ahora con más detalle con referencia a la figura 9, que es un diagrama de tiempo/frecuencia de un MIB 901 y su relación con otros elementos MTC dentro de los recursos espectrales de la célula huésped.

En un aspecto, el MIB 901 (que ocupa su ubicación estándar en la célula huésped) incluye información de tiempo/frecuencia (representada por el número "1" rodeado por un círculo) que informa al dispositivo MTC de una ubicación de los bloques de recursos y/o esquema de modulación y codificación (MCS) asignado al primer bloque de información del sistema (SIB 1) que se transmite en una ubicación estandarizada del sistema (por ejemplo, en la subtrama 5 en un sistema LTE). Al primer SIB, que es un SIB heredado, se le asignan recursos de frecuencia para que pueda ser leído por un dispositivo MTC. Incluye información como la cuadrícula de tiempo/frecuencia del RACH y las firmas del RACH.

En otro aspecto, el MIB 901 incluye información de tiempo/frecuencia (representada por el número "2" rodeado por un círculo) que informa al dispositivo MTC de una ubicación de los bloques de recursos (o elementos de recursos de subconjuntos dentro de ciertos bloques de recursos) y/o MCS asignados a un M-SIB específico que se transmite en una subtrama determinada.

En otro aspecto más, el MIB 901 incluye información de tiempo/frecuencia (representada por el número "3" rodeado por un círculo) que informa al dispositivo MTC de una ubicación de los bloques de recursos y/o MCS asignados a una M-célula específica. Con esta información, el dispositivo MTC puede entonces determinar (por ejemplo, a través de la estandarización) las posiciones de un M-MIB y/o un o unos M-SIB asociadas con la célula M-MIB.

En otro aspecto más, el MIB 901 incluye un conjunto de secuencias RACH específicas del MTC y/o regiones del RACH en la cuadrícula de tiempo/frecuencia que usará el dispositivo MTC para la configuración de la conexión. En una primera variante (representada por los caracteres de referencia "4a" rodeados por un círculo), el dispositivo MTC usará el RACH estándar del sistema huésped, que se encuentra en una ubicación de tiempo/frecuencia especificada por el nodo de red (por ejemplo, eNodoB en un sistema LTE). Por lo tanto, el MIB 901 no necesita necesariamente proporcionar información de ubicación al dispositivo MTC, pero al menos incluye la secuencia del RACH específica del MTC que se debe usar al realizar la configuración de la conexión a través del RACH. En una segunda variante (representada por los caracteres de referencia "4b" rodeados por un círculo), el dispositivo MTC usará un RACH específico de MTC. Por lo tanto, el MIB incluye al menos la región RACH en la cuadrícula de tiempo/frecuencia que usará el dispositivo MTC para la configuración de la conexión. Como se explicó anteriormente, el dispositivo MTC puede derivar la secuencia del RACH para usar durante un procedimiento del RACH sin la ayuda adicional del nodo. Alternativamente, el MIB también puede suministrar esta secuencia M-RACH al dispositivo MTC.

En otro aspecto (representado por el número "5" rodeado por un círculo), el MIB 901 indica los bloques de recursos, la secuencia de la señal de referencia o el espacio de búsqueda asignado a un M-PDCCH específico, que debería ocupar regiones del espectro de frecuencia de radio del sistema huésped que es diferente de las ubicaciones PDCCH (heredadas) propias del sistema huésped. El M-PDCCH suministra información de control al dispositivo MTC, incluidos los SIB específicos del MTC o las asignaciones de enlace descendente que apuntan a los SIB destinados a este dispositivo MTC. El M-PDCCH puede cumplir con el formato heredado de PDCCH para el ancho de banda inferior del dispositivo MTC, o alternativamente puede codificarse usando un nuevo formato (por ejemplo, el canal de control de enlace descendente físico de relé - "R-PDCCH").

En otro aspecto más (no mostrado en la figura para evitar una cantidad excesiva de desorden), el MIB 901 incluye una referencia directa o indirecta a un conjunto de diferentes bloques de recursos y/o asignaciones de MCS entre los cuales el dispositivo puede realizar una decodificación ciega con el fin de encontrar la información del sistema mencionada anteriormente. Los elementos que pueden decodificarse a ciegas incluyen un SIB, M-SIB y/o M-PDCCH. En un caso especial no limitativa de esta realización, se puede usar un solo bit de información para indicar si el sistema soporta dispositivos de banda estrecha o no. Si el sistema soporta dispositivos de banda limitada, el dispositivo busca un conjunto predefinido de posibles configuraciones SIB, M-SIB o M-PDCCH para leer la información del sistema.

En todas las realizaciones descritas, se usan bits MIB adicionales para indicar cómo obtener información adicional específica de MTC. Estos bits MIB adicionales pueden codificarse de cualquier manera adecuada, donde un patrón de bits específico, por ejemplo, corresponde a una ubicación específica en la cuadrícula de tiempo/frecuencia de un conjunto de ubicaciones predefinidas.

5 La figura 10 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos realizados por un dispositivo de ancho de banda limitado (por ejemplo, un dispositivo MTC) para utilizar un MIB extendido (por ejemplo, cualquiera de las realizaciones representadas en la figura 9) para conectarse a una M-célula de acuerdo con algunas pero no necesariamente todas las realizaciones de ejemplo de la invención. En otro aspecto, la figura 10 se puede considerar que representa medios 1000 de ejemplo que comprenden diversa circuitería ilustrada (por ejemplo, procesador cableado y/o programado adecuadamente) configurada para realizar las funciones descritas.

15 El dispositivo MTC solo necesita soportar un subconjunto del ancho de banda del sistema celular, y también puede tener diferentes requisitos con respecto al tiempo de respuesta en comparación con los dispositivos de banda ancha móvil del sistema heredado (por ejemplo, LTE). Por consiguiente, el dispositivo MTC realiza regularmente una búsqueda de célula para encontrar una célula adecuada para acampar/conectarse (paso 1001). Esto se hace usando señales de sincronización definidas por el sistema heredado (por ejemplo, en un sistema LTE, las señales de sincronización primaria y secundaria, "PSS" y "SSS"). Incluso en un sistema heredado, esto solo requiere un ancho de banda del sistema de 1,4 MHz, ya que la señal ocupa aproximadamente 1 MHz, por lo que el dispositivo MTC es completamente capaz de realizar este procedimiento. Por consiguiente, se puede usar cualquiera de los algoritmos de búsqueda de célula que se conocen en la técnica y son adecuados para realizar la búsqueda de célula en el sistema heredado.

25 Una vez que se detecta una célula, el ID de la célula y el tiempo (que se determina a partir de las señales de sincronización) se almacenan en el dispositivo MTC. Luego, el dispositivo MTC recibe y decodifica el MIB que suministra al dispositivo MTC información específica de MTC, como, por ejemplo, la posición de tiempo/frecuencia de bloques de recursos y/o elementos de recursos que incluyen información de difusión que el dispositivo MTC necesita recibir y decodificar para conectarse a una M-célula (paso 1003).

30 Después, el dispositivo MTC lee la información de difusión de MTC extendida a la que ha sido dirigida directa o indirectamente por la segunda parte de los bits de información de MIB (paso 1005). La información de difusión de MTC extendida puede estar en cualquiera de varias formas diferentes, tales como las discutidas anteriormente con respecto a la figura 9. La información de difusión de MTC extendida transmite información sobre el procedimiento RACH del dispositivo MTC (es decir, información que le indica al dispositivo MTC cómo conectarse a la célula M). Después, el dispositivo MTC sigue el procedimiento de RACH para hacer un acceso aleatorio a la M-célula (paso 1007).

40 La figura 11 es, en un aspecto, un diagrama de flujo de pasos/procesos realizados por un dispositivo de ancho de banda limitado (por ejemplo, un dispositivo MTC) para utilizar un MIB extendido (por ejemplo, cualquiera de las realizaciones representadas en la figura 9) para conectarse a una M-célula de acuerdo con las realizaciones alternativas de ejemplo de la invención. En otro aspecto, la figura 11 se puede considerar que representa medios 1100 de ejemplo que comprenden diversa circuitería ilustrada (por ejemplo, un procesador cableado y/o programado adecuadamente) configurada para realizar las funciones descritas.

45 El dispositivo MTC solo necesita soportar un subconjunto del ancho de banda del sistema celular, y también puede tener diferentes requisitos con respecto al tiempo de respuesta en comparación con los dispositivos de banda ancha móvil del sistema heredado (por ejemplo, LTE). Por consiguiente, el dispositivo MTC realiza regularmente una búsqueda de célula para encontrar una célula adecuada para acampar/conectarse (paso 1101). Esto se hace usando señales de sincronización definidas por el sistema heredado (por ejemplo, en un sistema LTE, las señales de sincronización primaria y secundaria, "PSS" y "SSS"). Incluso en un sistema heredado, esto solo requiere un ancho de banda del sistema de 1,4 MHz, ya que la señal ocupa aproximadamente 1 MHz, por lo que el dispositivo MTC es completamente capaz de realizar este procedimiento. Por consiguiente, se puede usar cualquiera de los algoritmos de búsqueda de célula que se conocen en la técnica y son adecuados para realizar la búsqueda de célula en el sistema heredado.

55 Una vez que se detecta una célula, el ID de la célula y el tiempo (que se determina a partir de las señales de sincronización) se almacenan en el dispositivo MTC. El dispositivo MTC luego recibe y decodifica el MIB (paso 1103) que suministra al dispositivo MTC información específica de MTC. En esta realización, la información específica del MTC indica la posición de tiempo/frecuencia de los bloques de recursos y/o elementos de recursos que son la posición en la cuadrícula de tiempo/frecuencia de la interfaz aérea donde el dispositivo MTC debe realizar su acceso aleatorio (es decir, la ubicación del RACH del dispositivo MTC) y/o la firma del RACH que debería usar el dispositivo MTC al acceder, por ejemplo, a un RACH estandarizado (paso 1105). La secuencia del RACH a usar podría ser una función implícita de la identidad de la célula, o el MIB podría incluir alternativamente información que indique qué secuencia del RACH usar. El dispositivo MTC realiza después un acceso aleatorio de acuerdo con el procedimiento definido que se determinó a partir del MIB (paso 1107).

La figura 12 es un diagrama de bloques de elementos del sistema para llevar a cabo los diversos aspectos de la invención. En particular, un nodo 1201 de red (por ejemplo, un eNodoB configurado para poder llevar a cabo la funcionalidad descrita anteriormente) está acoplado a un transceptor 1203 que puede enviar y recibir señales para servir a una célula huésped así como a una o más células M como se describió anteriormente. El nodo 1201 de red incluye circuitería configurada para llevar a cabo uno cualquiera o cualquier combinación de los aspectos relacionados con MTC descritos anteriormente con respecto a las acciones tomadas por el nodo. Tal circuitería podría ser, por ejemplo, circuitería completamente cableada (por ejemplo, uno o más circuitos integrados de aplicación específica- "ASIC"). Representado en la realización de ejemplo de la figura 12, sin embargo, es una circuitería programable, que comprende un procesador 1205 acoplado a uno o más dispositivos 1207 de memoria (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio, unidades de disco magnético, unidades de disco óptico, memoria de solo lectura, etc.) y una interfaz 1209 de red. El dispositivo o dispositivos 1207 de almacenamiento almacenan medios 1211 de programa (por ejemplo, un conjunto de instrucciones del procesador) configurados para hacer que el procesador 1205 para controlen otros elementos de nodo a fin de llevar a cabo cualquiera de los aspectos relacionados con el nodo descritos anteriormente. El dispositivo o dispositivos 1207 de memoria también pueden almacenar datos (no mostrados) que representan diversos parámetros constantes y variables que puede necesitar el procesador 1205 al llevar a cabo sus funciones, como las especificadas por los medios 1211 de programa. La interfaz 1209 de red permite al nodo 1201 comunicarse con otros nodos (no mostrados) en el sistema de comunicación.

La figura 13 es un diagrama de bloques de un dispositivo 1300 de comunicación de ancho de banda limitado de ejemplo, como el dispositivo MTC usado en los ejemplos descritos anteriormente. El dispositivo de comunicación de ancho de banda limitado incluye un controlador 1303 acoplado a otros componentes 1305 de circuitería/hardware del equipo de usuario que permiten que el dispositivo 1301 de comunicación de ancho de banda limitado realice su funcionalidad específica de la aplicación (por ejemplo, funcionar como un sensor de algún tipo) y también para funcionar como un dispositivo de comunicación (por ejemplo, para poder comunicar datos de sensores a un servidor, y posiblemente también para recibir instrucciones). Los otros componentes 1305 de circuitería/hardware del UE son generalmente conocidos en la técnica, y pueden incluir elementos tales como, por ejemplo y sin limitación, la circuitería 1307 de radio acoplada a una o más antenas 1309, y (opcionalmente) la circuitería 1311 de sensor (por ejemplo, sensor de temperatura, sensor acústico, sensor de campo magnético, etc.). La otra circuitería/hardware del UE también puede incluir algún tipo de interfaz 1313 de usuario (por ejemplo, pantalla, teclado, conmutador o conmutadores), aunque las aplicaciones que requieren el uso de un dispositivo de comunicación de ancho de banda limitado pueden tener necesidades muy simples para una interfaz 1313 de usuario (por ejemplo, un conmutador de reinicio) o ninguno en absoluto.

El controlador 1303 incluye circuitería configurada para llevar a cabo uno cualquiera o cualquier combinación de los aspectos relacionados con MTC descritos anteriormente con respecto a las acciones del dispositivo MTC. Tal circuitería podría ser, por ejemplo, circuitería completamente cableada (por ejemplo, uno o más ASIC). Representado en la realización de ejemplo de la figura 13, sin embargo, es una circuitería programable, que comprende un procesador 1315 acoplado a uno o más dispositivos 1317 de memoria (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio, unidades de disco magnético, unidades de disco óptico, memoria de solo lectura, etc.). El dispositivo o dispositivos de memoria almacenan los medios 1319 de programa (por ejemplo, un conjunto de instrucciones del procesador) configurados para hacer que el procesador 1315 controle los otros componentes 1305 de circuitería/hardware de UE para llevar a cabo cualquiera de los aspectos relacionados con el dispositivo MTC descritos anteriormente. La memoria 1317 también puede almacenar datos 1321 que representan diversos parámetros constantes y variables que puede necesitar el procesador 1315 al llevar a cabo sus funciones, tales como las especificadas por los medios 1319 de programa.

Los diversos aspectos de las realizaciones compatibles con la invención como se describió anteriormente proporcionan soluciones al problema en el que un dispositivo de comunicación que soporta solo un ancho de banda menor y/o un tiempo de respuesta más largo en relación con los sistemas de un sistema heredado no puede conectarse a una red que tenga un mayor ancho de banda. Los diversos aspectos son aplicables tanto para el funcionamiento de duplexación por división de frecuencia (FDD) como para el funcionamiento de duplexación por división de tiempo (TDD).

La invención ha sido descrita con referencia a realizaciones particulares. Sin embargo, será fácilmente evidente para los expertos en la técnica que es posible incorporar la invención en formas específicas distintas a las de la realización descrita anteriormente.

Por ejemplo, algunas de las realizaciones de ejemplo ilustradas muestran las células M que ocupan un ancho de banda de un espectro de radiofrecuencia que se ubica en función de la frecuencia dentro de un ancho de banda del ancho de banda asignado por radiofrecuencia del sistema heredado (por ejemplo, un sistema LTE). Sin embargo, se apreciará además que los diversos pasos y circuitería ilustrados en otras figuras, así como el texto correspondiente, no hacen de esta una característica esencial de las realizaciones compatibles con la invención. Por el contrario, el sistema heredado (incluidos sus diversos canales de control) puede, en algunas realizaciones, extenderse sobre no más de un primer ancho de banda de un espectro de radiofrecuencia, mientras que las entidades de células M (incluidos varios canales de control de células M, canales de acceso aleatorio, etc.) no

5 pueden extenderse por más de un segundo ancho de banda del espectro de radiofrecuencia (siendo el segundo ancho de banda más pequeño que el primer ancho de banda), sin que exista ninguna restricción sobre si la ubicación en la frecuencia del segundo ancho de banda cae dentro de la ubicación en la frecuencia del primer ancho de banda. Por ejemplo, una o más de las diversas entidades de células M pueden, en algunas realizaciones, estar totalmente fuera de la banda de radiofrecuencia que el sistema de comunicación heredado puede usar. Por ejemplo, los indicadores ilustrados en la figura 9 como cualquiera de los números "2", "3" y "5" rodeados por un círculo pueden apuntar fácilmente a frecuencias fuera del primer ancho de banda del espectro de radiofrecuencia.

10 Por consiguiente, las realizaciones descritas son meramente ilustrativas y no deben considerarse restrictivas de ninguna manera. El alcance de la invención está dado por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para hacer funcionar un nodo (201, 1201) de red que sirve a una célula huésped (203) en un sistema de comunicación celular, comprendiendo el método:

5 en uno o más primeros intervalos de tiempo, transmitir (801) la información del primer canal de control en un canal de control que se extiende sobre un primer ancho de banda de un recurso de radiofrecuencia, en el que el primer canal de control comunica la información que es necesaria para permitir que un primer tipo de dispositivo (205) de comunicación establezca una conexión con la célula huésped (203), el primer tipo de dispositivo (205) de comunicación es capaz de recibir una señal que tiene el primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia, y

15 en uno o más segundos intervalos de tiempo, transmitir (809) un bloque (901) de información maestra que ocupa una parte del primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia, en el que la parte del primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia tiene un segundo ancho de banda que es más pequeño que el primer ancho de banda y se puede recibir por un segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación que tiene capacidades de ancho de banda de recepción reducidas en comparación con las del primer tipo de dispositivo (205) de comunicación;

20 en el que el bloque (901) de información maestra comprende una primera parte (803) y una segunda parte (805), en el que la primera parte (803) comprende la información de la primera parte que permite que el primer tipo de dispositivo de comunicación reciba el primer canal de control y por tanto establezca la conexión con la célula huésped (203), y en el que la segunda parte (805) comprende la información de la segunda parte que identifica las ubicaciones de tiempo y/o frecuencia en las que se transmitirá la información de difusión extendida, en el que la información de difusión extendida permite directa o indirectamente permite que el segundo tipo de dispositivo (207, 25 1301) de comunicación establezca la conexión con la célula huésped (203);

caracterizado porque:

30 la información de difusión extendida se transmite en bloques de recursos (SIB; M-SIB; célula M), conteniendo los bloques de recursos información que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación necesita recibir y codificar para que la información adicional establezca dicha conexión; y la información de la segunda parte incluye un esquema de modulación y codificación de esos bloques de recursos.

35 2.- El método de la reivindicación 1, en el que el bloque (901) de información maestra es codificado de tal manera que un primer tipo de dispositivo (205) de comunicación es capaz de decodificar la primera parte del bloque (901) de información maestra, y un segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación es capaz de decodificar tanto la primera como la segunda parte del bloque (901) de información maestra.

40 3.- El método de la reivindicación 1 o 2, en el que la información de la segunda parte identifica las ubicaciones de tiempo y/o frecuencia en las que se transmitirá la información de difusión extendida para proporcionar los parámetros que permiten que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación realice un procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203).

45 4.- El método de la reivindicación 3, en el que los parámetros que permiten que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación realice el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203) incluyen una secuencia de canal de acceso aleatorio que se usará durante el procedimiento de acceso aleatorio.

50 5.- El método de la reivindicación 3, en el que los parámetros que permiten que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación realice el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203) incluyen información que identifica una o más posiciones de tiempo y frecuencia en las cuales el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación puede realizar el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203).

55 6.- El método de la reivindicación 1, en el que la información de difusión extendida identifica una posición de tiempo y frecuencia en la que se transmitirá un bloque de información del sistema especial (M-SIB), en el que el M-SIB es un bloque de información del sistema que incluye información para ser usada por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.

60 7.- El método de la reivindicación 1, en el que la información de difusión extendida es un canal de control adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.

65 8.- El método de la reivindicación 7, en el que el canal de control adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación incluye información que permite que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación reciba un bloque de información del sistema especial (M-SIB) que está adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación, en el que el M-SIB es un bloque de información del sistema que incluye información para ser usada por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.

9. Un aparato (1205, 1207, 1211) para hacer funcionar (201, 1201) un nodo de red que sirve a una célula huésped (203) en un sistema de comunicación celular, comprendiendo el aparato:

5 circuitería configurada para transmitir (801), en uno o más primeros intervalos de tiempo, la primera información de canal de control en un canal de control que se extiende sobre un primer ancho de banda de un recurso de radiofrecuencia, en el que el primer canal de control comunica información que es necesaria para permitir que un primer tipo de dispositivo (205) de comunicación establezca una conexión con la célula huésped (203), siendo el primer tipo de dispositivo (205) de comunicación capaz de recibir una señal que tiene el primer ancho de banda del
10 recurso de radiofrecuencia, y

15 circuitería configurada para transmitir (809), en uno o más segundos intervalos de tiempo, un bloque (901) de información maestra que ocupa una parte del primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia, en el que la parte del primer ancho de banda del recurso de radiofrecuencia tiene un segundo ancho de banda que es más pequeño que el primer ancho de banda y se puede recibir por un segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación que tiene capacidades de ancho de banda de recepción reducidas en comparación con las del primer tipo de dispositivo (205) de comunicación;

20 en el que el bloque (901) de información maestra comprende una primera parte (803) y una segunda parte (805), en el que la primera parte (803) comprende la información de la primera parte que permite que el primer tipo de dispositivo de comunicación reciba el primera canal de control y, por lo tanto, establezca la conexión con la célula huésped (203), y en el que la segunda parte (805) comprende la información de la segunda parte; identificando la información de la segunda parte las ubicaciones de tiempo y frecuencia en las que se transmitirá la información de difusión extendida, en el que la información de difusión extendida permite directa o indirectamente que el segundo
25 tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación establezca la conexión con la célula huésped (203);

caracterizado porque:

30 la información de difusión extendida se transmite en bloques de recursos (SIB; M-SIB; célula M), conteniendo los bloques de recursos información que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación necesita recibir y codificar para que la información adicional establezca dicha conexión; y la información de la segunda parte incluye un esquema de modulación y codificación de esos bloques de recursos.

35 10.- El aparato de la reivindicación 9, en el que el bloque (901) de información maestra es codificado de tal manera que un primer tipo de dispositivo (205) de comunicación es capaz de decodificar la primera parte del bloque (901) de información maestra, y un segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación es capaz de decodificar tanto la primera como la segunda parte del bloque (901) de información maestra.

40 11.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 9 o 10, en el que la información de la segunda parte identifica ubicaciones de tiempo y/o frecuencia en las que se transmitirá la información de difusión extendida para proporcionar parámetros que permitan que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación realice un procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203).

45 12.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 11, en el que los parámetros que permiten que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación realice el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203) incluyen una secuencia de canal de acceso aleatorio que se usará durante el procedimiento de acceso aleatorio.

50 13.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 11, en el que los parámetros que permiten que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación realice el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203) incluyen información que identifica una o más posiciones de tiempo y frecuencia en las que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación puede realizar el procedimiento de acceso aleatorio dirigido a la célula huésped (203).

55 14.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 9, en el que la información de difusión extendida identifica una posición de tiempo y frecuencia en la que se transmitirá un bloque de información del sistema especial (M-SIB), en el que el M-SIB es un bloque de información del sistema que incluye información para ser usada por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.

60 15.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 9, en el que la información de difusión extendida es un canal de control adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.

65 16.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 15, en el que el canal de control adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación incluye información que permite que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación reciba un bloque de información del sistema especial (M-SIB) que está adaptado para ser recibido por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación, en el que el M-SIB es un

bloque de información del sistema que incluye información que es para ser usada por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.

- 5 17.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 9, en el que la información de la segunda parte incluye un conjunto de recursos de tiempo y frecuencia posibles y esquemas de modulación y codificación para que el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación use en un procedimiento de decodificación ciego que detecta si se ha transmitido la información de difusión extendida.
- 10 18.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 17, en el que el sistema de comunicación celular funciona de acuerdo con un estándar de evolución a largo plazo (LTE), y en el que la información de difusión extendida es cualquiera de un bloque de información del sistema (SIB), un SIB especial (M-SIB) adaptado para su uso por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación, y un canal de control de enlace descendente físico especial (M-PDCCH) adaptado para su uso por el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.
- 15 19.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 9, en el que la segunda parte del bloque (901) de información maestra incluye un campo codificado para indicar cómo el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación puede obtener información que sea específica del segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.
- 20 20.- El aparato (1205, 1207, 1211) de la reivindicación 19, en el que el campo codificado para indicar cómo el segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación puede obtener información es específico del segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación indica en cuál se ubica, entre un conjunto predefinido de posiciones de tiempo y frecuencia, la información que es específica del segundo tipo de dispositivo (207, 1301) de comunicación.

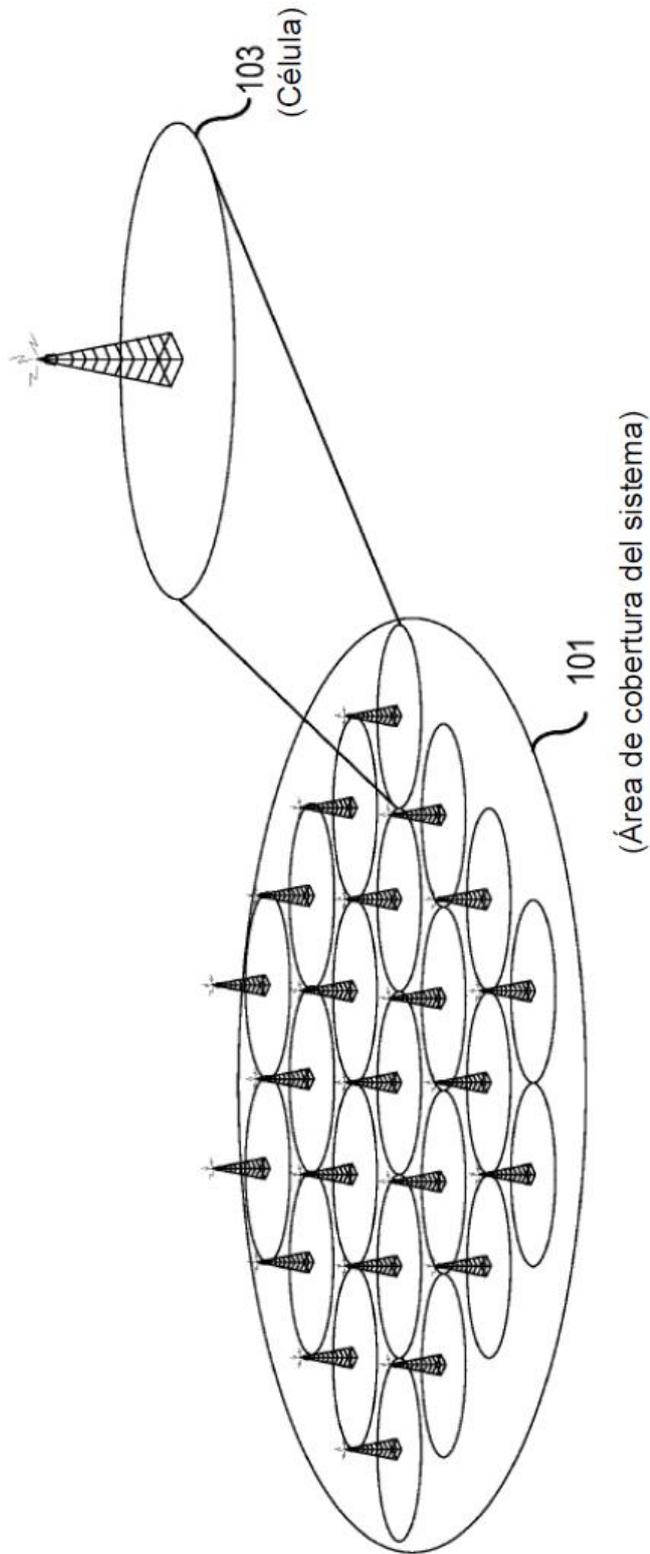


FIG. 1
(Técnica anterior)

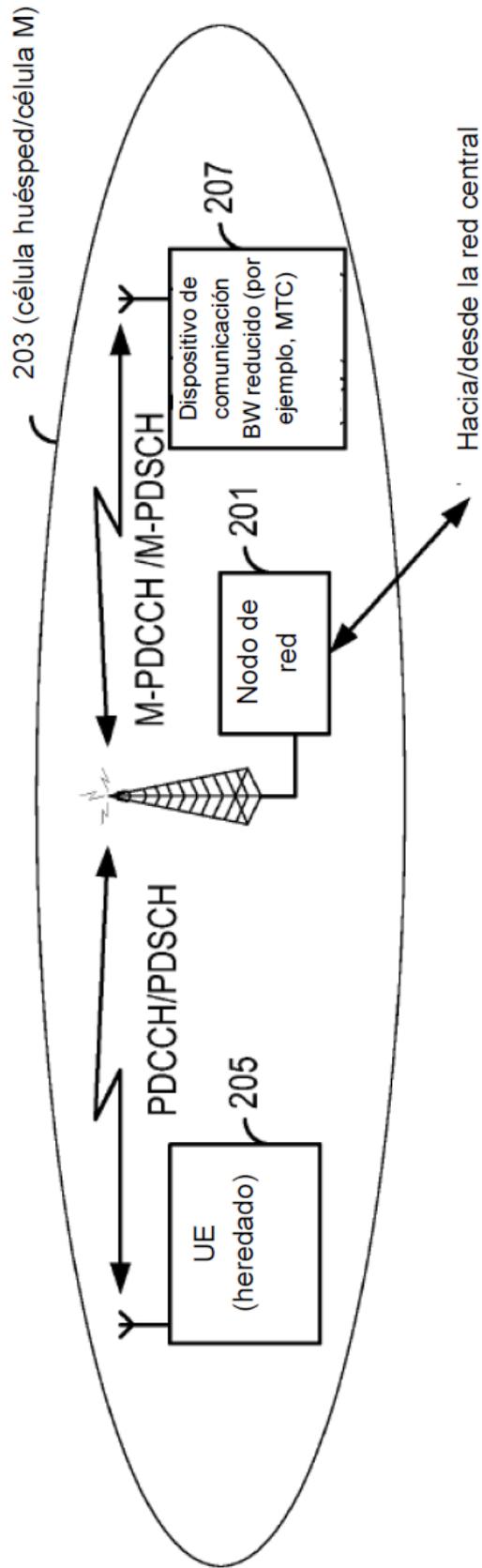


FIG. 2

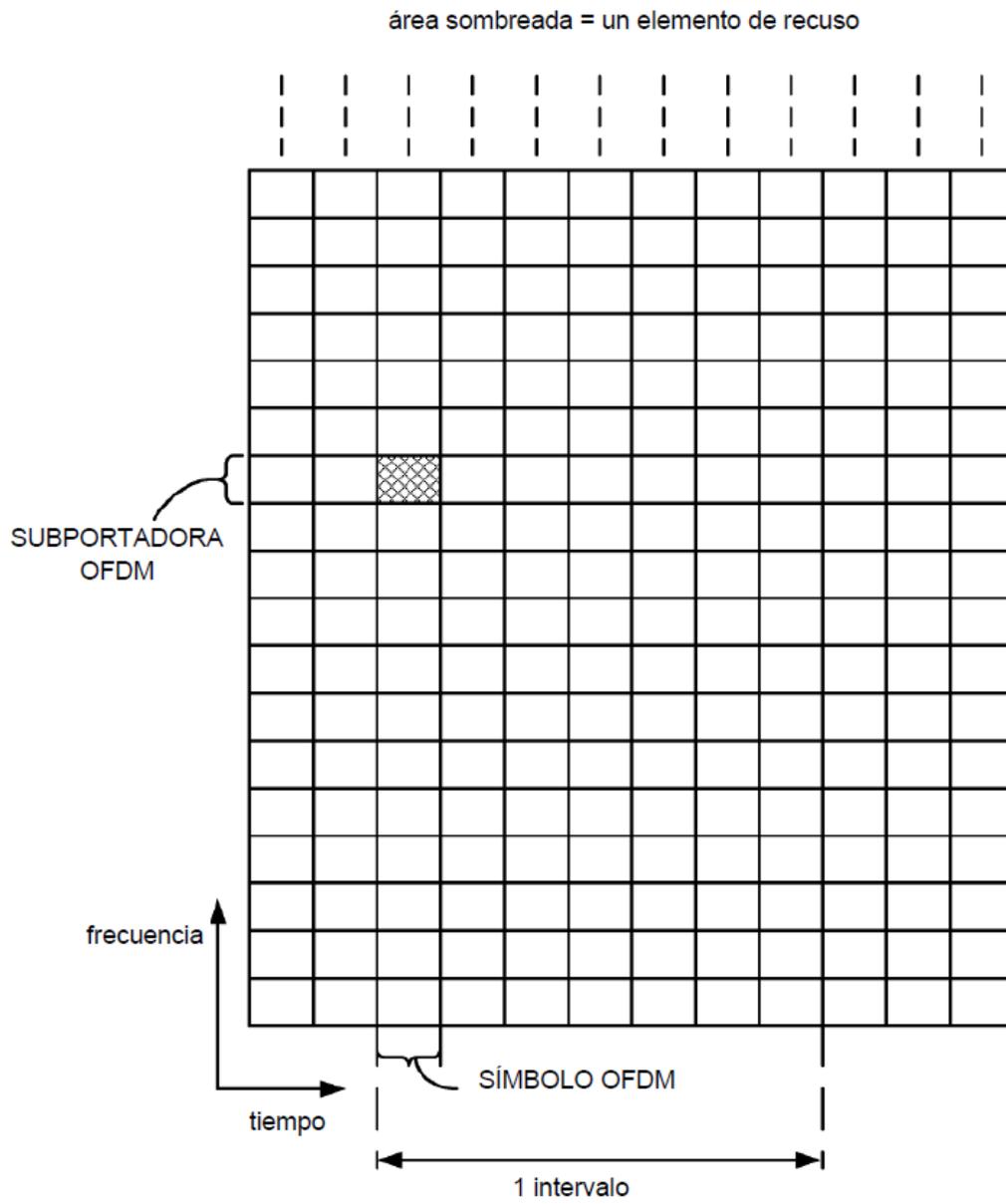


FIG. 3
(Técnica anterior)

área sombreada = un elemento de recurso ($12 \cdot 7 = 84$ elementos de recurso)

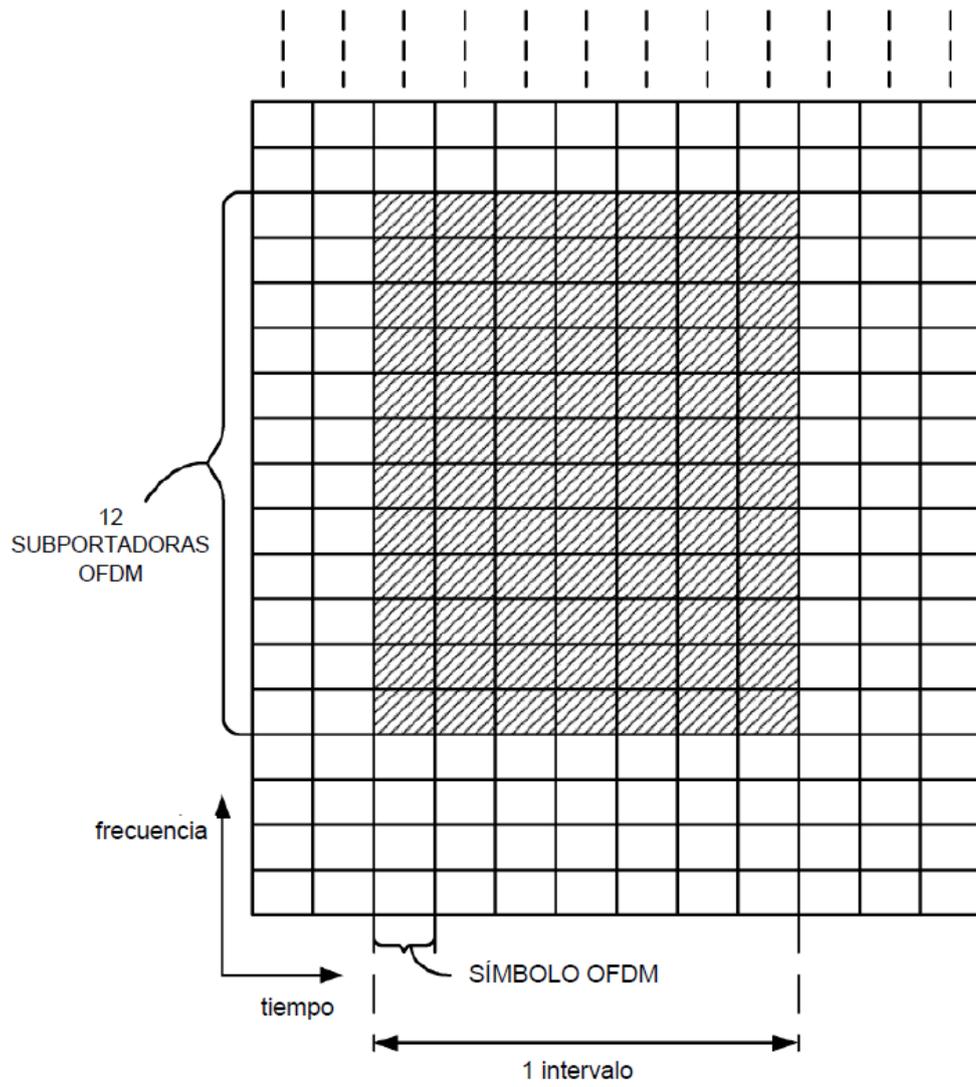


FIG. 4
(Técnica anterior)

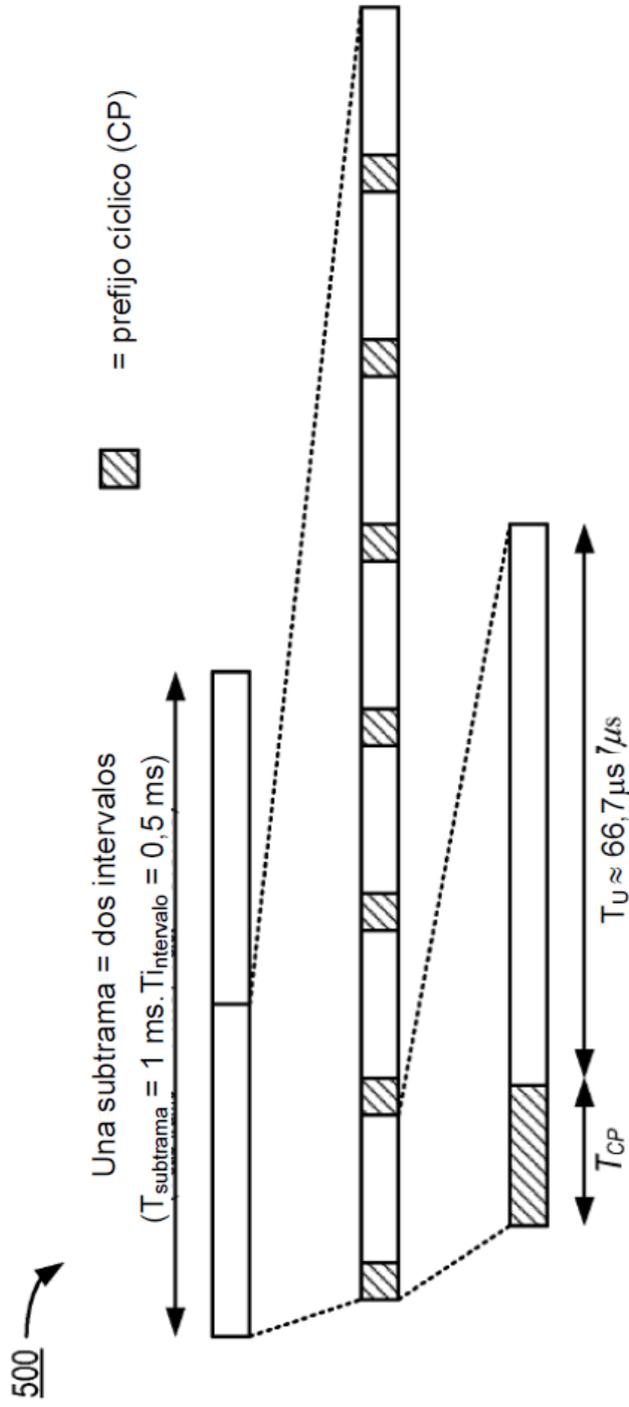


FIG. 5a
(Técnica anterior)

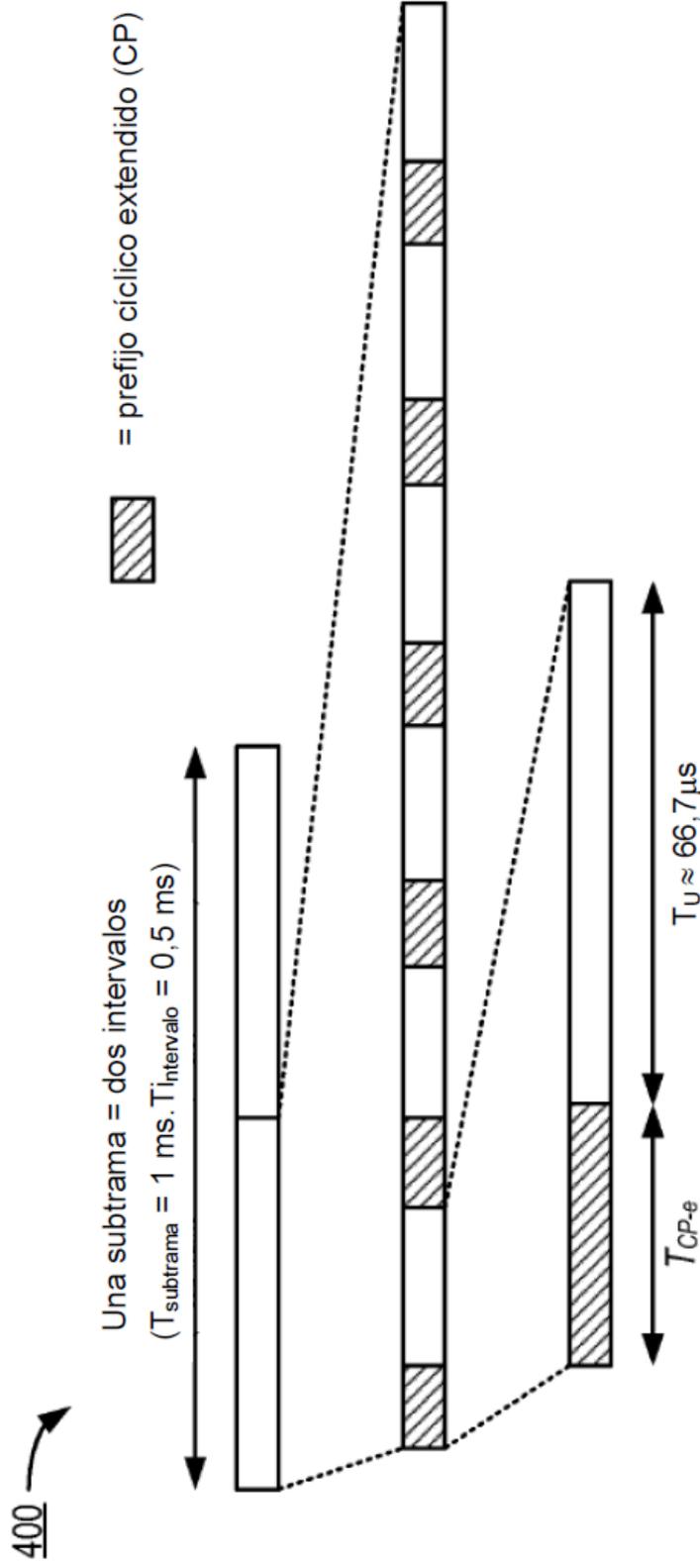


FIG. 5b
(Técnica anterior)

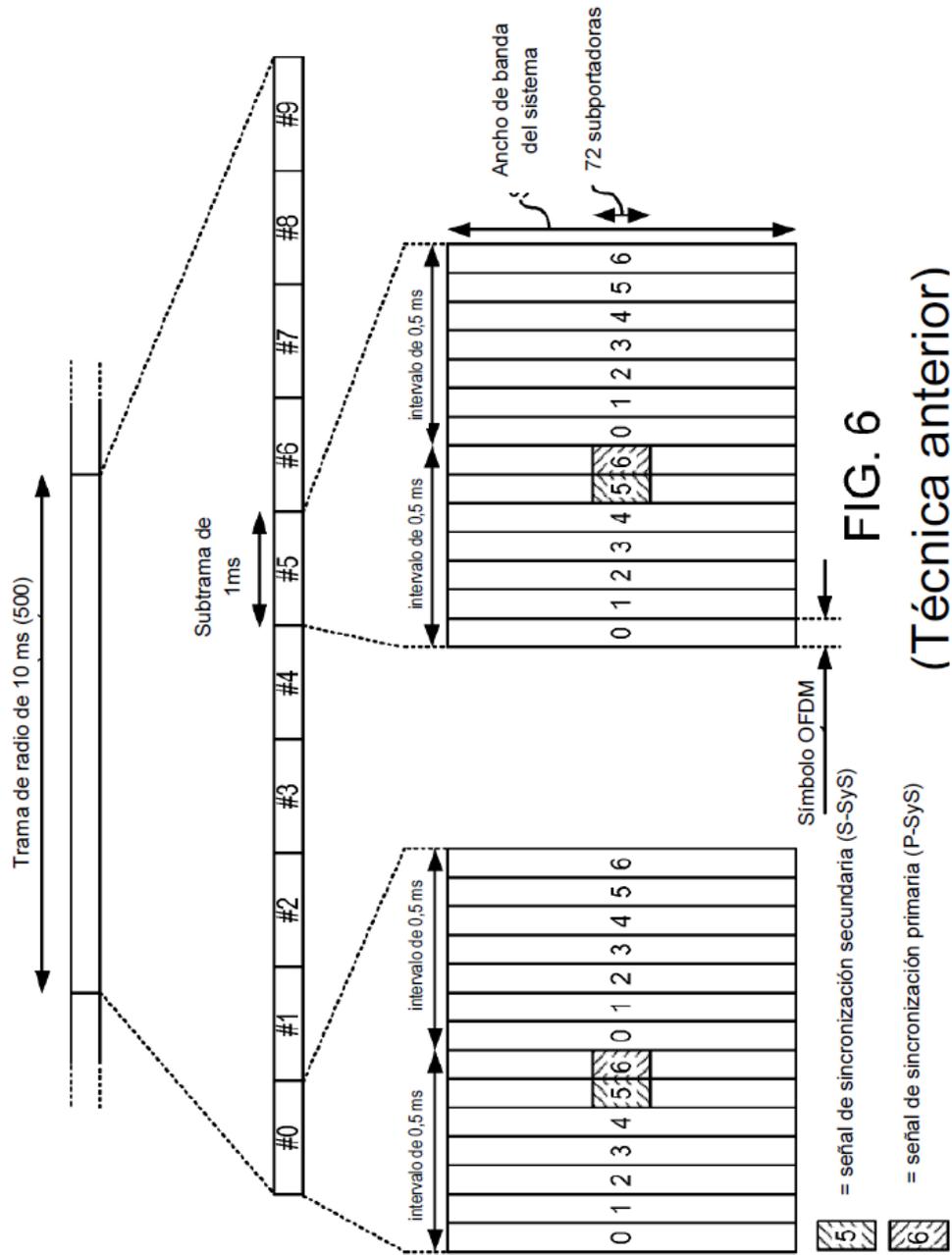


FIG. 6

(Técnica anterior)

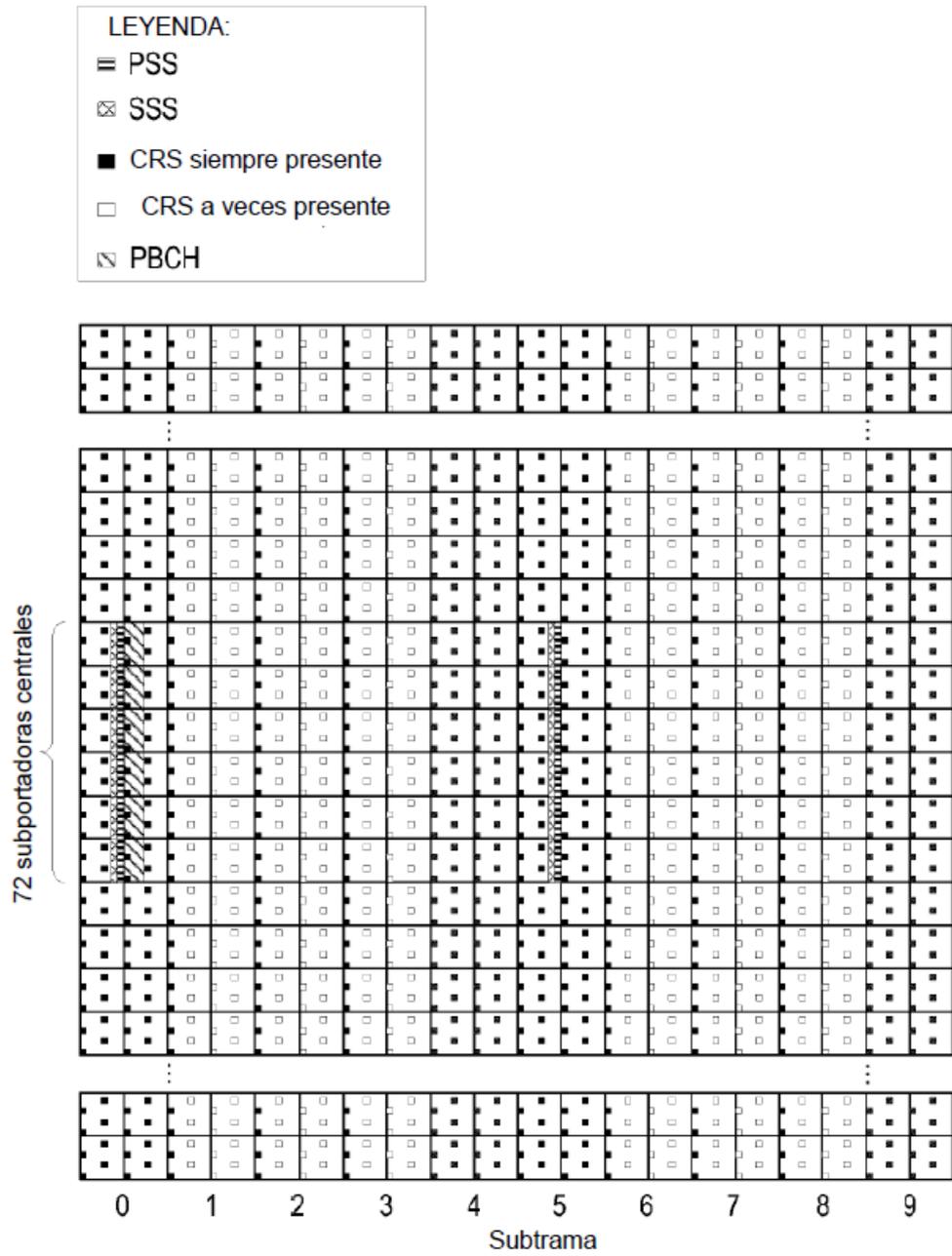


FIG. 7
(Técnica anterior)

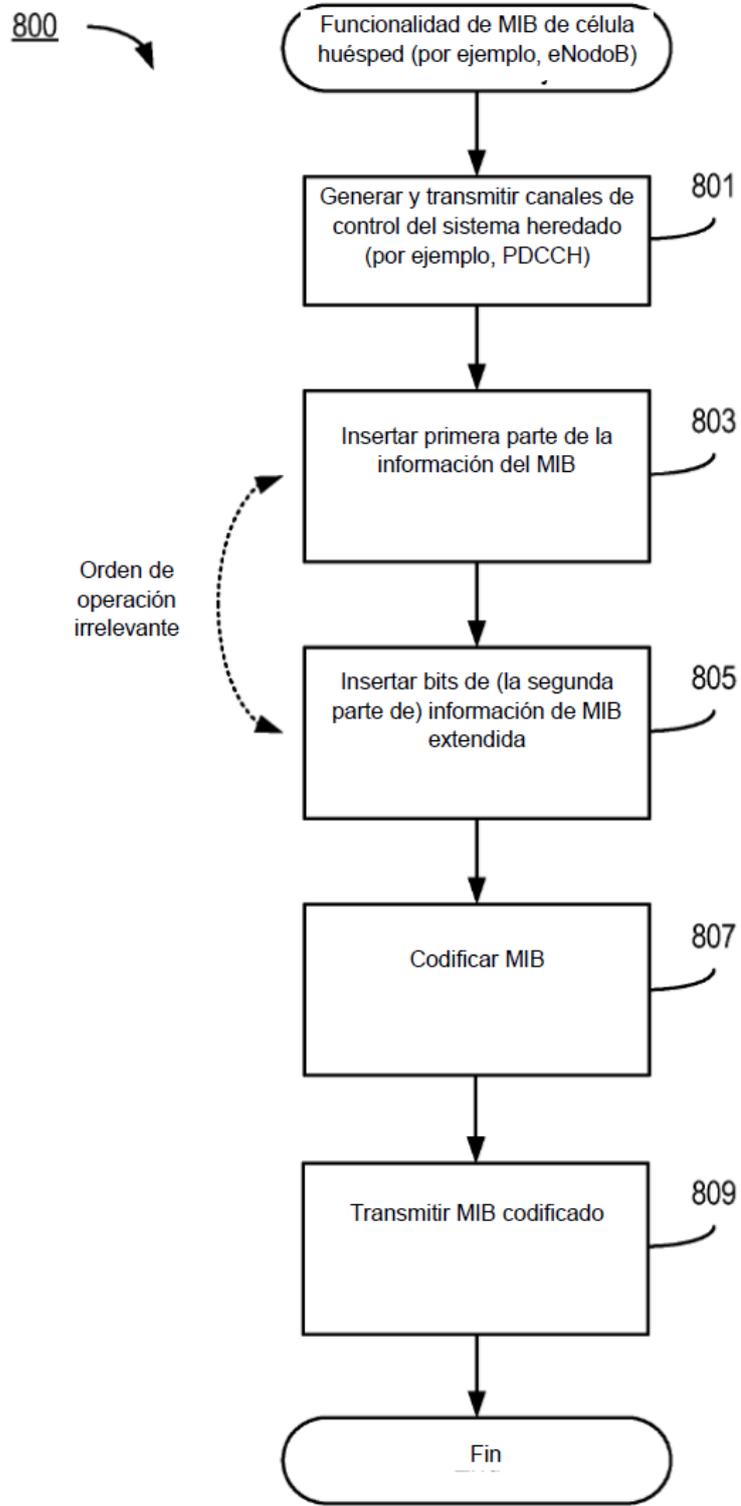


FIG. 8

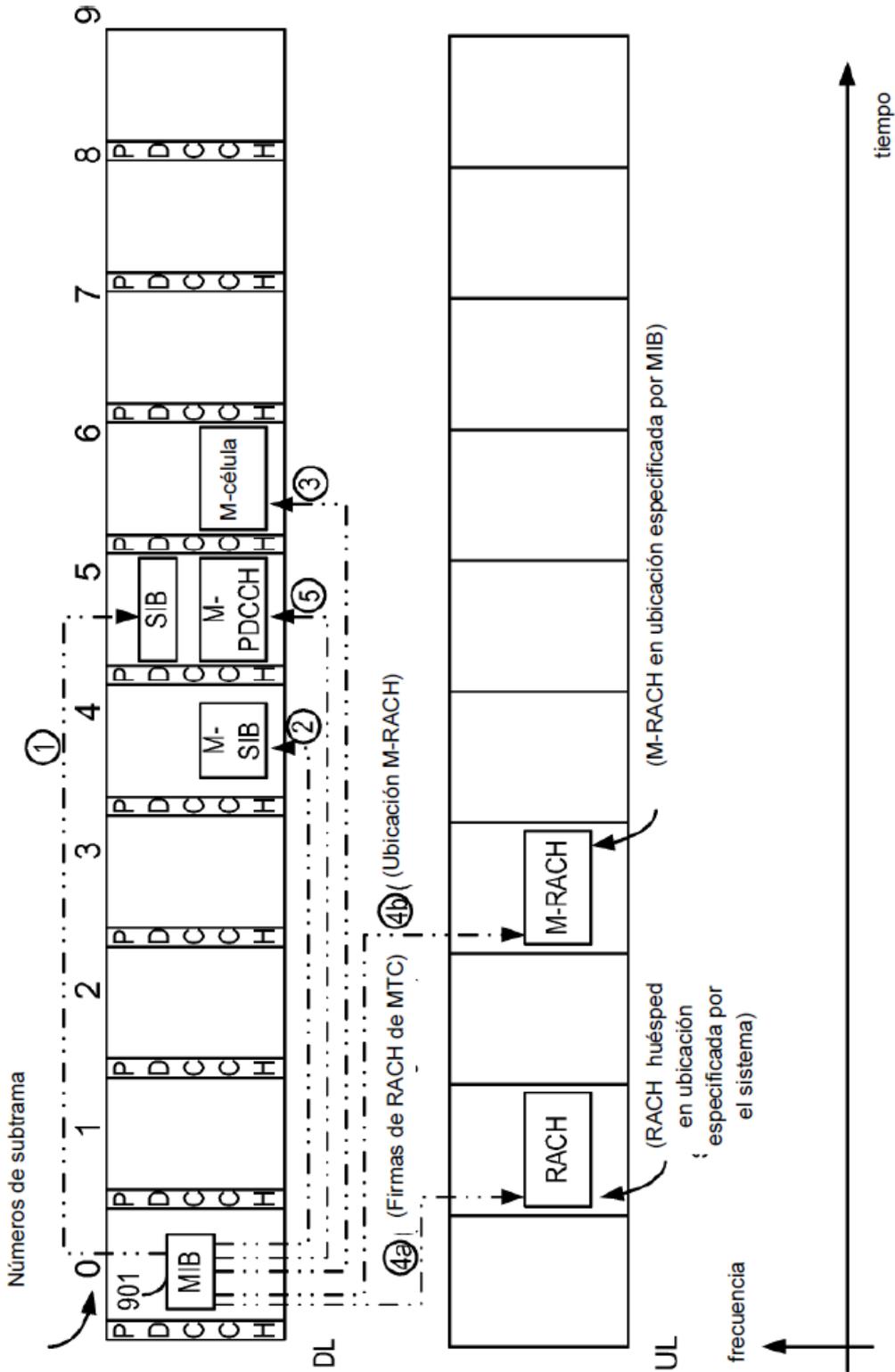


FIG. 9

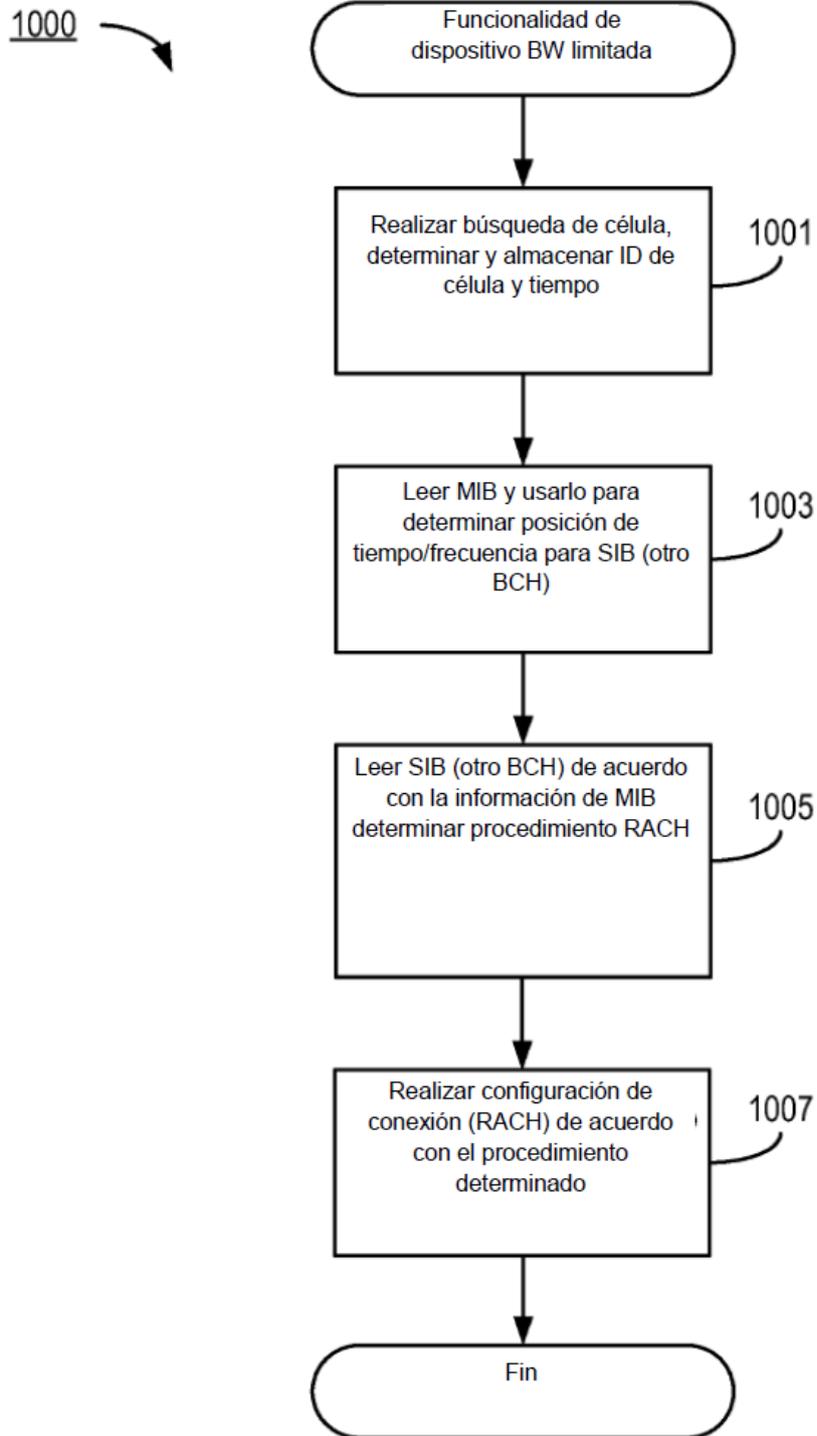


FIG. 10

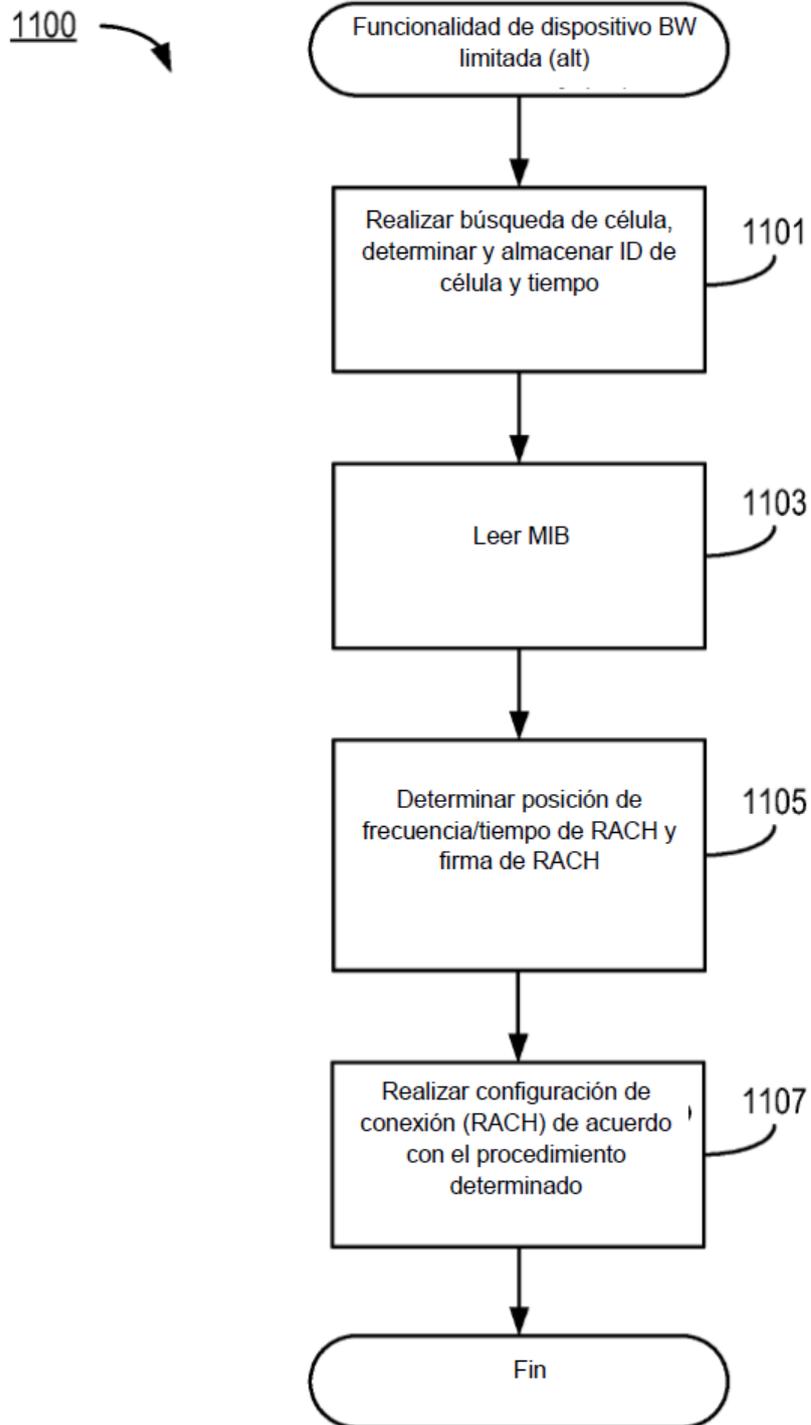


FIG. 11

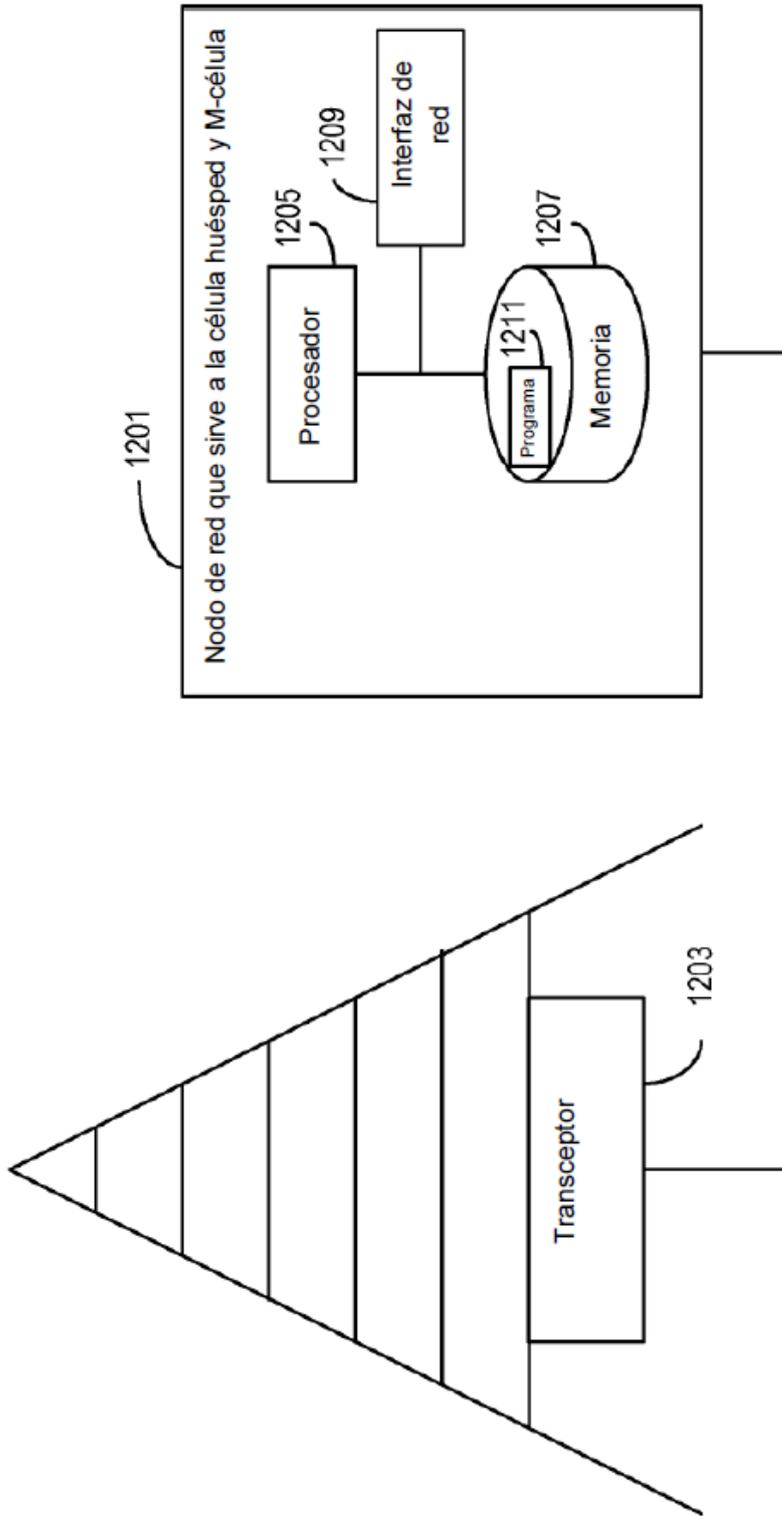


FIG. 12

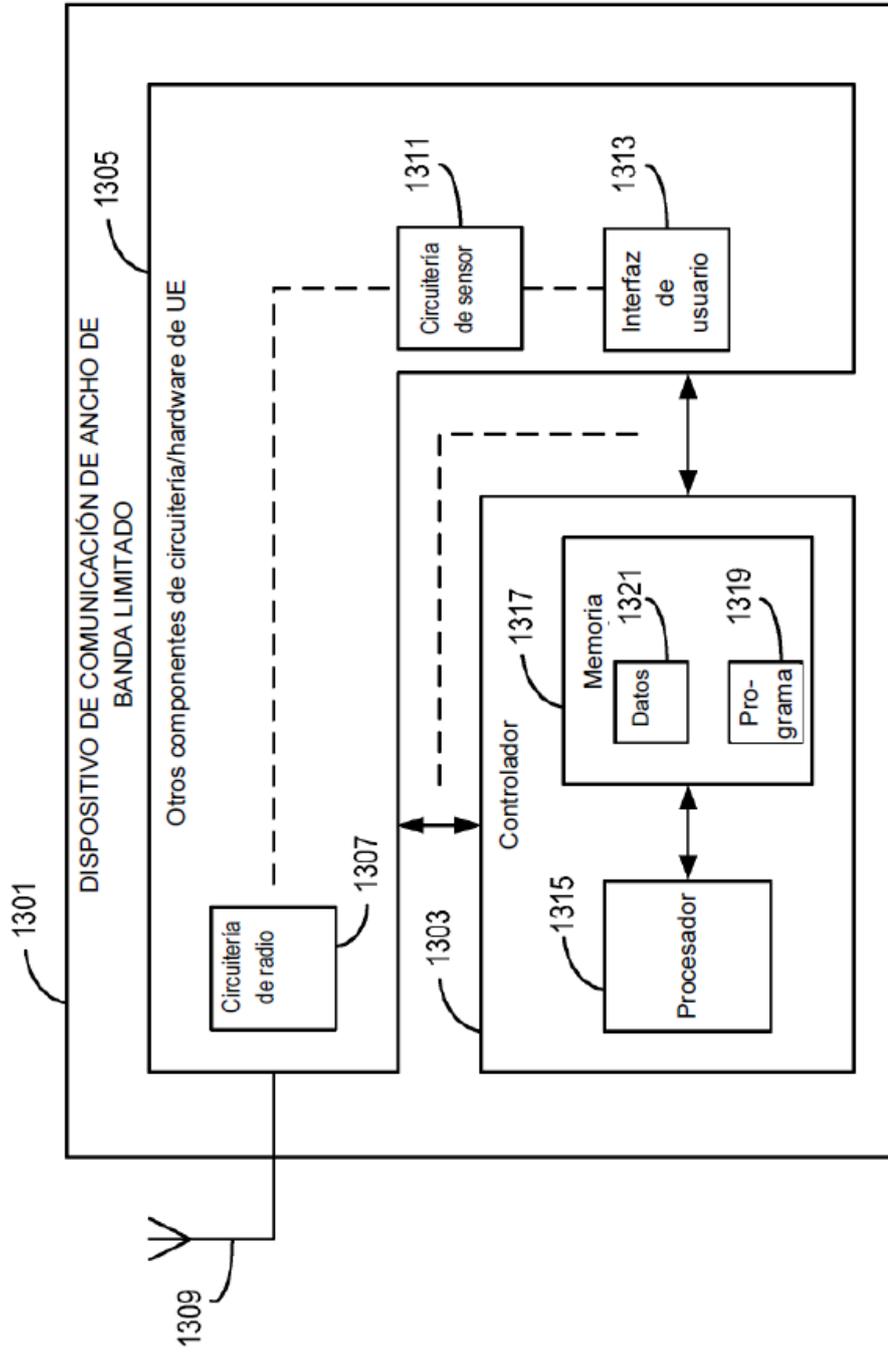


FIG. 13