

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 952**

51 Int. Cl.:

H04B 17/15 (2015.01)
H04B 17/318 (2015.01)
H04B 17/327 (2015.01)
H04B 17/382 (2015.01)
H04J 11/00 (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)
H04W 36/30 (2009.01)
H04W 48/16 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2009** **PCT/EP2009/050834**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2009** **WO09095369**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2009** **E 09705084 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2016** **EP 2248285**

54 Título: **Detección de una configuración de enlace descendente/enlace ascendente dúplex por división de tiempo**

30 Prioridad:

31.01.2008 US 25072
17.06.2008 US 141053

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.02.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LINDOFF, BENGT;
KAZMI, MUHAMMAD;
NILSSON, JOHAN y
ASTELY, DAVID

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 599 952 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

Detección de una configuración de enlace descendente/enlace ascendente dúplex por división de tiempo

Antecedentes

5 La presente invención se refiere a telecomunicaciones celulares, más particularmente a telecomunicaciones celulares que utilizan tanto transmisiones de dúplex completo de frecuencia (FDD) como transmisiones de dúplex por división de tiempo (TDD), y se refiere aún más particularmente a métodos y aparatos que, entre otros aspectos, permiten que un equipo de usuario (UE) determine si las transmisiones de una célula vecina son transmisiones de enlace ascendente o de enlace descendente.

10 En la venidera evolución de las normas de sistemas celulares para móviles como el Sistema Global para Comunicación Móvil (GSM) y el Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA), es probable que aparezcan nuevas técnicas de transmisión como el Multiplexado por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM). Además, con el fin de realizar una migración uniforme desde los sistemas celulares existentes al nuevo sistema de alta capacidad y alta velocidad de datos en el espectro de radiocomunicaciones existente, el sistema nuevo debe poder utilizar un ancho de banda de tamaño variable. Una de las propuestas para un sistema celular flexible nuevo
15 del tipo mencionado, denominada Evolución de Largo Plazo de Tercera Generación (3G LTE), puede interpretarse como una evolución de la norma 3G WCDMA. Este sistema usará el OFDM como técnica de acceso múltiple (denominada OFDMA) en el enlace descendente y podrá funcionar sobre anchos de banda que van desde 1,4 MHz a 20 MHz. Además, para el ancho de banda más grande se soportarán velocidades de datos de hasta 100 Mb/s y por encima de este valor. No obstante, se espera que el 3G LTE se use no solamente para servicios de alta
20 velocidad, sino también para servicios de baja velocidad como la voz. Puesto que el 3G LTE está diseñado para el Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP), el Protocolo de Voz por Internet (VoIP) será el servicio que transporte la voz.

25 Las transmisiones provenientes del sistema y que están destinadas a ser recibidas por un único usuario tienen lugar en lo que se denomina modo de funcionamiento de "unidifusión". En este caso, existe un solo transmisor que comunica información a un solo receptor deseado. No obstante, el sistema LTE está diseñado adicionalmente para soportar servicios de difusión general/multidifusión, denominados Servicio de Difusión General/Multidifusión Multimedia (MBMS).

30 La provisión de servicios de difusión general/multidifusión en un sistema de comunicaciones para móviles permite proporcionar simultáneamente la misma información a múltiples terminales móviles, normalmente un número elevado de los mismos, dispersados habitualmente sobre un área de gran tamaño correspondiente a un número elevado de células. La FIG. 1 ilustra este punto mostrando un área 101 de difusión general que comprende una serie de células 103. La información de difusión general/multidifusión puede ser un fragmento de noticias de TV, información sobre las condiciones meteorológicas locales, información de mercados de valores, o cualquier otro tipo de información que, en un instante de tiempo determinado, puede resultar interesante para un número elevado de
35 usuarios.

40 Cuando se va a proporcionar la misma información a múltiples terminales móviles dentro de una célula, normalmente resulta beneficioso proporcionar esta información en forma de una única transmisión de radiocomunicaciones de "difusión general" que abarca la célula completa y que es recibida simultáneamente por todos los terminales móviles pertinentes, en lugar de proporcionar la información por medio de transmisiones individuales a cada terminal móvil (es decir, diversas transmisiones de unidifusión).

45 En la medida en la que una transmisión de difusión general dentro de una célula se debe dimensionar para funcionar bajo condiciones del peor caso (por ejemplo, es necesario que la misma pueda llegar a terminales móviles que están en la frontera de la célula, aun cuando otros terminales móviles puedan estar bastante próximos a la antena del transmisor), la misma puede resultar relativamente costosa en términos de los recursos (potencia de transmisión de la estación base) necesarios para proporcionar una velocidad de datos dada del servicio de difusión general. Alternativamente, teniendo en cuenta la relación limitada de señal/ruido que se puede alcanzar en áreas de recepción deficiente dentro de la célula (por ejemplo, el borde de la célula), las velocidades de datos de difusión general alcanzables pueden estar relativamente limitadas, especialmente cuando se trata de células grandes. En ese caso, una manera de aumentar las velocidades de datos de difusión general sería reducir el tamaño de las células,
50 incrementando así la potencia de la señal recibida en el borde de la célula. No obstante, un planteamiento de este tipo haría que aumentase el número de células necesarias para cubrir una cierta área, y por lo tanto sería evidentemente no deseable desde un punto de vista de coste del despliegue.

55 No obstante, tal como se ha descrito anteriormente, la provisión de servicios de difusión general/multidifusión en una red de comunicaciones para móviles se produce típicamente cuando se va a proporcionar información idéntica en un número elevado de células. En tales casos, los recursos (por ejemplo, potencia de transmisión de la estación base) necesarios para proporcionar una velocidad de datos necesaria de difusión general se puede reducir considerablemente si, cuando se detectan/descodifican los datos de difusión general, los terminales móviles en el borde de la célula pueden utilizar la potencia recibida proveniente de múltiples transmisiones de difusión general que

se emiten desde múltiples células.

Una forma de lograr esto es garantizar que las transmisiones de difusión general de diferentes células son verdaderamente idénticas y se transmiten mutuamente alineadas en el tiempo. En estas condiciones, las transmisiones recibidas por el equipo de usuario (UE) (por ejemplo un terminal móvil) desde múltiples células tendrán el aspecto de una única transmisión sujeta a una propagación por múltiples trayectos fuerte. A la transmisión de señales idénticas alineadas en el tiempo desde múltiples células, especialmente cuando se utiliza para proporcionar servicios de difusión general/multidifusión, se le hace referencia en ocasiones como funcionamiento de Red de Frecuencia Única (SFN) o funcionamiento de Red de Frecuencia Única de Multidifusión-Difusión General (MBSFN).

Cuando múltiples células transmiten dichas señales idénticas alineadas en el tiempo, el UE deja de experimentar "interferencia inter-celular" proveniente de sus células vecinas, aunque experimenta en cambio alteración de la señal debido a la dispersión temporal. Si la transmisión de difusión general está basada en el OFDM con un prefijo cíclico que cubre la parte principal de esta "dispersión temporal", las velocidades de datos de difusión general alcanzables se ven de esta manera únicamente limitadas por el ruido, lo cual implica que, especialmente en células de menor tamaño, pueden alcanzarse velocidades de datos de difusión general muy elevadas. Además, el receptor de OFDM no necesita identificar explícitamente las células que se van a combinar de manera flexible (*soft combined*). Por el contrario, todas las células cuyas transmisiones se sitúan dentro del prefijo cíclico contribuirán "automáticamente" a la potencia de la señal recibida del UE.

En cada uno de los modos de unidifusión y multidifusión, la transmisión de enlace descendente de la capa física LTE se basa en el OFDM. Por lo tanto, el recurso físico de enlace descendente LTE, básico, puede interpretarse como una rejilla de tiempo-frecuencia tal como se ilustra en la FIG. 2, en la cual cada uno de los denominados "elementos de recurso" se corresponde con una subportadora de OFDM durante un intervalo de símbolo de OFDM.

Tal como se ilustra en la FIG. 3, las subportadoras de enlace descendente en el dominio de la frecuencia se agrupan en bloques de recursos, donde cada bloque de recursos está compuesto por doce subportadoras consecutivas para una duración de una ranura de 0,5 ms (7 símbolos de OFDM cuando se usa prefijos cíclicos normales (tal como se ilustra) ó 6 símbolos de OFDM cuando se usan prefijos cíclicos extendidos), lo que se corresponde con un ancho de banda nominal de bloques de recursos de 180 kHz.

Por lo tanto, el número total de subportadoras de enlace descendente, incluyendo una subportadora de DC, es igual a $N_c = 12 \cdot N_{RB} + 1$ donde N_{RB} es el número máximo de bloques de recursos que se puede formar a partir de las $12 \cdot N_{RB}$ subportadoras utilizables. La especificación de capa física de LTE prevé realmente que una portadora de enlace descendente esté compuesta por un número cualquiera de bloques de recursos, que va desde $N_{RB-min} = 6$ y mayor, correspondiente a un ancho de banda de transmisión nominal que va desde aproximadamente 1,25 MHz hasta 20 MHz. Esto permite un grado muy alto de flexibilidad del ancho de banda/espectro de LTE, al menos desde un punto de vista de la especificación de la capa física.

Las FIGS. 4a y 4b ilustran la estructura en el dominio del tiempo para la transmisión de enlace descendente de LTE. Cada subtrama 400 de 1 ms está compuesta por dos ranuras de longitud $T_{ranura} = 0,5$ ms ($= 15.360 \cdot T_s$, en donde cada ranura comprende 15.360 unidades de tiempo, T_s). Cada ranura está compuesta en este caso por un número de símbolos de OFDM.

Una separación entre subportadoras $\Delta f = 15$ kHz se corresponde con un tiempo de símbolo útil $T_u = 1 / \Delta f \approx 66,7 \mu s$ ($2.048 \cdot T_s$). El tiempo de símbolo de OFDM total es entonces la suma del tiempo de símbolo útil y la longitud del prefijo cíclico T_{CP} . Se definen dos longitudes de prefijo cíclico. La FIG. 4a ilustra una longitud de prefijo cíclico normal, que permite comunicar siete símbolos de OFDM por ranura. La longitud de un prefijo cíclico normal, T_{CP} es $160 \cdot T_s \approx 5,1 \mu s$ para el primer símbolo de OFDM de la ranura, y $144 \cdot T_s \approx 4,7 \mu s$ para los restantes símbolos de OFDM.

La FIG. 4b ilustra un prefijo de cíclico extendido, el cual, debido a su mayor tamaño, permite comunicar solamente seis símbolos de OFDM por ranura. La longitud de un prefijo cíclico extendido, T_{CP-e} , es $512 \cdot T_s \approx 16,7 \mu s$.

Se observará que, en el caso del prefijo cíclico normal, la longitud del prefijo cíclico para el primer símbolo de OFDM de una ranura es algo mayor que las correspondientes para los restantes símbolos de OFDM. El motivo de esto es simplemente el llenado de la ranura completa de 0,5 ms, ya que el número de unidades de tiempo por ranura, T_s (15.360) no es divisible de forma exacta por siete.

Cuando se tiene en cuenta la estructura de enlace descendente, en el dominio del tiempo, de un bloque de recursos (es decir, el uso de 12 subportadoras durante una ranura de 0,5 ms), se observará que cada bloque de recursos está compuesto por $12 \cdot 7 = 84$ elementos de recursos para el caso del prefijo cíclico normal (ilustrado en la FIG. 3), 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 procedimientos de búsqueda de células, de sincronización, y de medición de potencia de la señal. La búsqueda de células es el procedimiento por el cual el terminal encuentra una célula a la cual puede conectarse potencialmente. Como parte del procedimiento

de búsqueda de células, el terminal obtiene la identidad de la célula y realiza una estimación de la temporización de las tramas de la célula identificada. El procedimiento de búsqueda de células proporciona también estimaciones de parámetros esenciales para la recepción de información del sistema sobre el canal de difusión general, que contiene los parámetros restantes necesarios para acceder al sistema.

- 5 Para evitar una planificación celular complicada, el número de identidades de célula de la capa física debe ser suficientemente grande. Por ejemplo, sistemas de acuerdo con las normativas LTE soportan 504 identidades de célula diferentes. Estas 504 identidades de célula diferentes están divididas en 168 grupos de tres identidades cada uno de ellos.

10 Para reducir la complejidad de la búsqueda de células, la búsqueda de células para el LTE se realiza típicamente en varias etapas que constituyen un proceso que es similar al procedimiento de búsqueda de células de tres etapas del WCDMA. Para ayudar al terminal en este procedimiento, el LTE proporciona una señal de sincronización primaria y una señal de sincronización secundaria en el enlace descendente. Esto se ilustra en la FIG. 5, la cual ilustra la estructura de la interfaz de radiocomunicaciones de un sistema de LTE. La capa física de un sistema de LTE incluye una trama 500 de radiocomunicaciones genérica que tiene una duración de 10 ms. La FIG. 5 ilustra una de estas tramas 500 para un sistema Dúplex por División de Frecuencia (FDD) de LTE. Cada trama tiene 20 ranuras (numeradas de 0 a 19), presentando cada ranura una duración de 0,5 ms que consta normalmente de siete símbolos de OFDM. Una subtrama está constituida por dos ranuras adyacentes, y por lo tanto tiene una duración de 1 ms, estando compuesta normalmente por 14 símbolos de OFDM. Las señales de sincronización primaria y secundaria son secuencias específicas, insertadas en los dos últimos símbolos de OFDM en la primera ranura de cada una de las subtramas 0 y 5. Además de las señales de sincronización, parte del funcionamiento del procedimiento de búsquedas de células aprovecha también señales de referencia que se transmiten en ubicaciones conocidas en la señal transmitida.

25 Además, el LTE se define para poder funcionar tanto en el modo FDD como en el modo Dúplex por División de Tiempo (TDD). Dentro de una portadora, las diferentes subtramas de una trama se pueden usar o bien para transmisión de enlace descendente o bien para la transmisión de enlace ascendente. La FIG. 6a ilustra el caso correspondiente al funcionamiento FDD, en donde se asignan pares del espectro de radiofrecuencia a usuarios, una parte para transmisiones de enlace ascendente, y la otra para transmisiones de enlace descendente. En este funcionamiento, todas las subtramas de una portadora se usan o bien para transmisión de enlace descendente (una portadora de enlace descendente) o bien para transmisión de enlace ascendente (una portadora de enlace ascendente).

30 Por comparación, la FIG. 6b ilustra el caso correspondiente al funcionamiento TDD, se observará que en este funcionamiento, la primera y la sexta subtramas de cada trama (es decir, las subtramas 0 y 5) se asignan siempre para la transmisión de enlace descendente, mientras que las subtramas restantes se pueden asignar de manera flexible para su utilización para la transmisión o bien de enlace descendente o bien de enlace ascendente. El motivo para la asignación predefinida de la primera y la sexta subtramas para la transmisión de enlace descendente es que estas subtramas incluyen las señales de sincronización de LTE. Las señales de sincronización se transmiten sobre el enlace descendente de cada célula y, tal como se ha explicado anteriormente, están destinadas a utilizarse para la búsqueda inicial de células así como para la búsqueda de células vecinas.

40 La FIG. 6b ilustra también la flexibilidad que proporciona el LTE en la asignación de subtramas de enlace ascendente y de enlace descendente durante el funcionamiento TDD. Esta flexibilidad prevé diferentes asimetrías en términos de la cantidad de recursos de radiocomunicaciones (subtramas) asignados, respectivamente, para la transmisión de enlace descendente y de enlace ascendente. Por ejemplo, puede crearse una portadora aproximadamente simétrica 601, igual que una portadora asimétrica con una concentración 603 de enlaces descendentes (es decir, más subtramas de enlace descendente que subtramas de enlace ascendente), y una portadora asimétrica con una concentración 605 de enlaces ascendentes (es decir, más subtramas de enlace ascendente que subtramas de enlace descendente).

50 En la medida en la que es necesario que la asignación de subtramas sea la misma para células vecinas, con el fin de evitar una fuerte interferencia entre transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente entre las células, la asimetría de enlace descendente/enlace ascendente no puede variar dinámicamente, por ejemplo, de una trama a otra. No obstante, se puede hacer variar de una manera más lenta, por ejemplo, para adaptarse a diferentes características del tráfico, tales como diferencias y variaciones en la asimetría del tráfico de enlace descendente/enlace ascendente.

55 En el LTE, para mediciones de traspasos se usa una medición de la Potencia Recibida de Señal de Referencia RSRP. Esto significa que es necesario que el terminal móvil mida la RSRP en la célula de servicio, así como en aquellas células vecinas que han sido detectadas mediante la búsqueda de células. La RSRP se define como la potencia de señal media de los Símbolos o Señales de Referencia (RS) transmitidos del Nodo B (es decir, enlace descendente). Las RSs se transmiten desde el Nodo B desde cada una de posiblemente 1, 2 ó 4 antenas de transmisión, sobre ciertos elementos de recursos (RE) en la rejilla de tiempo-frecuencia. Por ejemplo, en el LTE los elementos de recursos se transmiten cada seis subportadoras en el número de símbolo de OFDM 0 y o bien en el número de símbolo 3 (cuando se usan CPs largos) o bien en el número de símbolo 4 (cuando se usan CPs cortos)

en cada ranura (compuesta o bien por 6 ó bien por 7 símbolos de OFDM, en función de si se están usando CPs largos o cortos). Además, la RS en el número de símbolo 3 / 4 está desplazada en tres subportadoras con respecto a la RS en el primer símbolo de OFDM.

5 Con el fin de llegar a una medición de RSRP que sea verdaderamente representativa de las condiciones de la señal, es necesario que el UE promedie una serie de mediciones obtenidas en una serie de ranuras (y subtramas). Para el funcionamiento FDD, esto se puede realizar fácilmente ya que las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente se producen en portadoras independientes, y por lo tanto se pueden usar todas las subtramas de las portadoras de enlace descendente para generar una estimación de la RSRP.

10 No obstante, para el funcionamiento TDD, las transmisiones de enlace ascendente y de enlace descendente comparten la misma frecuencia portadora, con lo que no todas las subtramas pueden utilizarse. Para complicar las cosas, la configuración de enlace ascendente/enlace descendente para diferentes células vecinas podría ser – en el caso general – diferente. La configuración de enlace ascendente/enlace descendente de una célula recién detectada (es decir, una célula que acaba de ser detectada como potencial candidato de traspaso mediante el procedimiento de búsqueda de células) es desconocida para el UE en el momento de la detección. Convencionalmente, esta información en primer lugar se pone en conocimiento del UE en el momento del traspaso a esa célula.

15 Por consiguiente, convencionalmente se requiere que el UE se base en RSs transmitidas en únicamente aquellas subtramas de las que se garantiza que están asociadas a transmisiones de enlace descendente (por ejemplo, subtramas de sincronización 0 y 5 en el LTE, según se ilustra en la FIG. 6b). La limitación a las RSs de únicamente estas ranuras da como resultado una medición de la RSRP (o similar) con ruido, con lo que es necesario un tiempo de promediado mayor para generar un valor útil, lo cual retarda el procedimiento de traspaso.

20 No obstante, en una configuración de enlace ascendente/enlace descendente TDD típica, hay más subtramas de enlace descendente que simplemente las subtramas de sincronización. Una super-trama en el LTE es 10 ms divididos en diez subtramas de 1 ms, dos de las cuales son subtramas de sincronización (véase, por ejemplo, la FIG. 5). Típicamente, la configuración de enlace ascendente/enlace descendente es 40/60 ó incluso 30/70, con lo que realmente hay más subtramas de enlace descendente (por tanto más RSs) disponibles que simplemente las RSs incluidas en las subtramas de sincronización (correspondientes a una asignación de enlace descendente/enlace ascendente de 20/80).

El documento 3GPP TS 36.214 V8.0.0, Capa Física, Mediciones, da a conocer mediciones de potencia de enlace descendente en un sistema de comunicaciones para móviles LTE.

30 Por lo tanto, existe una necesidad de métodos y aparatos que puedan detectar la configuración de enlace ascendente/enlace descendente en el funcionamiento TDD para células vecinas, en el momento en el que dichas células son detectadas por primera vez, con el fin de mejorar el rendimiento de las mediciones de la RSRP (o similares).

Sumario

35 Debe ponerse énfasis en que los términos “comprende” y “comprendiendo”, cuando se utilizan en esta memoria descriptiva, se toman para especificar la presencia de características, enteros, etapas o componentes mencionados; no obstante, el uso de estos términos no excluye la presencia o adición de otra u otras características, enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

40 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, los anteriores y otros objetivos se alcanzan en métodos y aparatos que hacen funcionar un equipo de usuario (UE) en un sistema de telecomunicaciones celulares. Dicho funcionamiento incluye recibir una señal de una célula vecina y detectar una característica de la señal recibida. La característica detectada se usa como indicador en un proceso de detección ciega para identificar una o más ranuras de enlace descendente en la señal recibida. A continuación, señales piloto conocidas en la ranura o ranuras de enlace descendente identificadas se usan para obtener una medición de potencia de señal correspondiente a la señal recibida.

En algunas realizaciones, la característica detectada es un perfil de potencia en el dominio de la frecuencia detectado, y el proceso de detección ciega comprende comparar el perfil de potencia en el dominio de la frecuencia detectado con por lo menos uno de un perfil de potencia de enlace descendente, nominal, y un perfil de potencia de enlace ascendente, nominal.

50 En realizaciones alternativas, la característica detectada es un indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) detectado, y el proceso de detección ciega comprende, para cada uno de uno o más símbolos de OFDM, comparar el RSSI detectado con por lo menos uno de un perfil de potencia de RSSI de enlace descendente, nominal, y un perfil de potencia de RSSI de enlace ascendente, nominal.

55 Todavía en otras realizaciones alternativas, la característica detectada es un contenido de información detectado de elementos de recursos de la señal recibida de los que se sabe que son elementos de recursos de símbolos de referencia en una subtrama de enlace ascendente, en donde cada elemento de recurso está definido por la

frecuencia subportadora y el tiempo de aparición; y el proceso de detección ciega comprende correlacionar el contenido de información detectado con contenido de información de uno o más símbolos de referencia conocidos.

Todavía en otras realizaciones alternativas, la característica detectada es un ajuste detectado de control automático de ganancia usado para recibir la señal recibida; y el proceso de detección ciega comprende comparar el ajuste detectado de control automático de ganancia con un ajuste de control automático de ganancia de una ranura de enlace descendente conocida.

Los diversos procesos de detección ciega son también útiles para identificar si una ranura de una señal de célula vecina es una ranura de unidifusión de enlace descendente o una ranura de Red de Frecuencia Única de Multidifusión-Difusión general. Con esta información, un equipo de usuario puede utilizar señales piloto conocidas en la ranura o ranuras de unidifusión de enlace descendente identificadas para obtener una medición de potencia de señal correspondiente a la señal recibida. En algunas realizaciones, aunque no necesariamente en todas, el equipo de usuario puede utilizar adicionalmente señales piloto específicas de cada célula, en ranuras de Red de Frecuencia Única de Multidifusión-Difusión General para obtener la medición de potencia de señal correspondiente a la señal recibida.

Breve descripción de los dibujos

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

la FIG. 1 ilustra un área de difusión general que comprende una serie de células de un sistema de telecomunicaciones.

La FIG. 2 ilustra una rejilla de tiempo-frecuencia y un recurso físico de enlace descendente LTE ejemplificativo ("elemento de recurso") que se corresponde con una subportadora de OFDM durante un intervalo de símbolo de OFDM.

La FIG. 3 es una rejilla de tiempo-frecuencia que ilustra cómo se agrupan en bloques de recursos subportadoras de enlace descendente en el dominio de la frecuencia.

La FIG. 4a ilustra una longitud de un denominado prefijo cíclico "normal", que permite comunicar siete símbolos de OFDM por ranura.

La FIG. 4b ilustra un prefijo cíclico extendido, el cual, debido a su mayor tamaño, permite comunicar solamente seis símbolos de OFDM por ranura.

La FIG. 5 ilustra la estructura de la interfaz de radiocomunicaciones de un sistema LTE.

La FIG. 6a ilustra un diagrama de temporización de señales para el caso del funcionamiento FDD, en donde se asignan a usuarios pares del espectro de radiofrecuencia, una parte para transmisiones de enlace ascendente, y la otra para transmisiones de enlace descendente.

La FIG. 6b ilustra un diagrama de temporización de señales para el caso del funcionamiento TDD.

La FIG. 7a es un diagrama de temporización de señales de una subtrama de enlace descendente ejemplificativa en un sistema de comunicaciones para móviles LTE.

La FIG. 7b es un gráfico de la potencia media de enlace descendente para las dos ranuras de la FIG. 7a representada en función del tiempo.

La FIG. 7c representa dos transmisiones de datos de enlace ascendente de una subtrama ejemplificativa de enlace ascendente del sistema LTE.

La FIG. 7d es un gráfico de la potencia media para el periodo de tiempo ilustrado en la FIG. 7c, representada en función del tiempo.

La FIG. 8 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos ejemplificativos que se llevan a cabo en un UE de acuerdo con realizaciones acordes con la invención.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques de un UE ejemplificativo adaptado para llevar a cabo varios aspectos de la invención.

La FIG. 10 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo en un UE de acuerdo con realizaciones en las cuales un proceso de detección ciega se basa en un perfil de potencia en el dominio de la frecuencia, de una señal recibida.

La FIG. 11 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo en un UE de acuerdo con realizaciones en las cuales un proceso de detección ciega se basa en el contenido de elementos de recursos y

podrían estar transportando símbolos de referencia.

La FIG. 12 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo en un UE de acuerdo con realizaciones en las cuales un proceso de detección ciega se basa en ajustes de AGC en el receptor.

5 La FIG. 13 representa un elemento de recurso de MBSFN ejemplificativo transmitido en un puerto de antena en el transcurso de dos ranuras secuenciales.

La FIG. 14 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos ejemplificativos llevados a cabo en un UE de acuerdo con realizaciones que permiten que el UE detecte si ranuras de una señal de una célula vecina son ranuras de unidifusión de enlace descendente o ranuras de MBSFN.

Descripción detallada

10 A continuación se describirán las diversas características de la invención en referencia a las figuras, en las cuales partes equivalentes se identifican con los mismos caracteres de referencia.

Seguidamente se describirán de forma más detallada los diversos aspectos de la invención en relación con una serie de realizaciones ejemplificativas. Para facilitar la comprensión de la invención, muchos aspectos de la misma se describen en términos de secuencias de acciones que deben ser ejecutadas por elementos de un sistema de
15 ordenador u otro hardware con capacidad 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 discretas interconectadas para llevar a cabo una función especializada), por instrucciones de programa ejecutadas por una o más procesadores, o por una combinación de ambos. Por otra parte, la invención se puede considerar adicionalmente como materializada en su totalidad en cualquier forma de soporte legible por
20 ordenador, tal como memoria de estado sólido, disco magnético, o disco óptico que contenga un conjunto apropiado de instrucciones de ordenador que provocaría que un procesador llevase a cabo las técnicas descritas en la presente. Por tanto, los diversos aspectos de la invención se pueden materializar en 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, en la presente se puede hacer referencia a cualquiera de estas formas de realizaciones como
25 "lógica configurada para" llevar a cabo una acción descrita, o alternativamente como lógica que "lleva a cabo una acción descrita".

En un aspecto de realizaciones acordes con la invención, se usa un proceso de detección ciega para detectar la configuración de enlace ascendente/enlace descendente de una célula vecina detectada. Diferentes realizaciones utilizan información de que la tecnología de transmisión de enlace ascendente difiere con respecto a la de
30 transmisiones de enlace descendente. Por ejemplo, en un sistema LTE, las transmisiones de enlace ascendente utilizan FDMA de una sola portadora (SC-FDMA), mientras que las transmisiones de enlace descendente se basan en el OFDM. Esto significa que las señales asociadas a ranuras (y subtramas) de enlace ascendente diferirán con respecto a aquellas asociadas a ranuras (y subtramas) de enlace descendente. Por tanto, el UE puede, por ejemplo, distinguir entre transmisiones de enlace ascendente y de enlace descendente correlacionando un perfil de potencia en el dominio de la frecuencia (por sub-portadora y símbolo de OFDM) de una señal recibida con un patrón de perfil
35 de potencia típico en el dominio de la frecuencia, de una transmisión de enlace descendente, para detectar si la ranura/subtrama es de enlace ascendente o de enlace descendente.

En una realización alternativa, se realiza una correlación solamente con el perfil de potencia media por símbolo de OFDM (sobre subtrama).

40 Todavía en otra realización, se puede realizar una correlación con las posiciones potenciales de RSs de enlace descendente con el fin de detectar las subtramas de DL.

Todavía en otra realización, se pueden usar ajustes de la AGC en el receptor de la etapa frontal para la detección de subtramas de UL y DL.

45 Una vez que se ha detectado la configuración de enlace ascendente/enlace descendente de la célula detectada mediante cualquiera de las técnicas de detección ciega, el UE puede utilizar más RSs de enlace ascendente para estimar la potencia de la señal de la célula (por ejemplo, la RSRP).

En otras alternativas, técnicas de detección ciega también pueden determinar si se han detectado subtramas de DL o subtramas de MBSFN.

Estos y otros aspectos se describen de forma detallada en lo sucesivo.

50 La FIG. 7a es un diagrama de temporización de señales de una subtrama ejemplificativa de enlace descendente (1 ms, dividido en dos ranuras de enlace descendente) en un sistema de comunicaciones para móviles LTE. Incluidos en esta subtrama se encuentran REs que se utilizan para transportar RS para la antena 1 de transmisión (indicada "R" en la figura) y también REs que se usan para transportar RSs asociadas a una potencial antena 2 de transmisión (indicada "S" en la figura). En la FIG. 7a se muestran también las posiciones en las que se envía información de

control (indicada "C" en la figura). Se observará que la información de control se comunica solamente en los primeros 1, 2 ó 3 símbolos de OFDMA de cada subtrama, mientras que las RSs están presentes en las dos ranuras. El resto de los REs se asignan, en su mayoría, a transmisión de datos.

5 Típicamente, una célula no está cargada en su totalidad. Por lo tanto, solamente una fracción de los REs de datos son no vacíos. Para ilustrar este aspecto, un primer grupo sombreado de REs 701 en la FIG. 7a representa una primera transmisión de datos, y un segundo grupo sombreado de REs 703 representa una segunda transmisión de datos. En este ejemplo los REs de datos restantes no se usan.

10 La FIG. 7b es un gráfico de la potencia media de enlace descendente para las dos ranuras de la FIG. 7a representada en función del tiempo. Puesto que las RSs así como partes de la señalización de control se transmiten siempre, el Indicador de Potencia de la señal Recibida (RSSI) es diferente para símbolos de OFDM diferentes. Típicamente, los símbolos de OFDM 0 y 1 (que contienen información de control así como RSs) tienen la mayor potencia, los símbolos de OFDM que contienen RSs, pero no información de control, tienen una potencia media ligeramente inferior, y los símbolos de OFDM que tienen solamente información de datos por término medio tienen la potencia más baja.

15 La situación es diferente en la dirección de enlace ascendente cuando se usa una tecnología de modulación diferente. Por ejemplo, en un sistema LTE, se usa el SC-FDMA para transmisiones de enlace ascendente. Los datos y el control, que se envían en un canal compartido físico de enlace ascendente (PUCCH) y un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) respectivamente, se envían en bloques de recursos independientes. Consecuentemente, un UE que transmite datos utiliza frecuencias asignadas continuamente durante por lo menos
20 una cantidad de tiempo correspondiente a una subtrama (es decir, 2 ranuras). La FIG. 7c representa dos transmisiones 705 y 707 de datos para ilustrar este aspecto. Los UEs que transmiten solamente información de control (por ejemplo, ACK/NACK de bloques de enlace descendente) tienen un bloque de tiempo-frecuencia consecutivo al final del BW del sistema. La FIG. 7c representa dos transmisiones 709 y 711 de señalización de control para ilustrar este aspecto.

25 La FIG. 7d es un gráfico de la potencia media para el periodo de tiempo ilustrado en la FIG. 7c, representado en función del tiempo. Debido a la naturaleza continua de las transmisiones, el perfil de potencia en el dominio de la frecuencia está extendido más uniformemente sobre la subtrama. En un aspecto de algunas realizaciones acordes con la invención, esta propiedad se utiliza para permitir que un UE detecte si la señal recibida de una célula detectada se corresponde con una subtrama de enlace descendente o de enlace ascendente.

30 La FIG. 8 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos ejemplificativos llevados a cabo en un UE de acuerdo con realizaciones acordes con la invención. En otro aspecto, la FIG. 8 se puede considerar que es un diagrama de bloques de un UE 800 que comprende lógica configurada para llevar a cabo las funciones descritas diversamente. Se supone en el inicio que el UE está conectado a una célula de servicio y está buscando células vecinas TDD. La célula vecina podría estar funcionando o bien sobre una intra-frecuencia (es decir, la misma
35 frecuencia portadora que la célula de servicio) o bien sobre una inter-frecuencia (es decir, una frecuencia portadora diferente a la utilizada por la célula de servicio). En el caso del funcionamiento con inter-frecuencia, el UE típicamente realiza sus mediciones durante instancias de tiempo en los cuales se ha interrumpido la recepción de datos de la célula de servicio.

40 El UE utiliza cualquiera de entre una serie de algoritmos de búsqueda conocidos para descubrir una célula vecina (ruta "SÍ" que sale del bloque de decisión 801). El algoritmo de búsqueda particular que se utiliza para esta finalidad queda fuera del alcance de la invención.

Una vez que se ha detectado una célula vecina, se recibe (etapa 803) una señal de la célula vecina. Se detecta (etapa 805) una característica de la señal recibida y a continuación la misma se usa como indicador en un proceso de detección ciega para identificar una o más ranuras de enlace descendente en la señal recibida (etapa 807). La
45 característica particular detectada dependerá del tipo de proceso de detección ciega utilizado. Estos aspectos se describen de forma más detallada posteriormente.

Tras haber identificado una o más ranuras de enlace descendente, una señal piloto conocida en estas ranuras de enlace descendente se utiliza para obtener una medición de la potencia (o similar) de la señal correspondiente a la señal recibida (etapa 809).

50 En la FIG. 9 se muestra un diagrama de bloques de un UE 900 adaptado para llevar a cabo varios aspectos de la invención. Se apreciará que los bloques funcionales representados en la FIG. 9 se pueden combinar y re-ordenar según una variedad de formas equivalentes, y que muchas de las funciones pueden ser ejecutadas por uno o más procesadores de señal digital programados adecuadamente.

55 Tal como se representa en la FIG. 9, un UE 900 tiene una antena 901 que es compartida por circuitería del receptor así como por circuitería 902 del transmisor. En la medida en la que los diversos aspectos de la invención se refieren principalmente al funcionamiento del receptor, no se describe en este caso de forma detallada la circuitería 902 del transmisor.

Cuando un conmutador 903 está en una posición de recepción, el UE 900 recibe una señal de radiocomunicaciones de enlace descendente a través de la antena 901 y, típicamente, convierte en sentido descendente la señal de radiocomunicaciones recibida a una señal de banda base analógica en un receptor de etapa frontal (Fe RX) 905. Con este fin, al receptor 905 de etapa frontal se le suministra una frecuencia portadora generada localmente, f_c . La señal de banda base se conforma espectralmente por medio de un filtro analógico 907 que tiene un ancho de banda BW_0 , y la señal de banda base conformada generada por el filtro 907 se corrige en cuanto a ganancia por medio de una circuitería 909 de control automático de ganancia (AGC). A continuación, la señal corregida en ganancia se convierte de forma analógica a digital por medio de un conversor analógico-a-digital (ADC) 911.

La señal de banda base digitalizada se conforma espectralmente de manera adicional por medio de un filtro digital 913 que tiene un ancho de banda BW_{sync} , el cual se corresponde con el ancho de banda de los símbolos o señales de sincronización incluidos en la señal de enlace descendente. La señal conformada generada por el filtro 913 se proporciona a una unidad 915 de búsqueda de células que ejecuta uno o más métodos de búsqueda de células según se especifique para el sistema de comunicaciones particular (por ejemplo, 3G LTE). Típicamente, dichos métodos conllevan la detección de señales predeterminadas de canales de sincronización primarios y/o secundarios (P/S-SCH) en la señal recibida según se ha descrito anteriormente.

La señal de banda base digitalizada es proporcionada también por el ADC 911 a un filtro digital 917 que tiene el ancho de banda BW_0 , y la señal de banda base digital filtrada se proporciona a un procesador 919 que implementa una Transformada Rápida de Fourier (FFT) u otro algoritmo adecuado que genera una representación en el dominio de la frecuencia (espectral) de la señal de banda base. La unidad 915 de búsqueda de células intercambia señales de temporización adecuadas con el procesador 919 para cada célula candidata; es decir, para cada célula cuya potencia de la señal (por ejemplo, RSRP) será medida.

Las muestras en el dominio de la frecuencia se aportan también a una unidad 923 de correlación que correlaciona las muestras o bien con (a) las posiciones conocidas de RS de enlace descendente, o bien con (b) un patrón de RSSI o perfil de potencia (de sub-portadora) de enlace descendente, típico, según se describirá de forma más detallada posteriormente. A continuación, la salida de la unidad 921 de correlación se aporta a una unidad de control (CU) 923 que, basándose en el resultado de la correlación, detecta qué subtramas son de enlace descendente y cuáles son de enlace ascendente. Esa información (es decir, el número y la posición de subtramas de enlace descendente) se aporta entonces a una unidad 925 de estimación de canales (y la FFT 919).

La unidad 915 de búsqueda de células proporciona también identificaciones de célula y REs correspondientes a RSs para cada célula candidata i a la unidad 925 de estimación de canales, la cual recibe también señales de temporización del procesador 919 y, usando la información de qué subtramas son subtramas de enlace descendente, genera una estimación de canal H_j^i para cada una de varias subportadoras j y una estimación de la potencia de señal (por ejemplo, RSRP, S_j^i) para la célula candidata i .

La unidad 925 de estimación de canales proporciona las estimaciones de canal H_j^i a un detector 927 de símbolos. A continuación, los símbolos detectados se ponen a disposición para un procesamiento adicional en el UE (no mostrado). Las estimaciones de potencia generadas por la unidad 925 de estimación de canales también se usan típicamente en un procesamiento adicional de la señal en el UE.

La detección ciega de enlace ascendente/enlace descendente puede adoptar cualquiera de entre una serie de realizaciones. Las mismas se describen en el siguiente texto.

En un aspecto de algunas realizaciones, un perfil de potencia en el dominio de la frecuencia es la característica sobre la cual se realiza la detección ciega. La FIG. 10 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo en un UE de acuerdo con estas realizaciones. En otro aspecto, la FIG. 10 también se puede considerar como un diagrama de bloques de un UE 1000 que tiene lógica configurada para llevar a cabo los diversos procesos/etapas descritos. En estas realizaciones pueden usarse dos planteamientos diferentes. El primero – y menos complejo – es correlacionar una subtrama recibida con la potencia media (RSSI total) por cada símbolo de OFDM. Es decir, se mide (etapa 1001) un perfil de potencia de cada símbolo de OFDM, y se correlaciona el mismo con un perfil de potencia de enlace descendente nominal (por ejemplo, típico) (etapa 1003), tal como se ilustra en la FIG. 7b. La correlación se puede realizar sobre una subtrama. Para mejorar el rendimiento, el perfil se puede promediar (aunque no es necesario) sobre una serie de subtramas. El valor de correlación resultante se compara con un umbral (bloque de decisión 1005). Si el valor de la correlación está por encima del umbral (ruta Sí que sale del bloque de decisión 1005), entonces se ha detectado una subtrama de enlace descendente, en caso contrario (ruta NO que sale del bloque de decisión 1005) se ha detectado una subtrama de enlace ascendente. El umbral se podría obtener, por ejemplo, a partir del perfil de potencia correspondiente a la subtrama de sincronización (es decir, una subtrama de la cual se sabe que es una subtrama de enlace descendente para el UE). Un procesamiento adicional (no mostrado) prosigue de acuerdo con si la detección fue de una subtrama de enlace ascendente de enlace descendente.

De manera equivalente, en lugar de correlacionar el símbolo de OFDM con un perfil de potencia de enlace descendente, nominal, el mismo se correlaciona en cambio con un perfil de potencia de enlace ascendente, nominal (por ejemplo, típico), tal como se ilustra en la FIG. 7d. En este caso, el valor de correlación que supera el valor de

umbral indica que se ha detectado una subtrama de enlace ascendente. En caso contrario, la subtrama es una subtrama de enlace descendente.

Una realización alternativa conlleva una variante más complicada, en la cual la correlación se realiza sobre cada sub-portadora. Por tanto, para cada símbolo de OFDM se estima la potencia por sub-portadora y la misma se correlaciona con un perfil de potencia típico, el cual ahora tiene dos dimensiones, a saber, tiempo y frecuencia. Nuevamente, la correlación se compara con un umbral, según se ha descrito anteriormente, con el fin de determinar si la señal analizada está asociada a una subtrama de enlace ascendente o de enlace descendente.

En un aspecto de algunas realizaciones alternativas, los REs que podrían estar transportando RSs sirven como característica sobre la cual se realiza la detección ciega. La FIG. 11 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo en un UE de acuerdo con estas realizaciones. En otro aspecto, la FIG. 11 también se puede considerar como un diagrama de bloques de un UE 1100 que tiene lógica configurada para ejecutar los diversos procesos/etapas descritos. Con este planteamiento de detección, el UE 1100 desaleatoriza los REs (con código de aleatorización correspondiente a la ID de célula de la célula vecina) que – en el caso de una subtrama de enlace descendente – son RSs (etapa 1101). A continuación, los REs desaleatorizados se correlacionan con el patrón de RS nominal (etapa 1103). El valor de correlación se compara entonces con un umbral (bloque de decisión 1105). Si el valor de la correlación supera el valor de umbral (ruta SÍ que sale del bloque de decisión 1105), se considera que la subtrama es una subtrama de enlace descendente. En caso contrario (ruta NO que sale del bloque de decisión 1105), se considera que la subtrama es una subtrama de enlace ascendente. Un procesado adicional (que no se muestra) prosigue en concordancia con si la detección fue de una subtrama de enlace ascendente o de enlace descendente.

En un aspecto de algunas otras realizaciones alternativas, los ajustes de AGC en el receptor sirven como característica sobre la cual se realiza la detección ciega. La FIG. 12 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos llevados a cabo en un UE de acuerdo con estas realizaciones. En otro aspecto, la FIG. 12 también puede considerarse como un diagrama de bloques de un UE 1200 que tiene lógica configurada para llevar a cabo los diversos procesos/etapas descritos.

Uno de los principios sobre cuya base funcionan estas realizaciones es que las subtramas de enlace ascendente pueden estar compuestas por una señal con baja potencia de señal, por ejemplo como consecuencia de que no tenga lugar en absoluto ninguna transmisión de enlace ascendente o debido a que un UE transmisor esté alejado del UE 1200 que está intentando recibir la señal (y medir la potencia de señal). En ambos casos mencionados, la potencia de señal recibida en una subtrama de este tipo es pequeña en comparación con la de una subtrama de enlace descendente. En caso de que el UE transmisor esté cerca del UE 1200 que está intentando recibir la señal, la señal de entrada tendrá una intensidad elevada con respecto a la intensidad de una señal asociada a una subtrama de enlace descendente. Puesto que el UE 1200, una vez que ha detectado la célula vecina, conoce siempre por lo menos algunas de las subtramas de enlace descendente (es decir, aquellas subtramas que se usan para transmisiones de enlace descendente con independencia de la configuración de UL/DL), el UE 1200 puede comparar los ajustes del AGC de una subtrama desconocida con aquellos asociados a una subtrama de enlace descendente conocida. Si la comparación revela una diferencia suficientemente grande, esto puede tomarse como un indicador de una subtrama de enlace ascendente; en caso contrario, puede considerarse que la subtrama desconocida es una subtrama de enlace descendente. En algunas realizaciones, dicha información también podría usarse para determinar la configuración de subtramas de UL/DL.

Así, de acuerdo con estas realizaciones, el UE 1200 determina los ajustes del AGC de una o más subtramas de enlace descendente conocidas (etapa 1201). Seguidamente, los ajustes del AGC de una subtrama “desconocida” candidata se comparan con los correspondientes de la(s) subtrama(s) de sentido descendente conocida(s) (etapa 1203). Si la comparación revela grandes diferencias (ruta SÍ que sale del bloque de decisión 1205), entonces se considera que la subtrama candidata es una subtrama de enlace ascendente. En caso contrario (ruta NO que sale del bloque de decisión 1205), se considera que la subtrama candidata es una subtrama de enlace descendente. Por ejemplo, si los ajustes del AGC difieren en más de un factor de 5 (7 dB) o similar, entonces es razonable considerar la presencia de una subtrama de enlace ascendente en lugar de enlace descendente. Por tanto, si un ajuste del AGC es x para una subtrama de enlace descendente conocida, puede considerarse que se ha detectado una subtrama de enlace ascendente si el ajuste del AGC está por debajo de $0,2x$ o por encima de $5x$.

Un procesado adicional (no mostrado) prosigue de acuerdo con si se detectó una subtrama de enlace ascendente o de enlace descendente.

Varios aspectos de realizaciones acordes con la invención se han descrito en términos de detección de subtramas de enlace descendente en una célula vecina de TDD. No obstante, las técnicas de detección ciega también pueden aplicarse a otros escenarios. Uno de estos escenarios es el funcionamiento de MBSFN, en el cual algunas de las subtramas de enlace descendente se asignan para uso de difusión general. Estas subtramas de enlace descendente tienen una estructura ligeramente diferente con respecto a subtramas de unidifusión ordinarias. Esta diferencia se ilustra en la FIG. 13, la cual representa un elemento de recurso de MBSFN ejemplificativo, transmitido en el puerto 4 de antena durante el curso de dos ranuras secuenciales. Se recordará que en el funcionamiento de MBSFN, se hace que una transmisión síncrona de multidifusión/difusión general multi-célula tenga el aspecto de una única

transmisión sobre un canal de múltiples trayectos. Para adaptarse a los mayores retardos de propagación (es decir, un UE recibe transmisiones no solamente del Nodo B más próximo, sino también de Nodos B vecinos), se usa un CP extendido. Por tanto, cada ranura tiene solamente seis símbolos de OFDM en lugar de los siete que están normalmente presentes en el funcionamiento de unidifusión.

- 5 La estimación de canales para la desmodulación coherente de una transmisión de MBSFN no se puede basar directamente en las señales de referencia específicas de cada célula (R_{CS}) “normales” descritas anteriormente, ya que estas señales de referencia no se transmiten por medio de la MBSFN, y por lo tanto no reflejan el canal de MBSFN compuesto. En su lugar, se insertan símbolos de referencia adicionales (R_4) en subtramas de MBSFN, tal como se ilustra en la FIG. 13. Estos símbolos de referencia se transmiten por medio de la MBSFN; es decir, todas las células involucradas en la transmisión de MBSFN transmiten símbolos de referencia idénticos (el mismo valor complejo dentro del mismo elemento de recurso). Así, la señal de referencia recibida correspondiente se puede usar directamente para la estimación del canal compuesto de MBSFN, permitiendo una desmodulación coherente de la transmisión de MBSFN.

- 15 Aunque no hay necesidad de transmitir señalización de control de L1/L2 de enlace descendente relacionada con la transmisión de Canales Compartidos de Enlace Descendente (DL-SCH) en subtramas de MBSFN, puede que haya sin embargo otra señalización de control de L1/L2 de enlace descendente que debe transmitirse en subtramas de MBSFN (por ejemplo, concesiones de planificación para transmisión de UL/SCH). Consecuentemente, también es necesario transmitir señales de referencia específicas de cada célula (R_{CS}) normales dentro de las subtramas de MBSFN, en paralelo con la señal de referencia basada en la MBSFN. No obstante, puesto que la señalización de control de L1/L2 está confinada a la primera parte de la subtrama, dentro de las subtramas de MBSFN se transmiten solamente los símbolos de referencia específicos de cada célula en el primer símbolo de OFDM de la subtrama (así como el segundo símbolo de OFDM de la subtrama en caso de cuatro antenas de transmisión), tal como se muestra en la FIG. 13.

- 20 Como consecuencia de esta disposición, las subtramas de MBSFN tienen menos RSs de los que se pueden usar para mediciones de RSRP (es decir, únicamente aquellos que se encuentran en el primer símbolo de OFDM por cada subtrama). Aparte de saber que en la MBSFN hay siempre dos subtramas de sincronización que tienen símbolos de referencia específicos de cada célula, un UE no conoce el número y la posición exactos de subtramas ordinarias y de MBSFN en una célula vecina. Esta incertidumbre provoca un problema para un UE que desea realizar mediciones de potencia de señales de referencia específicas de cada célula, de una célula vecina.

- 25 Aspectos de la invención afrontan este problema en la medida en la que pueden utilizarse planteamientos similares a los descritos anteriormente (por ejemplo, correlación con las posiciones de RS para una subtrama de DL ordinaria) con el fin de detectar qué subtramas son subtramas de MBSFN y cuáles no lo son. La medición de la RSRP se puede adaptar consecuentemente al número detectado de subtramas ordinarias. Obsérvese también que, con respecto a funcionamiento de MBSFN, los diversos aspectos de la invención son aplicables al modo tanto TDD como FDD LTE.

- 30 La FIG. 14 es, en cierta medida, un diagrama de flujo de etapas/procesos ejemplificativos llevados a cabo en un UE de acuerdo con realizaciones acordes con la invención. En otro aspecto, la FIG. 14 se puede considerar que es un diagrama de bloques de un UE 1400 que comprende lógica configurada para llevar a cabo las funciones diversamente descritas. Se supone que en el inicio el UE está conectado a una célula de servicio y está buscando células vecinas TDD o FDD. La célula vecina podría estar funcionando o bien sobre una intra-frecuencia (es decir, la misma frecuencia portadora que la célula de servicio) o bien sobre una inter-frecuencia (es decir, una frecuencia portadora diferente de la utilizada por la célula de servicio). En el caso del funcionamiento de inter-frecuencia, el UE típicamente realiza sus mediciones durante instancias de tiempo en las cuales se ha interrumpido la recepción de datos de la célula de servicio.

- 35 El UE utiliza cualquiera de entre una serie de algoritmos de búsqueda conocidos para descubrir una célula vecina (ruta “SÍ” que sale del bloque de decisión 1401). El algoritmo de búsqueda particular que se utiliza para esta finalidad queda fuera del alcance de la invención.

- Una vez que se ha detectado una célula vecina, se recibe (etapa 1403) una señal de la célula vecina. Se detecta (etapa 1405) una característica de la señal recibida y a continuación la misma se usa como indicador en un proceso de detección ciega para identificar una o más ranuras de unidifusión de enlace descendente (o alternativamente, ranuras de MBSFN) en la señal recibida (etapa 1407). La característica particular detectada dependerá del tipo de proceso de detección ciega utilizado. Estos aspectos se han descrito de forma detallada anteriormente.

- Tras haber identificado una o más ranuras de unidifusión de enlace descendente, una señal piloto conocida en estas ranuras de enlace descendente se utiliza para obtener una medición de la potencia (o similar) de la señal correspondiente a la señal recibida (etapa 1409). En algunas realizaciones, aunque no necesariamente en todas, en la estimación de la RSRP se usan también RSs específicos de cada célula, de las subtramas de MBSFN.

La invención se ha descrito en referencia a realizaciones particulares. No obstante, se pondrá fácilmente de manifiesto para aquellos expertos en la materia, que es posible materializar la invención en formas específicas

diferentes a las correspondientes de la realización antes descrita. Las realizaciones descritas son meramente ilustrativas y no deben considerarse limitativas en modo alguno. El alcance de la invención viene dado por las reivindicaciones adjuntas, más que por la descripción que las precede.

REIVINDICACIONES

1. Método de funcionamiento de un equipo de usuario (UE) en un sistema de telecomunicaciones celulares, comprendiendo el método:
recibir una señal de una célula vecina;
- 5 detectar una característica de la señal recibida;

usar la característica detectada como indicador en un proceso de detección ciega para identificar una o más ranuras de enlace descendente en la señal recibida; y

usar señales piloto conocidas en la ranura o ranuras de enlace descendente identificadas para obtener una medición de la potencia de la señal correspondiente a la señal recibida.
- 10 2. Método de la reivindicación 1, en el que:

la característica detectada es un perfil de potencia en el dominio de la frecuencia, detectado; y

el proceso de detección ciega comprende comparar el perfil de potencia en el dominio de la frecuencia, detectado, con por lo menos uno de un perfil de potencia de enlace descendente, nominal, y un perfil de potencia de enlace ascendente, nominal.
- 15 3. Método de la reivindicación 1, en el que:

la característica detectada es un indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) detectado; y

el proceso de detección ciega comprende, para cada uno de uno o más símbolos de OFDM, comparar el RSSI detectado con por lo menos uno de un perfil de potencia de RSSI de enlace descendente, nominal, y un perfil de potencia de RSSI de enlace ascendente, nominal.
- 20 4. Método de la reivindicación 1, en el que:

la característica detectada es un contenido de información detectado de elementos de recursos de la señal recibida de los cuales se sabe que son elementos de recursos de símbolos de referencia en una subtrama de enlace descendente, en donde cada elemento de recurso queda definido por la frecuencia subportadora y el tiempo de aparición; y
- 25 el proceso de detección ciega comprende correlacionar el contenido de información detectado con contenido de información de uno o más símbolos de referencia conocidos.
5. Método de la reivindicación 1, en el que:

la característica detectada es un ajuste detectado del control automático de ganancia, usado para recibir la señal recibida; y
- 30 el proceso de detección ciega comprende comparar el ajuste detectado del control automático de ganancia con un ajuste del control automático de ganancia de una ranura de enlace descendente conocida.
6. Equipo de usuario (UE) para un sistema celular de telecomunicaciones, comprendiendo el equipo de usuario:
lógica configurada para recibir una señal de una célula vecina;
lógica configurada para detectar una característica de la señal recibida;
- 35 lógica configurada para usar la característica detectada como indicador en un proceso de detección ciega con el fin de identificar una o más ranuras de enlace descendente en la señal recibida; y

lógica configurada para usar señales piloto conocidas en la ranura o ranuras de enlace descendente identificadas con el fin de obtener una medición de la potencia de la señal correspondiente a la señal recibida.
7. Equipo de usuario de la reivindicación 6, en el que:
- 40 la característica detectada es un perfil de potencia en el dominio de la frecuencia, detectado; y

el proceso de detección ciega comprende comparar el perfil de potencia en el dominio de la frecuencia, detectado, con por lo menos uno de un perfil de potencia de enlace descendente, nominal, y un perfil de potencia de enlace ascendente, nominal.
8. Equipo de usuario de la reivindicación 6, en el que:

la característica detectada es un indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) detectado; y

el proceso de detección ciega comprende, para cada uno de uno o más símbolos de OFDM, comparar el RSSI detectado con por lo menos uno de un perfil de potencia de RSSI de enlace descendente, nominal, y un perfil de potencia de RSSI de enlace ascendente, nominal.

- 5 9. Equipo de usuario de la reivindicación 6, en el que:

la característica detectada es un contenido de información detectado de elementos de recursos de la señal recibida de los cuales se sabe que son elementos de recursos de símbolos de referencia en una subtrama de enlace descendente, en donde cada elemento de recurso queda definido por la frecuencia subportadora y el tiempo de aparición; y

- 10 el proceso de detección ciega comprende correlacionar el contenido de información detectado con contenido de información de uno o más símbolos de referencia conocidos.

10. Equipo de usuario de la reivindicación 6, en el que:

la característica detectada es un ajuste detectado del control automático de ganancia, usado para recibir la señal recibida; y

- 15 el proceso de detección ciega comprende comparar el ajuste detectado del control automático de ganancia con un ajuste del control automático de ganancia de una ranura de enlace descendente conocida.

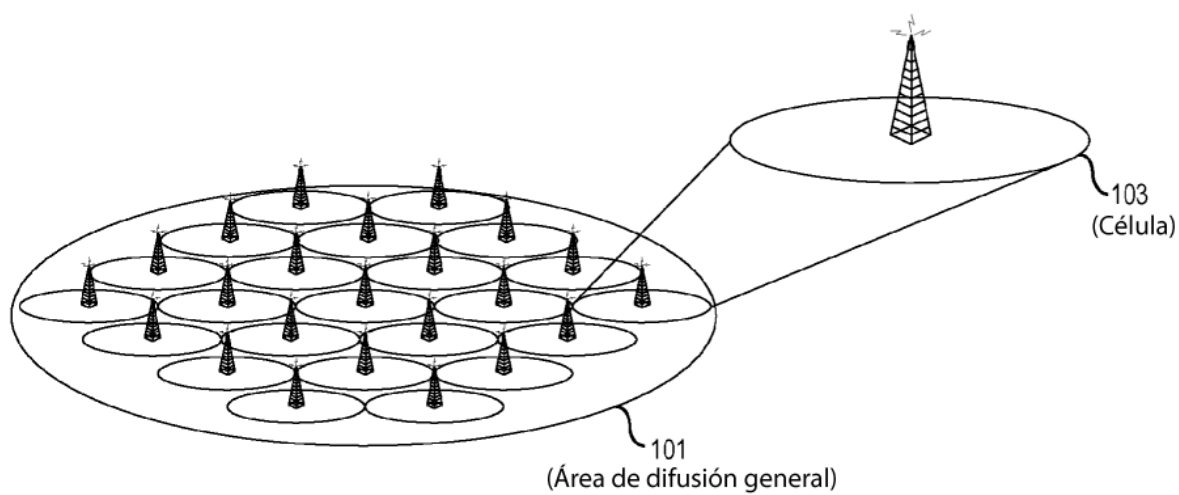


FIG. 1

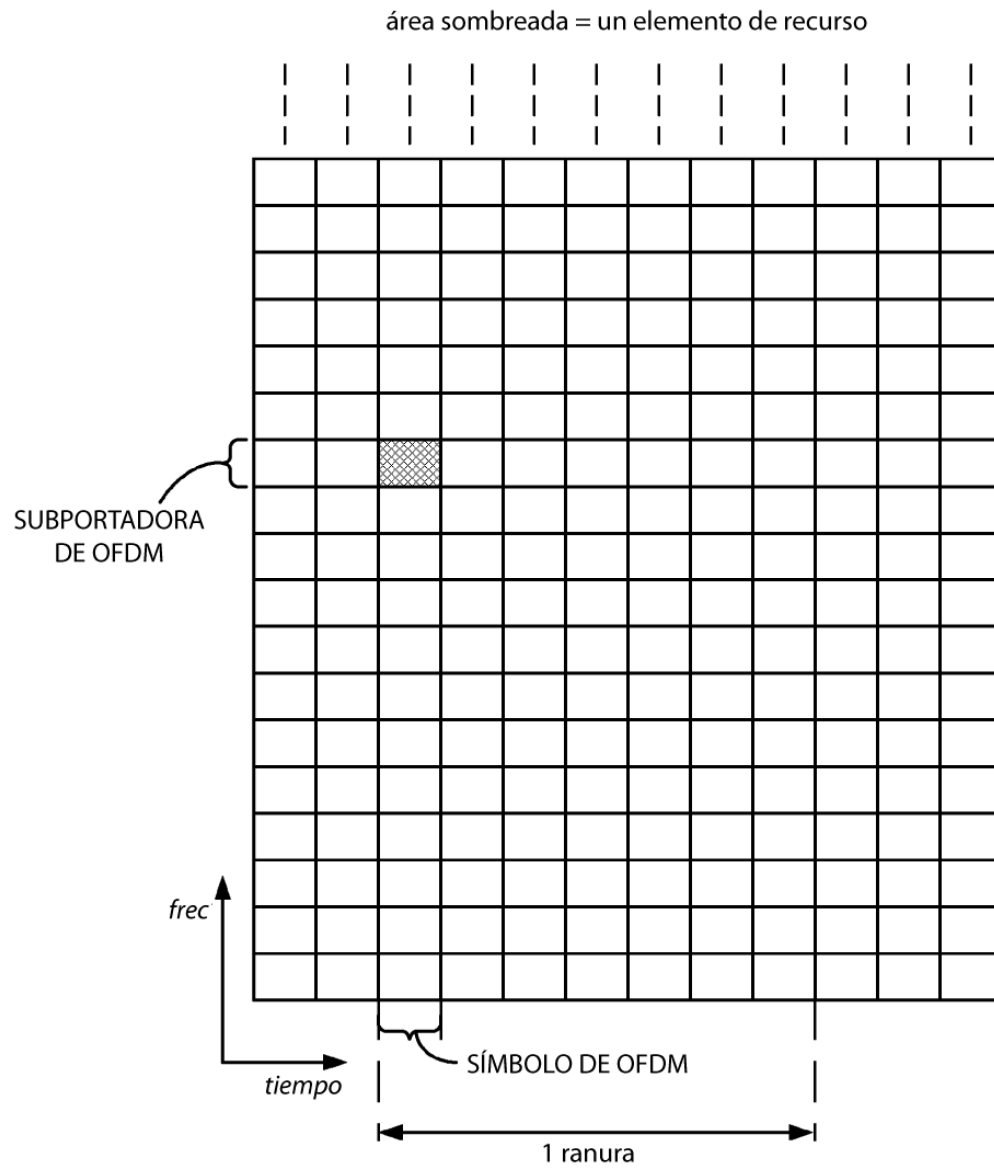


FIG. 2

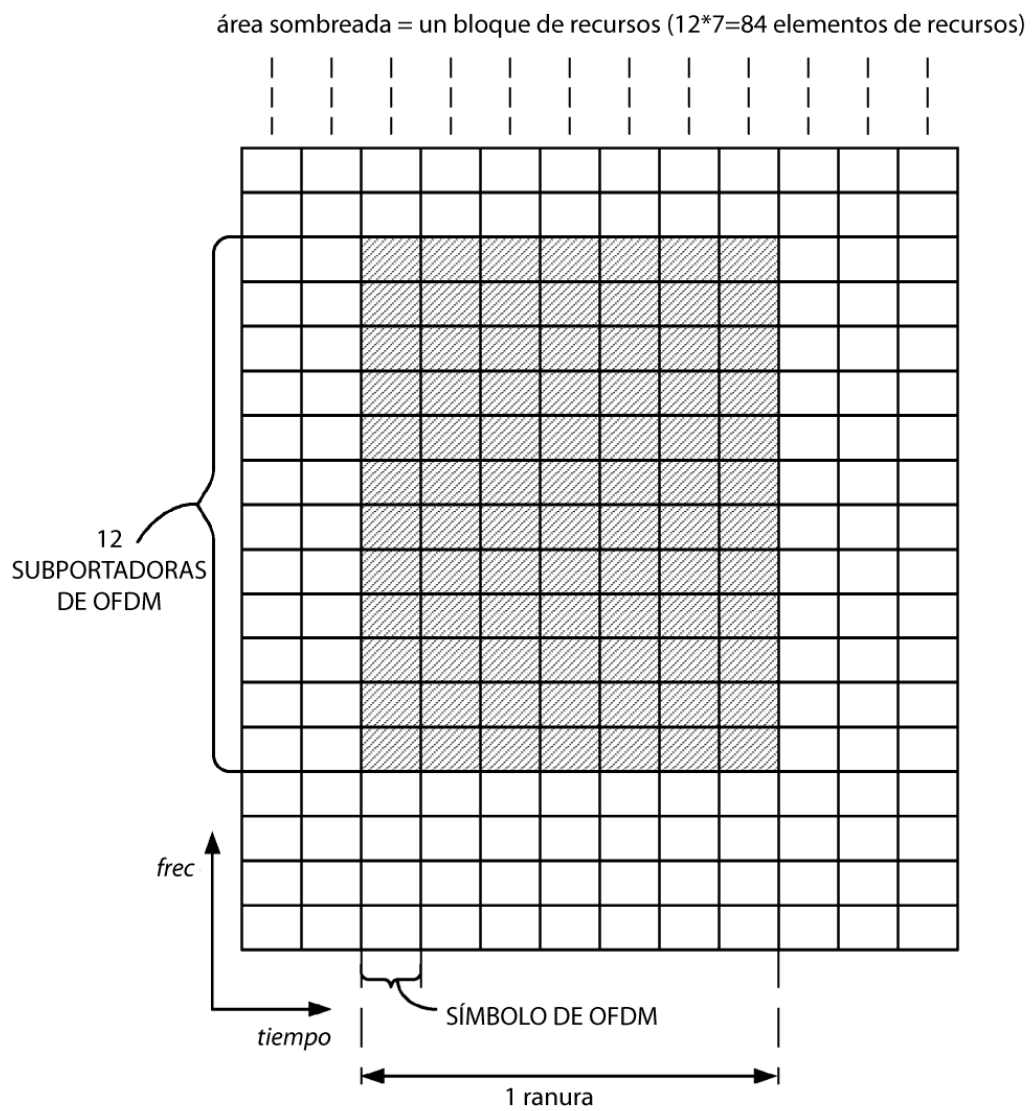


FIG. 3

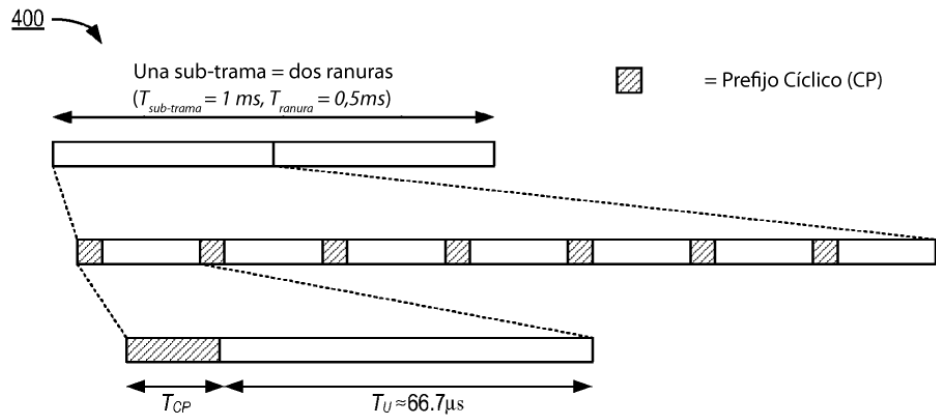


FIG. 4a

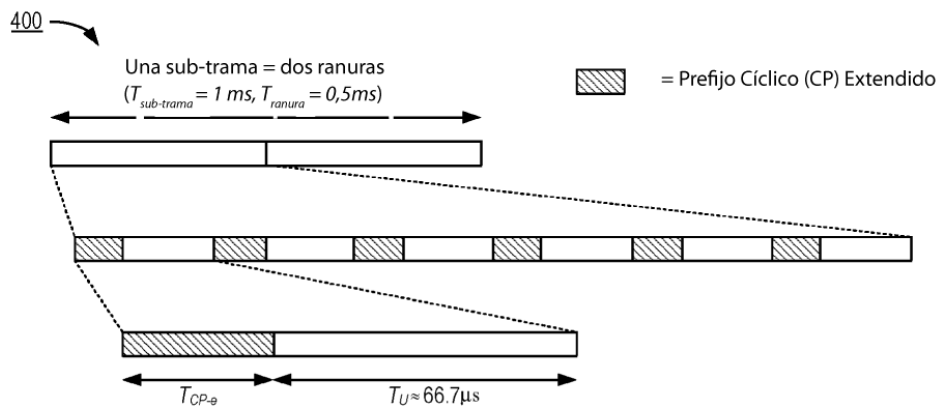


FIG. 4b

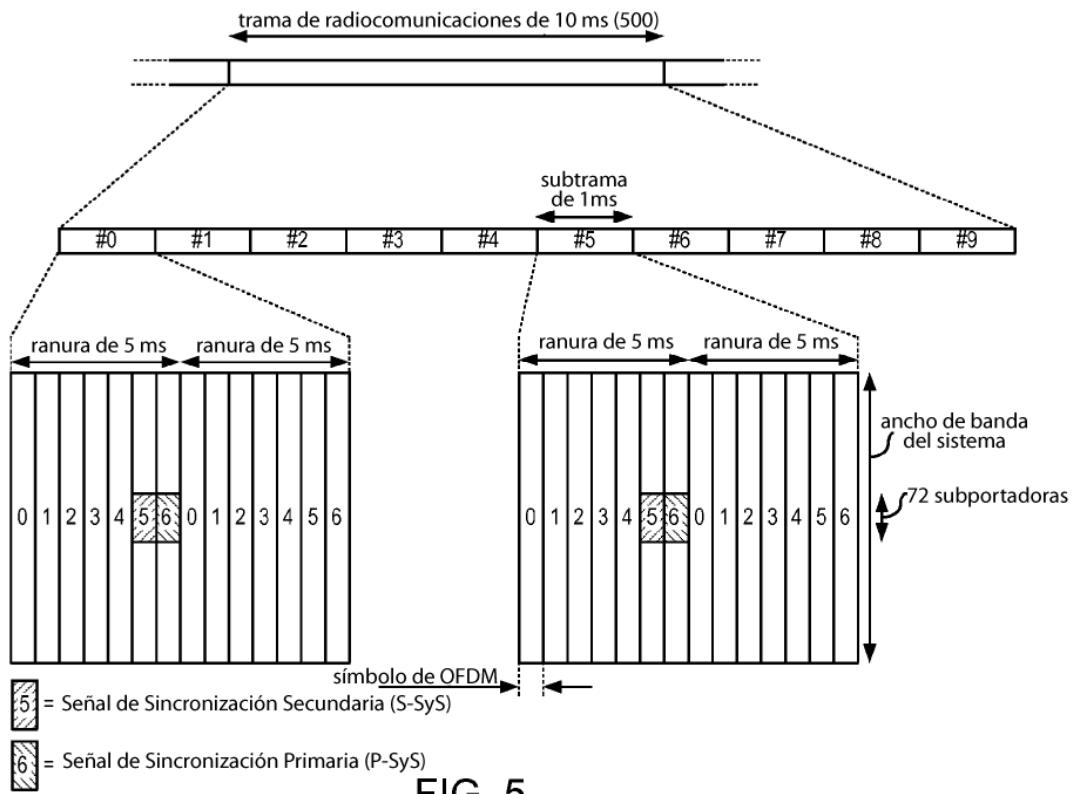


FIG. 5

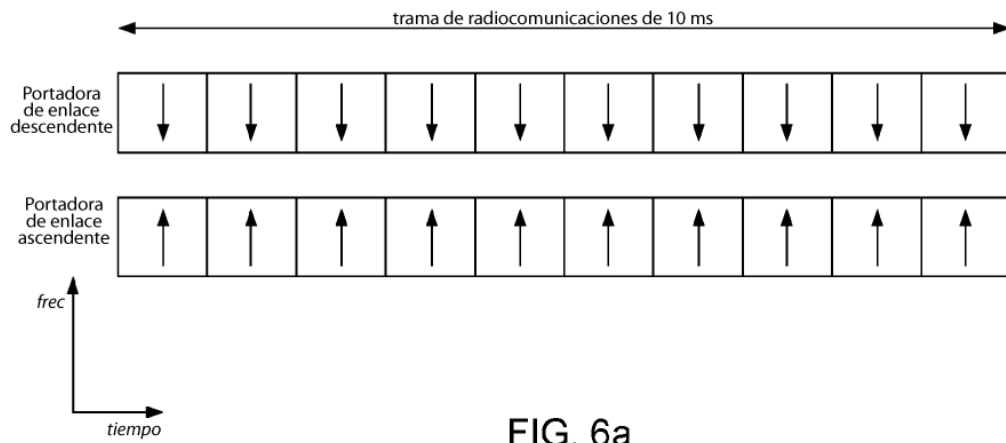


FIG. 6a

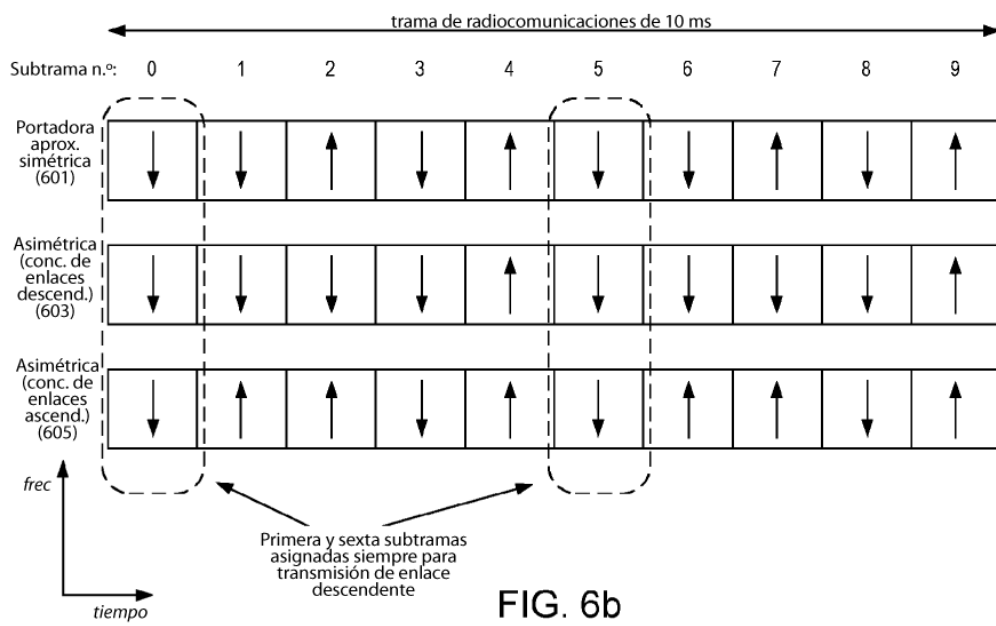


FIG. 6b

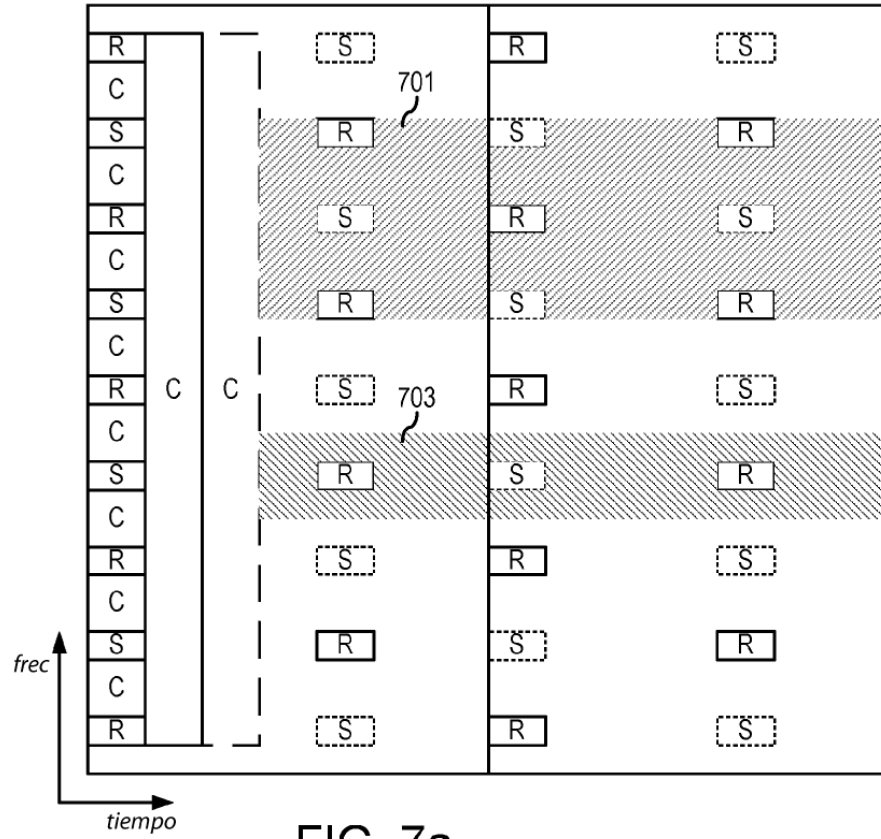


FIG. 7a

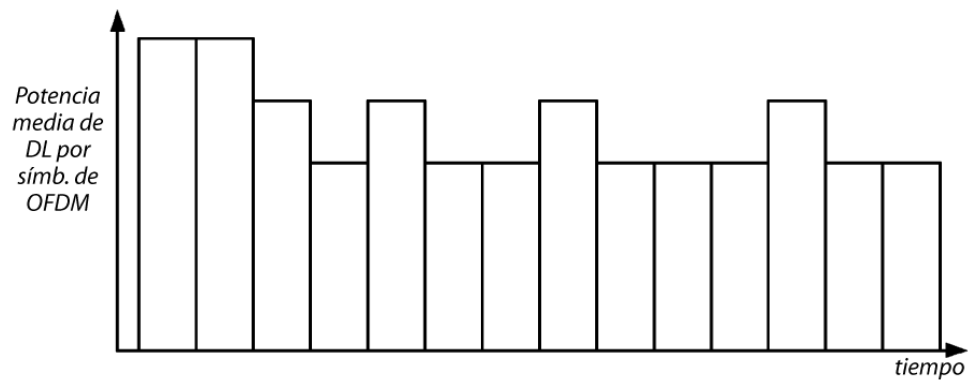


FIG. 7b

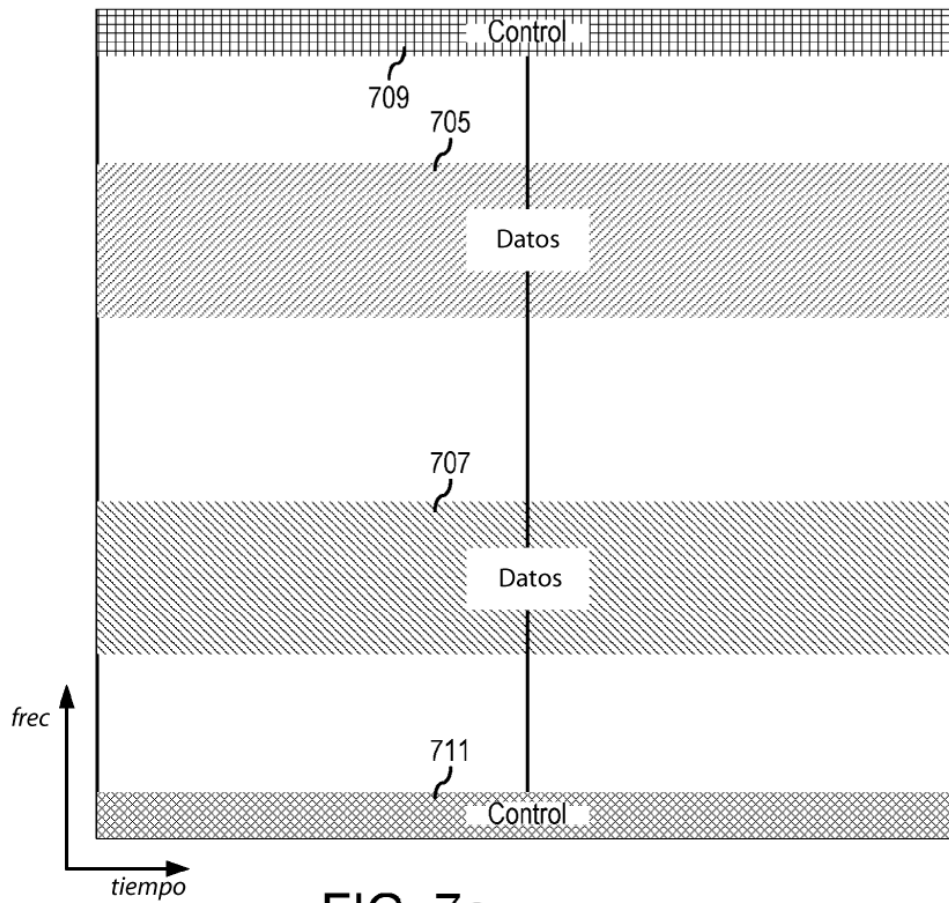


FIG. 7c

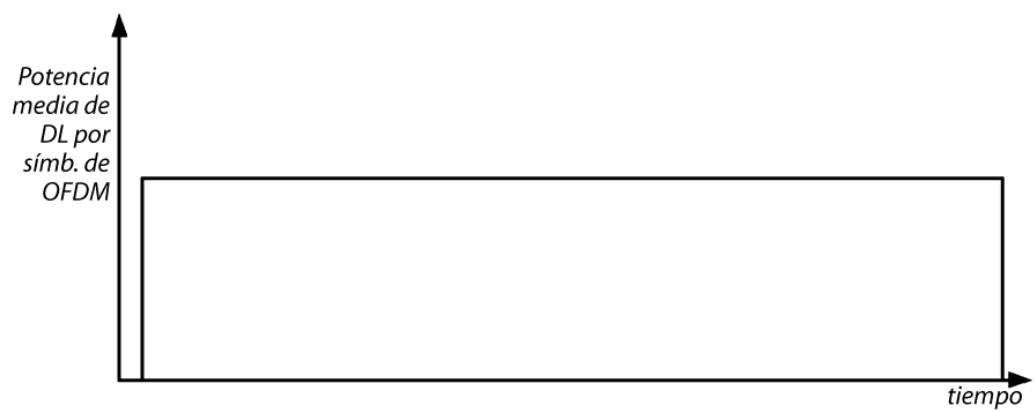


FIG. 7d

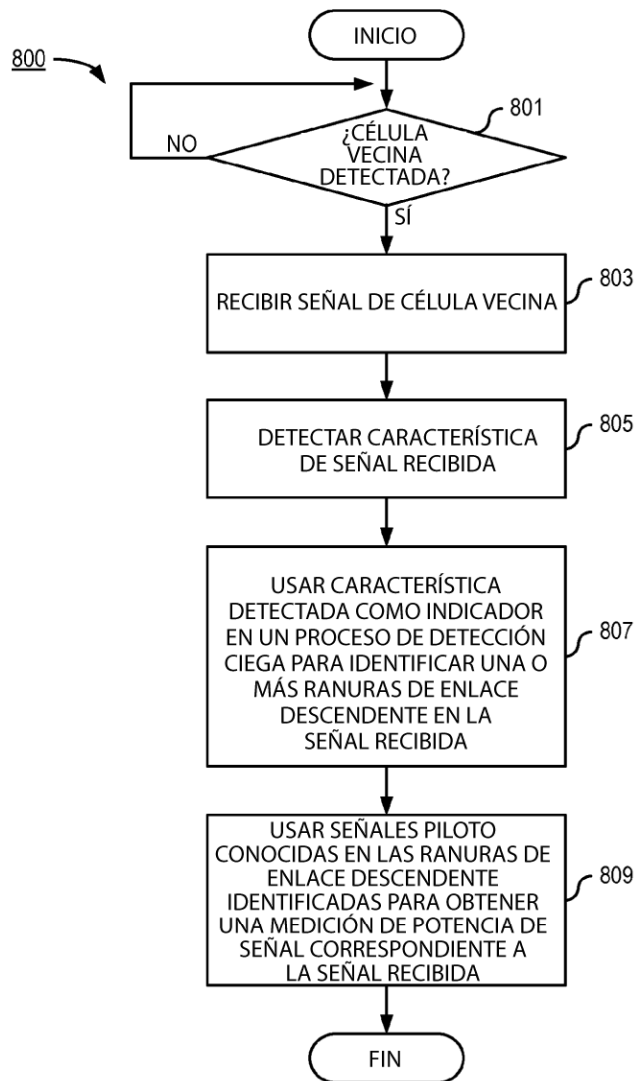


FIG. 8

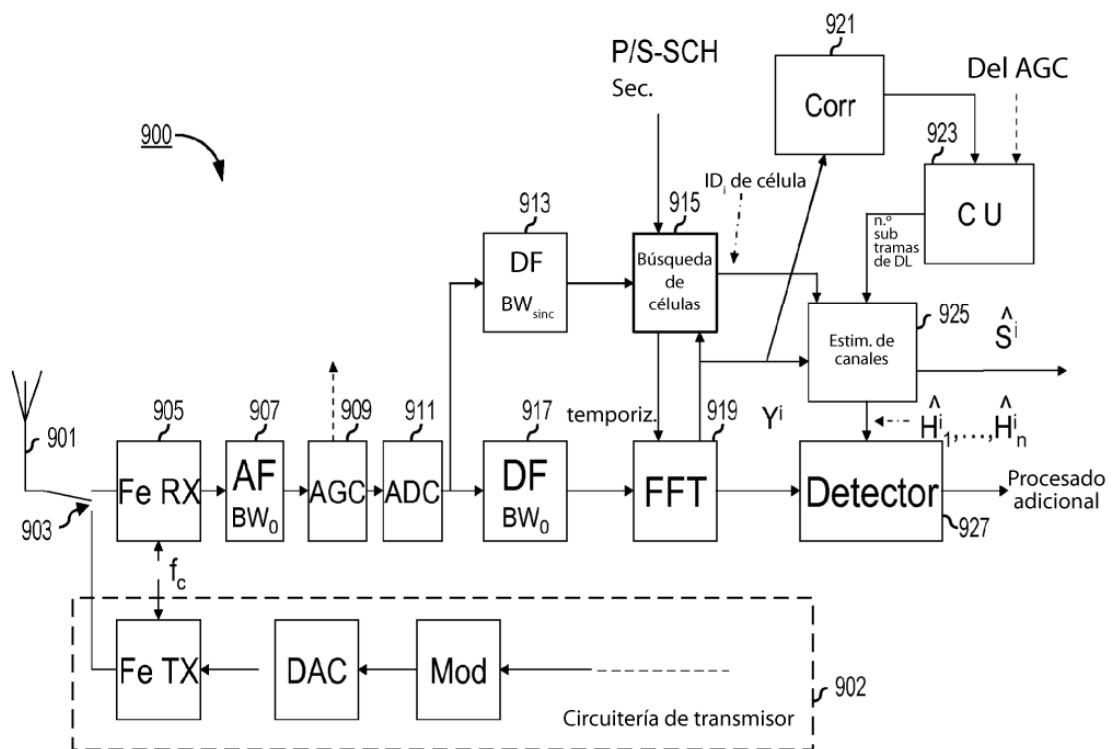


FIG. 9

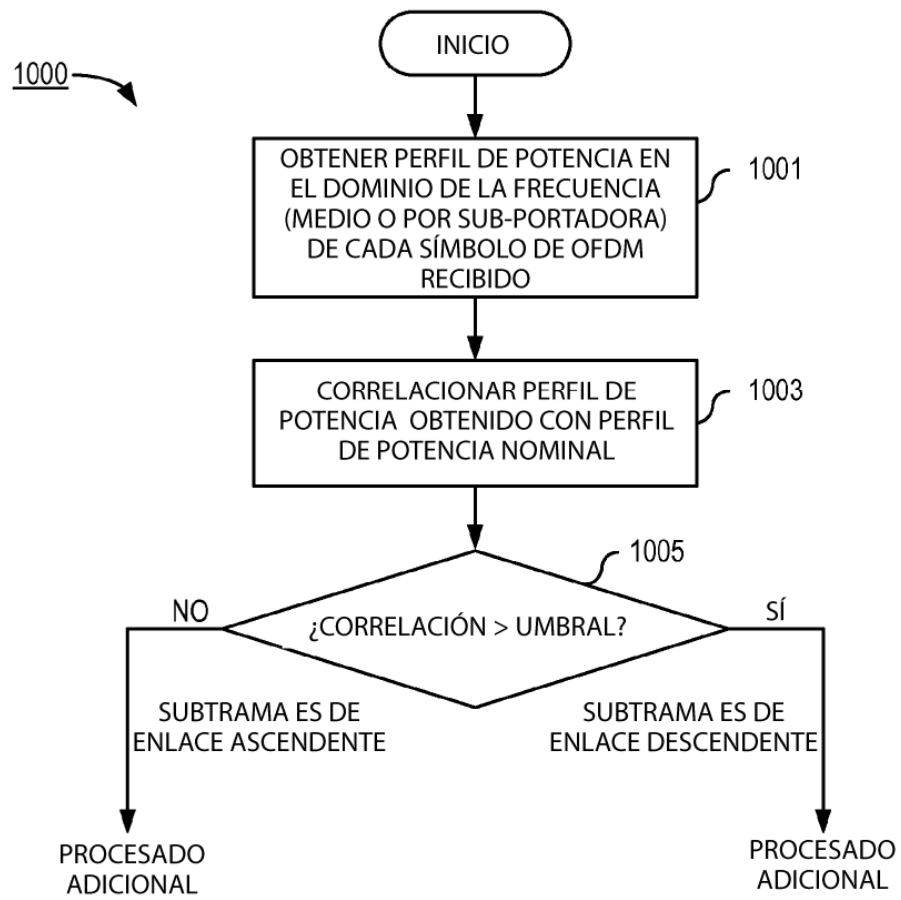


FIG. 10

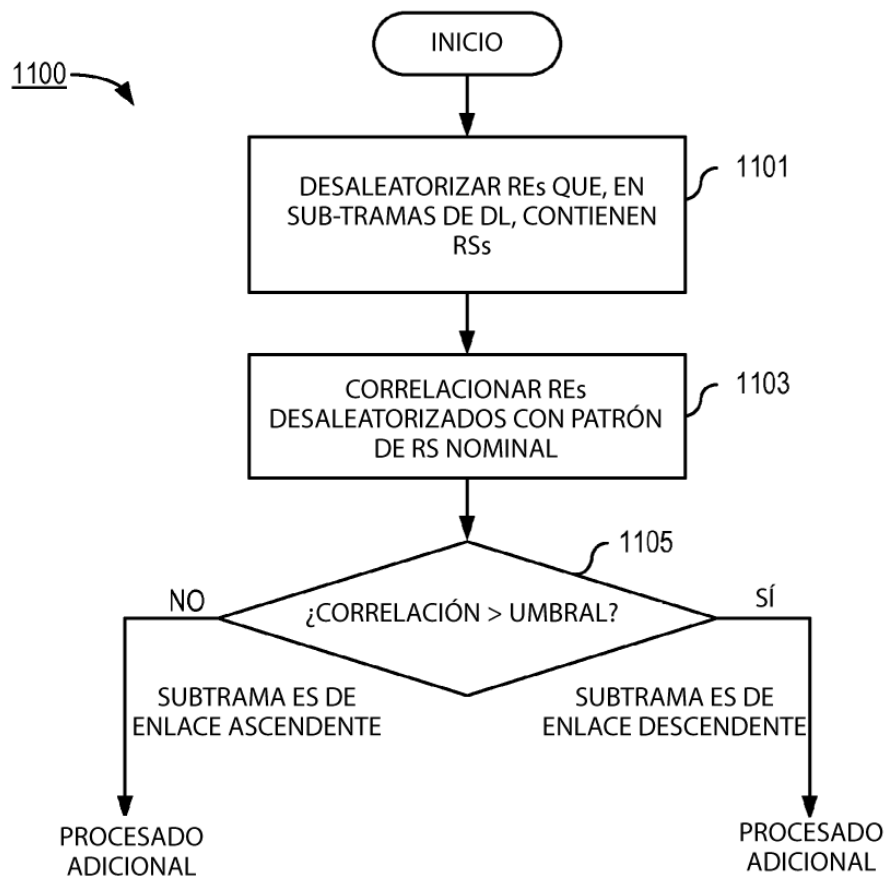


FIG. 11

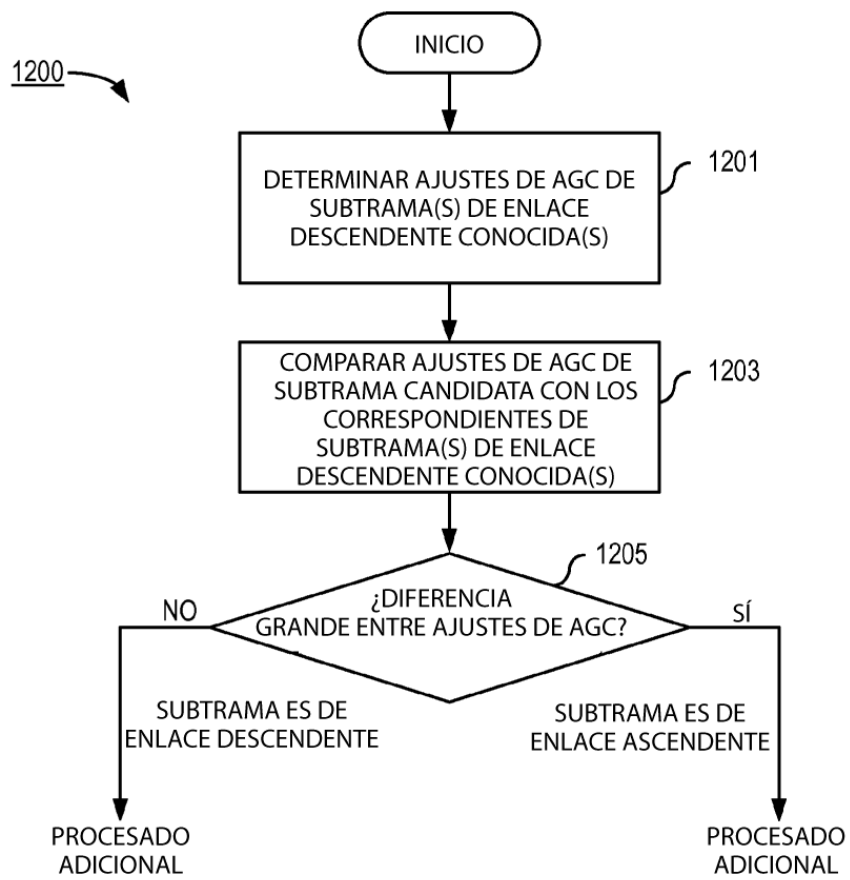


FIG. 12

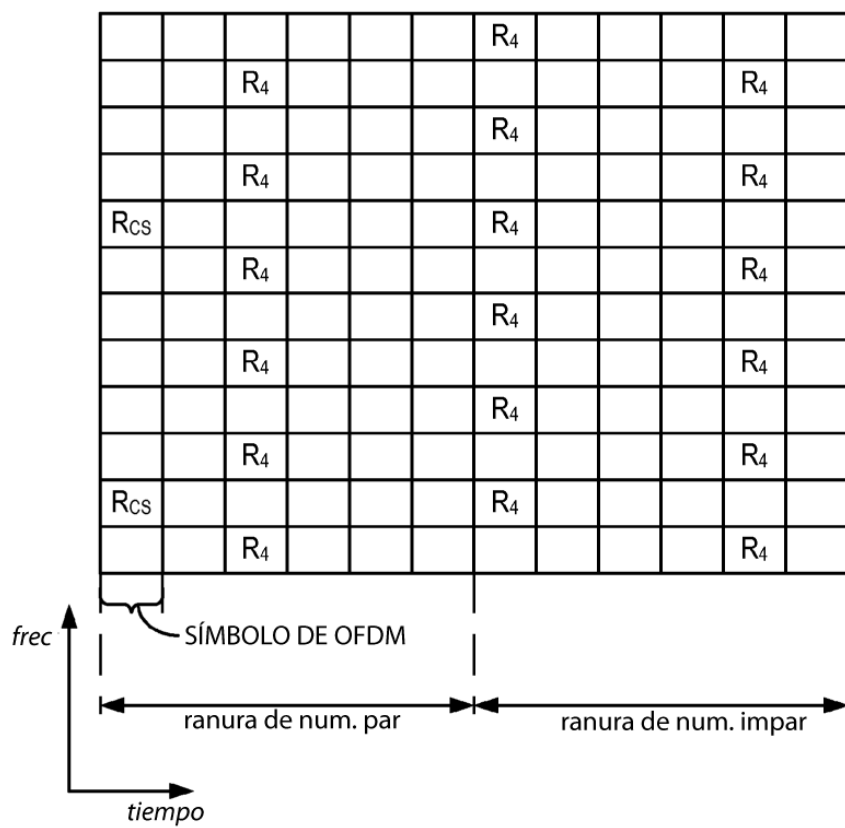


FIG. 13

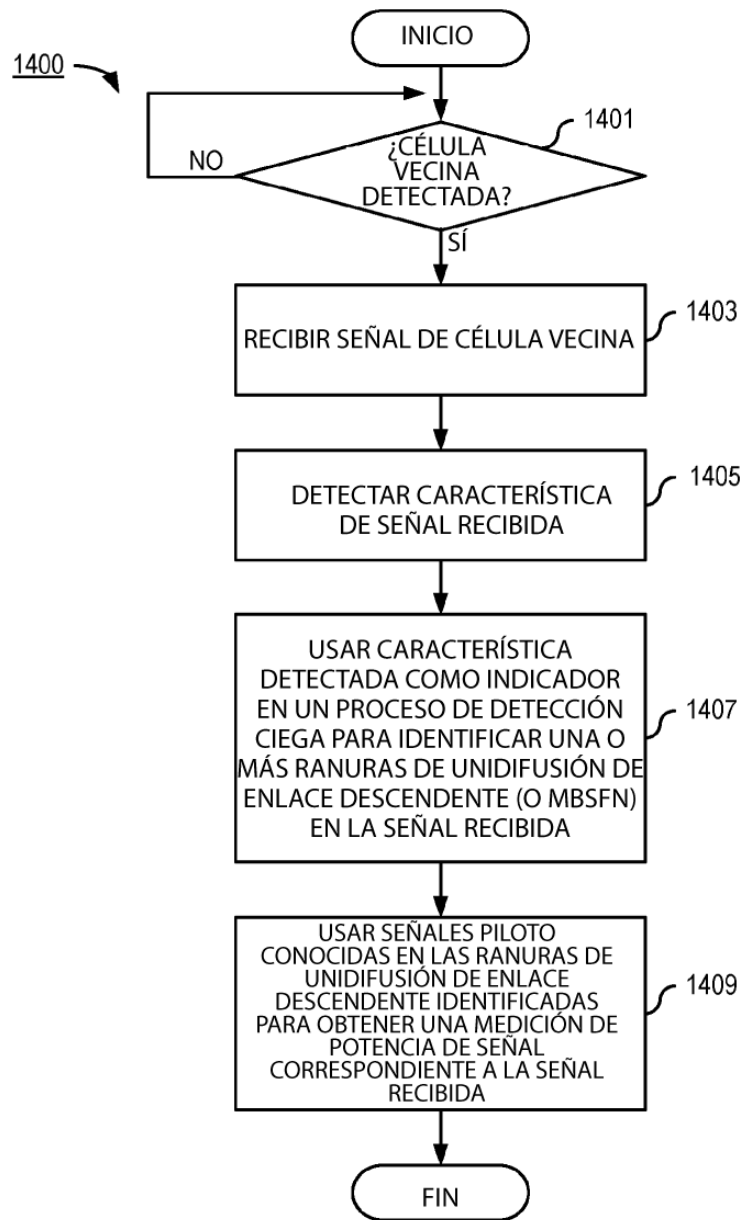


FIG. 14