

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 803**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/08** (2009.01)  
**H04W 88/08** (2009.01)  
**H04W 36/04** (2009.01)  
**H04W 36/30** (2009.01)  
**H04W 84/04** (2009.01)  
**H04W 36/08** (2009.01)  
**H04W 48/20** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2013** **E 13290285 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019** **EP 2863698**

54 Título: **Una red de comunicaciones, macro célula, célula pequeña, sistema de comunicaciones y método de comunicaciones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.07.2019**

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)**  
**Site Nokia Paris Saclay, Route de Villejust**  
**91620 Nozay, FR**

72 Inventor/es:

**LOPEZ-PEREZ, DAVID;**  
**VENKATESWARAN, VIJAY y**  
**KUCERA, STEPAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 719 803 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**

Una red de comunicaciones, macro célula, célula pequeña, sistema de comunicaciones y método de comunicaciones

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una red de comunicaciones, una macro célula, una célula pequeña, un sistema de comunicaciones y un método de comunicaciones.

10

**Antecedentes de la invención**

En una red de telecomunicaciones heterogénea que comprende células macro y pequeñas, el plano de control, que está estrechamente relacionado con la identidad de célula y el procedimiento de traspaso, puede transmitirse únicamente por las macrocélulas paraguas, mientras que el plano de usuario, que lleva información específica de equipo de usuario (UE), puede transmitirse por tanto las células paraguas macro como las pequeñas subyacentes. Para permitir una gestión de movilidad más flexible, las macrocélulas paraguas pueden manejar las capas de control de recursos de radio (RRC) de los UE conectados a las células pequeñas subyacentes. Como resultado, los UE usan el plano de control de las macrocélulas paraguas para sincronizar y acceder a la red, mientras que las células macro paraguas o las pequeñas subyacentes proporcionan sus canales de datos. Además, puesto que únicamente las macrocélulas paraguas difunden identidades de célula (un diferenciador de traspaso), los UE no activan traspasos de macro célula a pequeña o de célula pequeña a pequeña convencionales.

15

20

25

Sin embargo, incluso aunque las células pequeñas en esta red de comunicaciones heterogénea no tienen una identidad similar a macro célula, se requiere aún alguna forma de identificación de célula para que la red identifique la célula pequeña más adecuada para servir a un UE y transmitir sus canales de datos.

30

Es por lo tanto deseable proporcionar mecanismos que permiten asociación de célula a UE en una red con plano de control y plano de usuario divididos.

El documento US2013/0028180 describe un método y sistema para acceso y control de potencia de enlace ascendente para un sistema inalámbrico que tiene múltiples puntos de transmisión, unos respectivos de los cuales usan diferentes recursos de PRACH.

35

Research In Motion Et Al: "Further Discussion On Prach Enhancement For Comp Scenario 4", 3 gpp Draft; R1-113235(Rim - Prach Enhancement For Comp Scenario 4), 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project (3 gpp), Mobile Competence Centre; 650, Route Des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia, Vol. Ran Wg1, N.º Zhuhai; 20111010, 4 de octubre de 2011 (04-10-2011) describe un procedimiento de acceso aleatorio en una red con plano de control y de usuario divididos donde la macrocélula paraguas y las células pequeñas subyacentes comparten la misma identidad.

40

El documento US 2013/021926 A1 describe un método y sistema en el que las células pequeñas están configuradas con CSI-RS de transmisión ortogonal.

45

"3rd Generation Partnership Project; 13-15 Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Study on Small Cell Enhancements for E-UTRA and E-UTRAN- Higher layer aspects (Release", TECHNICAL FIELDS 3GPP DRAFT; R2-132986 36842-021, 3RD SEARCHED (IPC) GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA 23 de agosto de 2013 (23-08-2013 describe métodos para despliegue de célula pequeña mejorada en E-UTRA y E-UTRAN.

50

El documento WO 2011/072726 A1 describe un método y aparato para decidir sobre un esquema de señalización para traspaso.

55

**Sumario de la invención**

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una red de comunicaciones heterogénea como se proporciona en la reivindicación 1.

60

La información de plano de control puede indicar recursos de canal de acceso aleatorio físico y preámbulos de acceso aleatorio. El plano de control se difunde a los UE y puede indicar, entre otros parámetros, recursos de canal de acceso aleatorio físico y preámbulos de acceso aleatorio.

65

El equipo de usuario puede identificar la célula más apropiada para operar como la célula de servicio.

Si la macro célula se identifica que es la célula más apropiada para operar como la célula de servicio para que sea la

macro célula, la solicitud de conexión puede comprender un preámbulo de acceso aleatorio. Si la célula pequeña se identifica que es la célula más apropiada para operar como la célula de servicio para que sea la célula pequeña, la solicitud de conexión puede comprender un preámbulo de acceso aleatorio modificado.

5 La red puede comprender una pluralidad de células pequeñas cada una identificada por señales de CSI-RS individuales.

El preámbulo de acceso aleatorio modificado o parte de él comprende (está mezclado con) la señal de CSI-RS de la célula pequeña más apropiada para operar como la célula de servicio.

10 Únicamente la célula pequeña identificada por la señal de CSI-RS en el preámbulo de acceso aleatorio modificado puede operarse para decodificar el preámbulo de acceso aleatorio modificado y tras decodificar el preámbulo de acceso aleatorio modificado esa célula pequeña puede determinarse que es la célula de servicio del equipo de usuario.

15 La mejor célula de servicio puede identificarse a través de coordinación inter-estación base.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una macro célula como se proporciona en la reivindicación 3.

20 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona una célula pequeña como se proporciona en la reivindicación 4.

25 De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un equipo de usuario como se proporciona en la reivindicación 5.

De acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención, se proporciona un método de comunicaciones como se proporciona en la reivindicación 6.

30 El equipo de usuario puede operarse para comprobar una condición de traspaso usando mediciones desde la célula de servicio y células vecinas y transmitir un informe de medición a la célula de servicio que indica que está presente una mejor célula de servicio, y la célula de servicio puede operarse para realizar un traspaso a la mejor célula de servicio transmitiendo un mensaje delta de Reconfiguración de Conexión de RRC al equipo de usuario en el que únicamente se indican los cambios entre la célula de servicio y la mejor célula de servicio.

35 La mejor célula de servicio puede identificarse usando mediciones de potencia o una matriz de precodificación estimada a través de CSI-RS.

40 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa informático como se proporciona en la reivindicación 7.

Aspectos particulares y preferidos adicionales de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Algunas realizaciones del aparato y/o métodos de acuerdo con la realización de la presente invención se describen ahora, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 La Figura 1 muestra esquemáticamente una red de comunicaciones heterogénea;

La Figura 2a muestra esquemáticamente la red de comunicaciones heterogénea de acuerdo con una primera realización;

55 La Figura 2b muestra el procedimiento de acceso aleatorio mejorado de acuerdo con la primera realización;

La Figura 3a muestra esquemáticamente la red de comunicaciones heterogénea de acuerdo con una segunda realización;

60 La Figura 3b muestra el procedimiento de acceso aleatorio mejorado de acuerdo con la segunda realización;

La Figura 4a muestra esquemáticamente la red de comunicaciones heterogénea de acuerdo con una tercera realización;

65 La Figura 4b muestra el procedimiento de acceso aleatorio mejorado de acuerdo con la tercera realización;

La Figura 5 muestra la filtración de capa 1 y capa 3 de CSI-RS RSRP; y

La Figura 6 muestra un traspaso basándose en mediciones de CRS y CSI-RS.

## 5 Descripción de realizaciones

Para aumentar la eficacia de energía de las redes, se propone una arquitectura de red donde se separan redes de señalización y datos. Por una parte, la red de señalización está diseñada para garantizar un área de cobertura amplia y sus transceptores están diseñados para ser eficaces en energía para transmisiones de tasas de datos bajas y largo alcance. Por otra parte, la red de datos es flexible e inteligente, y está diseñada para tasas de datos altas. Esta separación proporciona dos ventajas inmediatas. En primer lugar, pueden simplificarse las estaciones base de señalización, que se encargan únicamente de proporcionar el servicio de señalización siempre conectado. En segundo lugar, las estaciones base de datos pueden desconectarse tan pronto como ningún equipo de usuario (UE) está activo bajo su cobertura. Como resultado, en las áreas donde no hay UE activos, no se proporciona señal desde ninguna estación base para evitar el desperdicio de energía y recursos de radio. Tan pronto como hay un UE activo, puede comunicar a la estación base de señalización su solicitud y el sistema puede proporcionar conectividad de datos encendiendo una estación base que puede servir al UE. De manera ideal, se destaca el UE con el servicio de datos únicamente dónde y cuándo sea necesario.

Una manera sencilla para realizar una red con plano de control y plano de usuario divididos es a través de agregación de portadora (CA) convencional usando Cabeceras de Radio Remotas (RRH). En esta configuración de red, el procesamiento de banda base se realiza en un nodo centralizado, por ejemplo, la unidad de procesamiento central, que también se encarga de proporcionar cobertura y gestionar las capas de RRC de los UE. Las RRH transmiten datos de usuario en portadoras de componente específicas. Debido a su naturaleza centralizada, un requisito para esta configuración de red es el enlace de fibra óptica entre la unidad de procesamiento central y sus RRH. La planificación cruzada de CA es también una característica clave de esta configuración de red, puesto que permite operar diferentes portadoras en las diferentes RRH, mientras que únicamente se transmite información de control en un subconjunto de las mismas. Sin embargo, esta configuración de red tiene las desventajas típicas de una arquitectura centralizada, en concreto el procesamiento centralizado en la unidad de procesamiento central puede limitar el número de RRH que puede soportar (problemas de escalabilidad), requisitos de rendimiento y latencia para enlace de retroceso pueden ser bastante rigurosos, y pueden tener lugar también puntos únicos de fallo.

Para evitar las desventajas de una arquitectura centralizada, se propone una configuración de red con plano de control y plano de usuario divididos, donde células pequeñas (en ocasiones denominadas como células fantasma o células flexibles) no están basadas en una unidad de procesamiento centralizada. Por ejemplo, las células pequeñas pueden realizar procesamiento de banda base independiente.

La Figura 1 muestra una red de comunicaciones heterogénea que comprende una macro célula 102 que tiene una estación base macro celular 104, células pequeñas 106 que tienen unas estaciones base de célula pequeña 107 y una célula pequeña 108 que tiene una estación base de célula pequeña 109. Una pluralidad de equipos de usuario (UE) 110 son servidos por la macro célula y/o células pequeñas en la red de comunicaciones heterogénea.

Debería observarse que las células pequeñas 106, 108 en la Figura 1 no transmiten ninguna información de identificación de plano de control tal como señal de sincronización primaria (PSS), señal de sincronización secundaria (SSS), canal de difusión (BCH) y señal de referencia común (CRS). Las células pequeñas 106, 108 únicamente participan en transmisiones de datos de UE. En otras palabras, las células pequeñas no transmiten porciones del plano de control primarias, sino que manejan la transmisión de información de plano de usuario. Tales células pequeñas se denominarán a continuación como células de datos pequeñas.

Además, se observa que se proporciona información de identificación de plano de control a los UE 110 únicamente por la macrocélula paraguas 102 en nombre de las células de datos pequeñas alojadas 106, 108. La macrocélula paraguas 102 a la que está anclada cada célula de datos pequeña puede operar en la misma banda de frecuencia o una diferente que sus células de datos pequeñas.

La Figura 1 ilustra una red heterogénea en la que la macrocélula paraguas 102 transmite información de plano de control y de usuario, mientras que las células de datos pequeñas 106, 108 únicamente transmiten información de plano de usuario y se basan en la información de plano de control de la macro célula para sincronización de UE. Puesto que las células de datos pequeñas 106, 108 no transmiten ningún plano de control, no hay necesidad de activar traspasos convencionales entre las macrocélulas paraguas y células de datos pequeñas o entre las células de datos pequeñas mismas. Además, puesto que las células de datos pequeñas no transmiten en los elementos de recursos usados por las macrocélulas paraguas (y/o células vecinas) para transmitir sus CRS, las estimaciones de relación de señal a interferencia más ruido (SINR) de banda ancha de los UE están libres de interferencia inter-célula alguna y por lo tanto los fallos de enlace de radio se mitigan significativamente en despliegues de canal conjunto.

Además, en caso de despliegue de canal conjunto, las células de datos pequeñas 106, 108 pueden no transmitir

ningún dato en los elementos de recursos usados por sus macro células paraguas para transmitir sus CRS para permitir a los UE una buena detección de la CRS de macro célula dentro de su área de cobertura, y por lo tanto facilitar gestión de movilidad y mitigar fallo de enlace de radio (declarando los UE fuera de sincronización por sí mismos puesto que no pueden decodificar la CRS de macro célula).

5 También, las células de datos pequeñas propuestas 106, 108 pueden transmitir tanto la CSI-RS para permitir a los UE servidos por células de datos pequeñas estimar información de estado de canal, y las señales de referencia de demodulación (DM-RS) para proporcionar a los UE servidos por células de datos pequeñas con una señal piloto para demodulación coherente.

10 Las CSI-RS se usan no únicamente para fines de estimación de información de estado de canal, sino también como pilotos flexibles para (i) permitir que los UE identifiquen la célula de datos pequeña más intensa, (ii) calcular la pérdida de trayectoria a la misma para fines de control de potencia fraccional de UL y (iii) estimar los pesos de precodificador/formador de haces de múltiples antenas para maximizar SINR.

15 Puesto que el número de CSI-RS independientes está limitado y puede ser menor que el número de células de datos pequeñas desplegado por macro célula, la red propuesta está equipada con un método, centralizado y/o distribuido, que puede reutilizar de manera eficaz CSI-RS a través de la red de manera que se mitigan problemas de confusión y colisión.

20 Como el plano de control y el plano de usuario están divididos en la red de la Figura 1, puede mejorarse la gestión de movilidad en un modo RRC-en reposo y uno RRC-conectado con respecto al escenario convencional.

25 El modo RRC-en reposo es un estado de UE en el que el UE está conectado pero no tiene ninguna capa de RRC establecida, que significa que la presencia del UE es desconocida para la red puesto que no tienen ningún contexto para el UE. La localización del UE en RRC-en reposo es conocida para la red en el nivel de áreas de rastreo, y el UE es responsable de sincronizar y acceder a la red a través de un procedimiento de acceso aleatorio para establecer un contexto con la red.

30 RRC-conectado es un estado de UE en el que el UE se conecta y tiene una capa de RRC establecida, que significa que la presencia del UE es conocida para la red puesto que tiene un contexto para el UE. Las capas de RRC controlan las comunicaciones entre las BS y los UE en la interfaz de radio y la movilidad de UE a través de células a través del método de traspaso.

35 Las realizaciones proponen nuevos mecanismos de selección de célula y traspaso que permiten una asociación de célula a UE adecuada en una red con plano de control y plano de usuario divididos. Las realizaciones especifican mecanismos para (re)selección de célula RRC-en reposo y traspaso de RRC-conectado.

#### 40 Modo de RRC-en reposo

En modo RRC-en reposo, un UE puede sincronizar con la red a través de la célula más apropiada, usando uno de los siguientes tres mecanismos, que están basados en un procedimiento de acceso aleatorio modificado.

45 Estos mecanismos se usan cuando el UE está en modo RRC-en reposo y cualquiera de i) el UE tiene datos para transmitir en el enlace ascendente o ii) después de que se realiza radiobúsqueda al UE puesto que tiene datos para recibir en el enlace descendente. En una red con plano de control y plano de usuario divididos, los mensajes de radiobúsqueda deberían transmitirse a través de macrocélulas únicamente y coordinarse con los modos de recepción discontinua de los UE (DRX) por razones de eficiencia de energía. De esta manera, las células de datos pequeñas y los UE pueden pasar al modo de inactividad durante periodos de tiempo más largos y ahorrar energía.

50 Obsérvese que los recursos de frecuencia-tiempo del canal de acceso aleatorio físico (PRACH) para una macrocélula paraguas 102 y todas sus células de datos pequeñas 106, 108 en la red 100 de la Figura 1 son iguales y se especifican para el UE a través de la información de sistema de macrocélula paraguas. Por lo tanto, todas estas células pueden recibir el preámbulo de acceso aleatorio de un UE.

55 En un primer método de selección de célula, un UE puede seguir un procedimiento de acceso aleatorio usando la información de sistema difundida por la macrocélula paraguas 102. En más detalle, el UE envía en primer lugar el preámbulo de acceso aleatorio en los recursos de PRACH especializados, y a continuación la macrocélula paraguas 102 responde con la respuesta de acceso aleatorio, es decir, la conexión de UE inicial está siempre a través de la macrocélula 102. La macrocélula 102 puede traspasar inmediatamente el UE a través de una célula de datos pequeña si fuera necesario usando los procedimientos que se describirán a continuación en relación con la sección de modo RRC-conectado.

65 Sin embargo, en el primer método de selección de célula, el UE puede no poder recibir la respuesta de acceso aleatorio si este UE está cerca de una célula de datos pequeña debido a interferencia inter-célula. Por lo tanto, en un segundo método de selección de célula propuesto, el UE puede enviar en primer lugar el preámbulo de acceso

aleatorio en los recursos de PRACH indicados, y a continuación la red decide usando un procedimiento de coordinación inter-estación base (BS) especificado posterior que es la célula de datos pequeña más adecuada para servir al UE (por ejemplo, la célula que recibe el preámbulo de acceso aleatorio con la intensidad de señal recibida más alta). La célula seleccionada a través del procedimiento de coordinación inter-BS responde con la respuesta de acceso aleatorio, y más tarde transfiere el contexto de RRC a la macrocélula paraguas.

Sin embargo, la coordinación inter-BS del segundo método de selección de célula puede no deseare debido a tara de señalización. Por lo tanto, en un tercer método de selección de célula, el UE puede estimar en primer lugar cuál es la célula más adecuada para servir al UE basándose en mediciones de CRS/CSI-RS, y puede a continuación usar un procedimiento de acceso aleatorio mejorado, en el que si la célula más adecuada es una célula de datos pequeña, el preámbulo de acceso aleatorio se mezcla con el código de Gold de esta CSI-RS de célula de datos pequeña, identificando por lo tanto de manera implícita la célula de servicio. A continuación, después de recibir el preámbulo cualquiera de la macrocélula paraguas puede dar instrucciones a la célula seleccionada para proporcionar la respuesta de acceso aleatorio o la célula pequeña seleccionada directamente sigue con la respuesta de acceso aleatorio y más tarde transfiere el contexto de RRC a la macro célula.

#### Primer método de selección de célula

Las Figuras 2A y 2B ilustran el procedimiento de acceso aleatorio macro-céntrico propuesto del primer método de selección de célula en el modo de RRC-en reposo. Como puede observarse en la Figura 2A, la red de comunicaciones heterogénea 200 comprende una macro célula 202 que tiene una estación base macro celular 204, una pluralidad de células de datos pequeñas 206<sub>1</sub> a 206<sub>N</sub> que tienen unas estaciones base de célula pequeña 207<sub>1</sub> a 207<sub>N</sub> y un UE 210 servido por la macro célula y/o células pequeñas en la red de comunicaciones heterogénea 200. En la red de comunicaciones heterogénea 200 de la Figura 2A, cada célula de datos pequeña puede identificarse por una CSI-RS diferente.

En el primer método de selección de célula, el UE sigue un procedimiento de acceso aleatorio convencional, y envía un preámbulo de acceso aleatorio en los recursos de PRACH. La red supone la macrocélula paraguas como la BS maestra, que continúa con la respuesta de acceso aleatorio al UE. En este caso, puede ser necesaria coordinación de interferencia inter-célula para evitar que las células de datos pequeñas interfieran la respuesta de acceso aleatorio y otros mensajes que la macrocélula paraguas envía a los UE que están localizados cerca de las BS de célula de datos pequeña (problema de UE víctima clásico). Después de establecer contexto con la macrocélula paraguas, es decir, cuando el UE está en modo RRC-conectado, si una célula de datos pequeña es más apropiada que la macrocélula paraguas para servir al UE, se requiere un cambio de BS de servicio (cambio de macro a célula de datos pequeña). Este caso se cubre en la siguiente descripción con relación al modo de RRC-conectado.

La Figura 2B ilustra el primer método de selección de célula. Como se muestra en la Figura 2B, la macro célula transmite información de sistema que incluye preámbulos disponibles para el UE en la etapa 250. En la etapa 252, el UE recibe esa información de sistema y transmite un preámbulo de acceso aleatorio a la macro célula. En la etapa 254, la macro célula decodifica satisfactoriamente el preámbulo de acceso aleatorio y transmite una respuesta de preámbulo de acceso aleatorio al UE. En la etapa 256, el UE se sincroniza con la red y transmite a través de UL-SCH su identidad de terminal a la macro célula. En la etapa 258, la macro célula y el UE realizan resolución de contienda para determinar si una célula más apropiada está disponible como la célula de servicio y en la etapa 260 se realiza un traspaso a una célula pequeña si se determina que es una mejor célula de servicio. Como la etapa 262, el UE y la célula pequeña comunican datos de enlace ascendente y/o de enlace descendente.

#### Segundo método de selección de célula

Las Figuras 3A y 3B ilustran el segundo método de selección de célula en el modo de RRC-en reposo. Como puede observarse en la Figura 3A, la red de comunicaciones heterogénea 300 comprende una macro célula 302 que tiene una estación base macro celular 304, una pluralidad de células de datos pequeñas 306<sub>1</sub> a 306<sub>N</sub> que tienen unas estaciones base de célula pequeña 307<sub>1</sub> a 307<sub>N</sub> y un UE 310 servido por la macro célula y/o células pequeñas en la red de comunicaciones heterogénea 300. En la red de comunicaciones heterogénea 300 de la Figura 3A, cada célula de datos pequeña puede identificarse por una CSI-RS diferente.

En el segundo método de selección de célula, el UE también sigue un procedimiento de acceso aleatorio convencional como en la Figura 2, y envía un preámbulo de acceso aleatorio en los recursos de PRACH. Posteriormente, la red aprovecha un procedimiento de coordinación inter-BS para decidir qué célula entre aquellas células que podían estar escuchando el preámbulo de acceso aleatorio es la más apropiada para servir al UE. Esta coordinación inter-BS puede seguir un procedimiento macro-céntrico, en el que las células de datos pequeñas transportan información a la macrocélula paraguas, que realiza la toma de decisión y distribuye las soluciones. La información transportada por las células de datos pequeñas a la macrocélula paraguas puede ser la intensidad o calidad de señal recibida de preámbulo de acceso aleatorio, y la célula más apropiada podría ser la que recibió el preámbulo de acceso aleatorio con la intensidad o calidad de señal recibida más alta. Después de este procedimiento de coordinación inter-BS, la célula seleccionada sigue con la respuesta de acceso aleatorio al UE. De esta manera, puesto que la célula más intensa proporciona la respuesta de acceso aleatorio, se mitiga interferencia

inter-célula y por lo tanto no hay necesidad de coordinación de interferencia inter-célula del procedimiento de acceso aleatorio macro-céntrico anterior. La célula que sigue con la respuesta de acceso aleatorio maneja alineación de tiempo usando el procedimiento convencional. La capa de RRC del UE se gestiona por la macrocélula paraguas después de traspaso satisfactorio.

5 La Figura 3B ilustra el segundo método de selección de célula. Como se muestra en la Figura 3B, la macro célula transmite información de sistema que incluye preámbulos disponibles para el UE en la etapa 350. En la etapa 352, el UE recibe esa información de sistema y transmite un preámbulo de acceso aleatorio a la macro célula. En la etapa 10 354, la macro célula y la célula pequeña decodifican satisfactoriamente el preámbulo de acceso aleatorio y realizan coordinación inter-BS para decidir cuál de la célula pequeña de la macro célula es la mejor estación base de servicio para el UE. En la etapa 356, la célula pequeña se determina que es la mejor célula de servicio para el UE y la célula pequeña transmite una respuesta de preámbulo de acceso aleatorio al UE. En la etapa 358, el UE se sincroniza con la red y transmite a través de UL-SCH su identidad de terminal a la célula pequeña. En la etapa 360, la célula pequeña y el UE realizan resolución de contienda para determinar si una célula más apropiada está disponible como 15 la célula de servicio y en la etapa 362 el UE y la célula pequeña comunican datos de enlace ascendente y/o enlace descendente.

En el segundo método de selección de célula, sea  $s$  la señal de preámbulo de acceso aleatorio enviada desde un UE y recibida por la BS  $k$  que contiene  $M$  antenas, entonces las señales recibidas en las antenas de BS  $k$  se modulan por los canales inalámbricos como sigue:

$$z_k = h_k s$$

25 La correlación entre la señal de preámbulo de acceso aleatorio  $s$  y su estimación recibida  $z_k$  en la BS  $k$  proporciona la intensidad de señal recibida desde el UE a la BS, que se expresa como:

$$r_k = \text{promedio } \{z_k s\}$$

30 Comparando estos valores de correlación para todas las células vecinas a través del siguiente proceso de coordinación inter-BS especifica la célula de servicio, es decir, la célula con la máxima intensidad de señal recibida.

Selección de célula mediante coordinación inter-BS: compárese las salidas de correlación de todas las células vecinas y elegir la BS correspondiente más intensa BS  $k$

35 Elegir estación base  $k$  de manera que  $\max_k \sum |r_k| \quad \forall k \in \{1, \dots, K\}$

Tercer método de selección de célula

40 Las Figuras 4A y 4B ilustran el tercer método de selección de célula en el modo de RRC-en espera. Como puede observarse en la Figura 4A la red de comunicaciones heterogénea 400 comprende una macro célula 402 que tiene una estación base macro celular 404, una pluralidad de células de datos pequeñas 406<sub>1</sub> a 406<sub>N</sub> que tienen unas estaciones base de célula pequeña 407<sub>1</sub> a 407<sub>N</sub> y un UE 410 servido por la macro célula y/o células pequeñas en la red de comunicaciones heterogénea 400. En la red de comunicaciones heterogénea 400 de la Figura 4A, cada célula de datos pequeña puede identificarse por una CSI-RS diferente.

45 Las señales de CSI-RS individuales pueden distinguirse por secuencias de código de Gold embebidas. Si una célula de datos pequeña es la célula más adecuada, el UE mezcla el preámbulo de acceso aleatorio con el código de Gold de una CSI-RS que corresponde a la célula de datos pequeña seleccionada. Si la macro célula es la célula más apropiada, el UE no aleatoriza el preámbulo de acceso aleatorio convencional. Después de recibir un preámbulo de acceso aleatorio en los recursos de PRACH, cualquiera de la macrocélula paraguas da instrucciones a la célula 50 seleccionada para proporcionar la respuesta de acceso aleatorio o la célula pequeña seleccionada que sigue directamente con la respuesta de acceso aleatorio y más tarde transfiere el contexto de RRC a la macro célula.

55 En el segundo caso, después de recibir un preámbulo de acceso aleatorio en los recursos de PRACH, cada célula de datos pequeña intentará decodificar el preámbulo de acceso aleatorio recibido haciendo uso de su código de Gold de CSI-RS. A continuación, si se verifica decodificación del preámbulo de acceso aleatorio mezclado, la célula de datos pequeña conoce que el preámbulo de acceso aleatorio se pretendía para ella, y esa es la célula más adecuada para servir al UE. La célula de datos pequeña seleccionada debería por lo tanto seguir con la respuesta de acceso aleatorio al UE. Por el contrario, si no se verifica la decodificación del preámbulo de acceso aleatorio 60 mezclado, la célula de datos pequeña no toma ninguna acción, puesto que conoce que el procedimiento de acceso aleatorio no se pretendía para ella. La célula que sigue con la respuesta de acceso aleatorio maneja alineación de tiempo usando el procedimiento convencional. La capa de RRC del UE se gestiona por la macrocélula paraguas después de traspaso satisfactorio.

65 La Figura 4B ilustra el tercer método de selección de célula. Como se muestra en la Figura 4B, la macro célula transmite información de sistema que incluye preámbulos disponibles para el UE en la etapa 450. En la etapa 452, el

UE estima cuál es la célula más adecuada para servir al UE basándose en mediciones de CRS/CSI-RS. En la etapa 454, si una célula pequeña se estima que es la célula de servicio más adecuada, el UE transmite un preámbulo de acceso aleatorio mejorado a la macro célula que comprende la CSI-RS de la célula pequeña. El preámbulo de acceso aleatorio mejorado puede ser un preámbulo de acceso aleatorio que está mezclado con el código de Gold de esta CSI-RS de célula de datos pequeña. La macro célula no puede decodificar el preámbulo de acceso aleatorio mejorado, pero la célula pequeña identificada por el preámbulo de acceso aleatorio mejorado puede decodificar satisfactoriamente el preámbulo de acceso aleatorio mejorado. En la etapa 456, la célula pequeña decodifica satisfactoriamente la transmisión de preámbulo de acceso aleatorio mejorado y transmite una respuesta de preámbulo de acceso aleatorio al UE. En la etapa 458, el UE se sincroniza con la red y transmite a través de UL-SCH su identidad de terminal a la célula pequeña. En la etapa 460, la célula pequeña y el UE realizan resolución de contienda para determinar si una célula más apropiada está disponible como la célula de servicio y en la etapa 462 el UE y la célula pequeña comunican datos de enlace ascendente y/o enlace descendente.

Pueden usarse diferentes enfoques para la transmisión de CSI-RS de célula pequeña y preámbulo de acceso aleatorio mezclado de UE dependiendo del número de antenas que tienen la BS de servicio y el UE. Por motivos de claridad, sin incurrir en pérdida de generalidad alguna, las macrocélulas paraguas no se consideran en la siguiente descripción formal.

BS de célula de datos pequeña con una antena

Las células de datos pequeñas vecinas transmiten CSI-RS en forma de códigos de Gold, y el UE recibe una superposición de señales de código de Gold desde las  $K$  BS de célula de datos pequeña. Sea  $x = [x[1], \dots, x[L]]$  que corresponde a esta señal recibida en el UE de longitud  $L$ . Por simplicidad, suponemos que todas las BS de célula de datos pequeña en las cercanías están sincronizadas entre sí. Durante la fase de estimación de CSI-RS, el UE compara las intensidades de señal de las CSI-RS de todas las BS de célula de datos pequeña, y selecciona, como célula de servicio, la BS  $k$ , donde  $k \in \{1, \dots, K\}$  corresponde al índice de componente más intenso, es decir,

$$\text{Elegir estación base } k \text{ de manera que, } y_k = \max |y| \quad (1)$$

donde  $y = C^T x$  y  $C$  es la matriz de código de Gold  $K \times L$  de todas las células de datos pequeñas vecinas consideradas:  $C = [c_1, \dots, c_K]$  y  $c_k = [c_k[1], \dots, c_k[L]]$ .

BS de célula de datos pequeña con más de una antena

Para una célula de datos pequeña BS que contiene múltiples antenas, cada antena puede transmitir un código de Gold único como la señal piloto. Por lo tanto, para una BS de célula de datos pequeña  $k$  con  $M$  antenas, tenemos un conjunto de CSI-RS  $C_k = [c_{k,1}, \dots, c_{k,M}]$ . En este caso, el UE obtiene en primer lugar la antena más intensa  $m$  de cada célula de datos pequeña y a continuación selecciona la BS  $k$ , más intensa como se ha explicado anteriormente.

$$y_k = \sum |c_k \cdot x| \text{ y elegir BS con la } y_k \text{ más grande como (1).} \quad (2)$$

BS de célula de datos pequeña con más de una antena y códigos de Gold restringidos

El número de distintas secuencias de CSI-RS está limitado y usar un código de Gold distinto para cada antena y célula de datos pequeña puede no ser siempre posible. Para tener en cuenta esto, puede transmitirse CSI-RS para fines de identificación de célula desde únicamente una antena o un subconjunto de ellas en una BS de célula de datos pequeña de múltiples antenas. Identificamos la célula de datos pequeña más intensa  $k$  como se ha explicado anteriormente.

Precodificador de MIMO para preámbulo de acceso aleatorio

Con la condición de que los UE y las BS tengan múltiples antenas, podría aplicarse una nube precodificada al preámbulo de acceso aleatorio de modo que se maximiza su calidad de señal en la célula de datos pequeña seleccionada BS. Obsérvese que el UE conoce a priori la célula más intensa basándose en los procedimientos de selección de célula anteriormente descritos.

Sea  $s$  la CSI-RS transmitida por la célula de datos pequeña BS  $k$  y recibida por todos los UE vecinos. Considérese un UE  $u$  con  $N$  antenas, a continuación las CSI-RS recibidas en las antenas de UE se modulan por el canal inalámbrico como:

$$z_u = h_u s$$

La correlación entre una CSI-RS de BS  $k$  su estimación recibida en el UE  $u$  proporciona la diversidad espacial del canal inalámbrico desde la BS al UE, que se expresa como:

$$r_u = \text{promedio } \{z_u s\}.$$

Diseñando pesos de precodificador a usarse con múltiples antenas en el UE para maximizar esta correlación maximizará la SINR del preámbulo de acceso aleatorio en la BS:

$$\mathbf{w}_k = \arg \max_{\mathbf{w}} \|\mathbf{w}^T \mathbf{r}_k\|$$

5 La  $w_k$  óptima puede obtenerse eligiendo el vector de base de  $r_k$ .

10 Con la condición de que los UE y las BS tengan múltiples antenas, podría aplicarse una precodificación al preámbulo de acceso aleatorio en el segundo método de selección de célula anterior para facilitar la identificación de la célula más intensa en el proceso de coordinación inter-BS.

#### Modo de RRC-Conectado

15 En un primer método de traspaso, las mediciones de CRS de UE tradicionales que accionan el procedimiento de traspaso convencional se sustituyen por mediciones de CSI-RS de UE cuando la célula medida es una célula de datos pequeña, y a continuación el UE alerta a la red de posibles cambios de la célula de servicio a través de un informe de medición.

20 En un segundo método de traspaso, la activación de traspaso no se maneja por el UE, sino por la red basándose en informes de información de estado de canal (CSI) convencional proporcionados por el UE en una base regular y medidos a través de CSI-RS. Basándose en la matriz de precodificación de CSI, la célula de servicio puede discernir qué célula debería servir al UE y a continuación iniciar el cambio.

25 En ambos casos, puesto que la macrocélula paraguas y sus células de datos pequeñas subyacentes tienen la misma identidad de célula física (PCI) y recursos de PARCH, y el UE no necesita cambiar su identificador temporal de red de radio (RNTI), puede simplificarse el comando de traspaso, que debería ayudar a su decodificación satisfactoria.

30 En el modo RRC-conectado, un UE puede cambiar su BS de servicio, de la célula de origen a la célula objetivo más apropiada, usando los siguientes dos mecanismos. Es importante observar que en el modo de conexión de RRC, el UE tiene tanto una célula de servicio/origen como una capa de RRC.

#### Cambiar CRS para CSI-RS

35 El UE comprueba periódicamente la condición de entrada de traspaso (por ejemplo, potencia de célula de servicio recibida multiplicada por un margen de histéresis es más débil que la potencia recibida de la célula vecina) basándose en i) mediciones de CRS sobre macro células vecinas y mediciones de CSI-RS sobre células de datos pequeñas vecinas y ii) usando filtración L1 y L3 convencional. Si se cumple la condición de entrada de traspaso, el UE sigue el procedimiento convencional e inicia el tiempo para activar. Si después del tiempo para activar aún se mantiene la condición de entrada de traspaso, el UE envía un informe de medición a la célula de servicio que indica que puede haber una mejor célula de servicio. A continuación, tendrá lugar la fase de preparación de traspaso seguida por la fase de ejecución. Si las células de origen y objetivo están dentro de la cobertura de la misma macro célula paraguas, puede seguir una fase de preparación y ejecución de traspaso simplificada puesto que la célula de origen y objetivo usan el mismo plano de control y parecen ser la misma célula para el UE en la configuración propuesta. Por ejemplo, en lugar de un mensaje de conexión de RRC completo, puede enviarse un mensaje de delta de reconfiguración de conexión de RRC al UE, en el que únicamente se indican los cambios en configuración entre el objetivo y el origen. Puesto que la célula origen y objetivo tienen la misma PCI y recursos de PRACH, y el UE no necesita cambiar su RNTI en la configuración propuesta cuando cambia de célula, este mensaje de delta de reconfiguración de conexión de RRC puede ser mucho menor que la configuración tradicional o podría incluso despreciarse (si la célula de origen y objetivo operan en la misma frecuencia portadora y tienen los mismos anchos de banda de DL/UL y algoritmos de seguridad), que debería ayudar con (o incluso evitar la necesidad para) la decodificación del comando de traspaso.

50 De otra manera, si las células de origen y objetivo tienen un plano de control diferente, siguen las fases de preparación de traspaso y ejecución.

55 Para obtener alineación de tiempo con la célula objetivo, puede ordenar que el UE realice un procedimiento de acceso aleatorio sin contienda, puesto que el RNTI del UE es conocido.

60 La Figura 5 muestra la filtración de capa 1 y capa 3 de RSRP de CSI-RS, mientras que la Figura 6 muestra el proceso de traspaso.

#### Usar realimentación de CSI de MIMO

65 Considérese el modo RRC\_conectado, donde el UE realimenta periódicamente informes de CSI de MIMO a través de señales de información de CSI-RS cuando está en modo MIMO. Esta realimentación puede usarse para seleccionar la BS de servicio apropiada así como para realizar procesamiento de MIMO coordinado a través de una

combinación de BS.

Sea  $s$  que indica la realimentación de CSI enviada desde un UE y recibida en la BS  $k$  que contiene  $M$  antenas, entonces las señales recibidas en las antenas de la BS  $k$  se modulan por los canales inalámbricos como sigue:

$$\mathbf{z}_k = \mathbf{h}_k \mathbf{s}.$$

La correlación entre la realimentación de CSI y su estimación recibida  $\mathbf{z}_k$  en la BS  $k$  proporciona la medida de CSI desde el UE a la BS, que se expresa como:

$$\mathbf{r}_k = \text{promedio } \{\mathbf{z}_k \mathbf{s}\}, \quad \forall k \in \{1, \dots, K\}$$

Sea  $\mathbf{w}_n, \forall n \in \{1, \dots, N\}$  la lista de vectores de precodificación que pueden usarse para realimentación de CSI. Normalmente, los vectores de precodificación están limitados a  $N = 64$ .

Precodificador y selección de BS conjunta: el objetivo es elegir la BS  $k$  así como el vector de precodificación de MIMO  $n$  de manera que la SNR de las señales transmitidas desde el UE se maximizan a la BS seleccionada. Obsérvese que esta medida de SNR para la BS  $k$  y precodificador  $n$  se especifica por el producto vectorial

$$\text{SNR}_{k,n} = \mathbf{w}_n^T \mathbf{r}_k.$$

Apilando la relación anterior para diferentes BS y vectores de precodificación conduce a la siguiente matriz de covarianza cruzada  $K \times N$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \mathbf{w}_1^T \mathbf{r}_1 & \dots & \mathbf{w}_N^T \mathbf{r}_1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{w}_1^T \mathbf{r}_K & \dots & \mathbf{w}_N^T \mathbf{r}_K \end{bmatrix}$$

elegir pesos de BS y precodificador a partir de  $\mathcal{R}$

Procesamiento de MIMO coordinado y selección de precodificador (sometido a complejidad): la medida de SNR en la matriz de covarianza anterior  $\mathcal{R}$  puede sustituirse por la medida de SINR para rendimiento mejorado. En este caso, la medida de SINR para BS  $k$  y precodificador  $\mathbf{w}_n$  es

$$\text{SINR}_{n,k} = \frac{\mathbf{w}_n^T \mathbf{r}_k}{\sum_{j \neq k} \mathbf{w}_n^T \mathbf{r}_j} \quad \forall k \in \{1, \dots, K\} \quad \text{y } j \neq k$$

Posteriormente, seleccionamos la BS y precodificador apropiados. El precodificador óptimo  $\mathbf{w}_n$  que maximiza la relación de señal a fuga de la BS  $k$  es los vectores de base de  $(\sum_j \mathbf{w}_n^T \mathbf{r}_j)^{-1} \mathbf{w}_n^T \mathbf{r}_k$ .

Obsérvese que una red celular con coordinación inter-BS puede usarse para realizar procesamiento de MIMO coordinado. En procesamiento de MIMO coordinado, la red calcula una combinación lineal de la salida del precodificador desde todas las BS para maximizar la SINR global en la red. Dada la matriz de covarianza de SINR  $\mathcal{R}$ , esta puede obtenerse realizando una descomposición de valor singular o descomposición de Eigen de  $\mathcal{R}$ . Combinando estas señales usando el vector de Eigen dominante nos proporcionaría la SINR que maximiza el caso de red/coordinado.

Después de suficiente filtración, una vez que la célula de servicio ha decidido que el UE debería traspasarse a través de una célula vecina, deberían tener lugar las fases de preparación de traspaso y ejecución convencionales. En este caso, el UE no necesita tomar las mediciones de CRS y/o CSI-RS RSRP, iniciar el tiempo para activar o enviar un informe de medición. El UE únicamente necesita realimentar periódicamente informes de MIMO al igual que CSI, y la red se preocupará de seleccionar el punto de transmisión.

En los métodos anteriores, la potencia de transmisión de CRS y CSI-RS debería configurarse con la misma potencia de transmisión de línea de base para permitir la comparación entre mediciones de CSI de macrocélula y CSI-RS de célula de datos pequeña. Un subconjunto dado de CSI-RS puede no usarse para identificación de célula pequeña, sino que podría reservarse para la funcionalidad de MIMO real (de manera similar a la reserva de ciertas PCI para células pequeñas). Además, las CSI-RS de células de datos pequeñas deberían transmitirse al menos tan a menudo como los UE miden la RSRP y RSRQ de macrocélula, por ejemplo, cada 40 ms.

Dos características que pueden mitigar tanto fallos de enlace como de traspaso en la configuración de red propuesta anteriormente descrita son:

Evitación de fallo de enlace de radio: puesto que las células de datos pequeñas no transmiten dato alguno en los elementos de recursos usados por sus macro células paraguas para transmitir sus CRS, los UE siempre podrán llevar a cabo una buena detección de la CRS de macro célula (es decir, el UE siempre puede observar la CRS de la

célula que proporciona el plano de control), y por lo tanto no se declarará fuera de fallos de sincronización/enlace de radio por sí mismos.

5 Mitigación de fallo de Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH): la configuración de red propuesta puede aprovecharse de las características de la LTE Versión 11 tales como el canal de control de enlace descendente físico mejorado (EPDCCH) para planificar mensajes de información de control de enlace descendente (DCI) de comando de traspaso y/o traspaso completo en recursos apropiados. Al contrario a PDCCH, el EPDCCH puede planificarse en RB específicos, de manera similar a datos de UE - llevados en PDSCH, y por lo tanto puede conseguirse una gran cantidad de mitigación de interferencia inter-célula a través de coordinación de interferencia inter-célula. La planificación de EPDCCH eficaz por lo tanto ayudará a aliviar fallos de comando de traspaso y/o traspaso completo.

15 La configuración de red propuesta junto con los procedimientos de selección de célula y traspaso propuestos pueden ser aplicables para permitir despliegues de pico célula de radio ligera eficaces. Las pico células se harían pico células de datos. Adoptando los procedimientos de configuración de red y selección de célula propuestos, un gran número de pico células podrían desplegarse en áreas de puntos calientes grandes (por ejemplo, el centro de Madrid), mientras se permite movilidad sin interrupciones para UE conectados. Además, puesto que están permitidas decisiones de planificación independientes en la macrocélula paraguas y están permitidas pico células de datos, los UE de punto caliente se beneficiarán aún de baja latencia y grandes caudales a través de reutilización espacial. Puesto que las pico células de datos no transmiten señalización alguna cuando no hay UE activo, puede conseguirse gran ahorro de energía puesto que estas células pueden pasar a modo de inactividad durante periodos de tiempo más largos. El enfoque propuesto funciona incluso para operadores con únicamente una portadora, y facilitaría despliegue de red y reduciría consumo de potencia.

25 Para redes con un gran número de células de datos pequeñas, la selección de célula y traspaso puede ayudarse por una arquitectura de red donde se controlan múltiples células de datos pequeñas por un nodo central diferente de la macro célula con enlace de retroceso ideal. De esta manera, pueden soportarse de medias a altas velocidades de UE, puesto que puede realizarse mucho más rápido la selección de célula y los trasposos.

30 Puesto que el número de CSI-RS independientes disponible está limitado y puede ser menor que el número de células de datos pequeñas desplegadas por macro célula, el mecanismo de selección de célula y traspaso propuesto puede complementarse con un método, centralizado y/o distribuido, que puede reutilizar de manera eficaz CSI-RS a través de la red tal como para mitigar problemas de confusión y colisión.

35 Los procedimientos de selección de célula y traspaso anteriormente descritos están adaptados a y permiten la operación de redes de plano de control y de plano de usuario divididas, que a su vez facilitan el despliegue de red, mitigan significativamente fallos de enlace de radio y de traspaso, evitan problemas de colisión de PCI y confusión y proporcionan ahorros de potencia significativos.

40 Las presentes invenciones pueden realizarse en otros aparatos y/o métodos específicos. Las realizaciones descritas han de considerarse en todos los aspectos como únicamente ilustrativas y no restrictivas. En particular, el alcance de la invención se indica por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción y figuras en el presente documento. Todos los cambios que entren dentro del significado de las reivindicaciones han de estar abarcados dentro de su alcance.

45

## REIVINDICACIONES

1. Una red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400), que comprende:

5 una macro célula (104; 204; 304; 404);  
 una pluralidad de células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406), cada una identificada por señales de CSI-RS  
 individuales, proporcionadas dentro de la cobertura de la macro célula (104; 204; 304; 404); y  
 un equipo de usuario (110; 210; 310; 410) proporcionado dentro de la cobertura de la macro célula (104; 204;  
 10 304; 404), en donde el equipo de usuario (110; 210; 310; 410) es operable para recibir información de plano de  
 control que indica recursos de canal de acceso aleatorio físico, PRACH, y preámbulos de acceso aleatorio de la  
 macro célula (104; 204; 304; 404) e información de plano de usuario de la macro célula (104; 204; 304; 404) y/o  
 una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406), y en donde los recursos de frecuencia-tiempo de un  
 PRACH para la macro célula (104; 204; 304; 404) y una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) son  
 15 iguales y se especifican al equipo de usuario (110; 210; 310; 410) usando la macro célula (104; 204; 304; 404),  
 en donde:

el equipo de usuario (110; 210; 310; 410) es operable para transmitir una solicitud de conexión basándose en  
 la información de plano de control recibida usando los recursos de PRACH especificados, e identifica como  
 una célula de servicio la célula más apropiada para operar;  
 20 la macro célula (104; 204; 304; 404) y/o una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) son operables  
 para determinar cuál de la macro célula (104; 204; 304; 404) y una de las células pequeñas (106, 108; 206;  
 306; 406) ha de operar como la célula de servicio para el equipo de usuario (110; 210; 310; 410) basándose  
 en la solicitud de conexión, y  
 la célula de servicio determinada es operable para transmitir una respuesta de conexión al equipo de usuario  
 25 (110; 210; 310; 410), en donde si la macro célula (104; 204; 304; 404) es identificada como la célula más  
 apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de  
 acceso aleatorio, mientras que si una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) es identificada como  
 la célula más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un  
 preámbulo de acceso aleatorio modificado, en donde el preámbulo de acceso aleatorio modificado o parte de  
 30 él se mezclan con el código de Gold de la señal de CSI-RS de una de las células pequeñas.

2. Una red de comunicaciones (100; 200; 300; 400) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que únicamente una de  
 las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) identificada por la señal de CSI-RS en el preámbulo de acceso  
 aleatorio modificado es operable para decodificar el preámbulo de acceso aleatorio modificado y tras decodificar el  
 35 preámbulo de acceso aleatorio modificado se determina que esa una de las células pequeñas es la célula de servicio  
 del equipo de usuario.

3. Una macro célula (104; 204; 304; 404) para una red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400),  
 comprendiendo la red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400) una pluralidad de células pequeñas  
 40 (106, 108; 206; 306; 406), cada una identificada por señales de CSI-RS individuales, proporcionadas dentro de la  
 cobertura de la macro célula (104; 204; 304; 404) y un equipo de usuario proporcionado dentro de la cobertura de la  
 macro célula (104; 204; 304; 404), siendo operable el equipo de usuario para recibir información de plano de control  
 que indica recursos de canal de acceso aleatorio físico, PRACH, y preámbulos de acceso aleatorio de la macro  
 célula (104; 204; 304; 404) e información de plano de usuario de la macro célula (104; 204; 304; 404) y/o una de las  
 45 células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406), en donde los recursos de frecuencia-tiempo de un PRACH para la  
 macro célula (104; 204; 304; 404) y una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) son iguales y se  
 especifican al equipo de usuario (110; 210; 310; 410) usando la macro célula (104; 204; 304; 404), en donde la  
 macro célula (104; 204; 304; 404) es operable para:

50 transmitir información de plano de control al equipo de usuario que incluye los recursos de PRACH  
 especificados;  
 recibir una solicitud de conexión desde el equipo de usuario usando los recursos de PRACH especificados;

determinar cuál de la macro célula (104; 204; 304; 404) y una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306;  
 55 406) ha de operar como la célula de servicio para el equipo de usuario basándose en la solicitud de conexión;  
 y si se determina que la macro célula (104; 204; 304; 404) ha de operar como la célula de servicio para el  
 equipo de usuario, transmitir una respuesta de conexión al equipo de usuario, en donde si la macro célula  
 (104; 204; 304; 404) es identificada por el equipo de usuario como la célula más apropiada para operar como  
 la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de acceso aleatorio, mientras que si  
 60 una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) es identificada por el equipo de usuario como la célula  
 más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de  
 acceso aleatorio modificado, en el que el preámbulo de acceso aleatorio modificado o parte de él se mezclan  
 con el código de Gold de la señal de CSI-RS de una de las células pequeñas.

65 4. Una célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406) para una red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400),  
 la célula pequeña identificada por una señal de CSI-RS, comprendiendo la red de comunicaciones heterogénea

(100; 200; 300; 400) una macro célula (104; 204; 304; 404) y un equipo de usuario proporcionado dentro de la cobertura de la macro célula (104; 204; 304; 404), proporcionándose la célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406) dentro de la cobertura de la macro célula (104; 204; 304; 404), siendo operable el equipo de usuario para recibir información de plano de control que indica recursos de canal de acceso aleatorio físico, PRACH, y preámbulos de acceso aleatorio de la macro célula (104; 204; 304; 404) e información de plano de usuario de la macro célula (104; 204; 304; 404) y/o la célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406), en donde los recursos de frecuencia-tiempo de un PRACH para la macro célula (104; 204; 304; 404) y la célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406) son iguales y están identificados para el equipo de usuario (110; 210; 310; 410) usando la macro célula (104; 204; 304; 404), en donde la célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406) es operable para:

recibir una solicitud de conexión desde el equipo de usuario usando los recursos de PRACH especificados; determinar cuál de la célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406) y la macro célula (104; 204; 304; 404) ha de operar como la célula de servicio para el equipo de usuario basándose en la solicitud de conexión; y si se determina que la célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406) ha de operar como la célula de servicio para el equipo de usuario, transmitir una respuesta de conexión al equipo de usuario, en donde si la macro célula (104; 204; 304; 404) es identificada por el equipo de usuario como la célula más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de acceso aleatorio, mientras que si la célula pequeña (106, 108; 206; 306; 406) es identificada por el equipo de usuario como la célula más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de acceso aleatorio modificado, en donde el preámbulo de acceso aleatorio modificado o parte de él se mezclan con el código de Gold de la señal de CSI-RS de la célula pequeña.

5. Un equipo de usuario (110; 210; 310; 410) para una red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400), comprendiendo la red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400) una macro célula (104; 204; 304; 404) y una pluralidad de células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406), cada una identificada por señales de CSI-RS individuales, proporcionadas dentro de la cobertura de la macro célula, en donde el equipo de usuario se proporciona dentro de la cobertura de la macro célula (104; 204; 304; 404) y es operable para recibir información de plano de control que indica recursos de canal de acceso aleatorio físico, PRACH, y preámbulos de acceso aleatorio de la macro célula (104; 204; 304; 404) e información de plano de usuario de la macro célula (104; 204; 304; 404) y/o una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406), en donde los recursos de frecuencia-tiempo de un PRACH para la macro célula (104; 204; 304; 404) y una de las células pequeñas son iguales y están especificados para el equipo de usuario (110; 210; 310; 410) usando la macro célula (104; 204; 304; 404), en donde el equipo de usuario es operable para:

recibir información de plano de control de la macro célula (104; 204; 304; 404) que incluye los recursos de PRACH especificados; identificar la célula más apropiada para operar como una célula de servicio; transmitir una solicitud de conexión basándose en la información de plano de control recibida usando los recursos de PRACH especificados; y recibir una respuesta de conexión desde cualquiera de la macro célula (104; 204; 304; 404) o una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) que es determinada por la macro célula (104; 204; 304; 404) y/o por una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) como la célula de servicio para el equipo de usuario basándose en la solicitud de conexión, en donde si la macro célula (104; 204; 304; 404) es identificada como la célula más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de acceso aleatorio, mientras que si una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) es identificada como la célula más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de acceso aleatorio modificado, en donde el preámbulo de acceso aleatorio modificado o parte de él se mezclan con el código de Gold de la señal de CSI-RS de una de las células pequeñas.

6. Un método de comunicaciones en una red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400), comprendiendo la red de comunicaciones heterogénea (100; 200; 300; 400) una macro célula (104; 204; 304; 404), una pluralidad de células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406), cada una identificada por señales de CSI-RS individuales, proporcionadas dentro de la cobertura de la macro célula (104; 204; 304; 404) y un equipo de usuario proporcionado dentro de la cobertura de la macro célula (104; 204; 304; 404), comprendiendo el método:

recibir, en el equipo de usuario, información de plano de control que indica recursos de canal de acceso aleatorio físico, PRACH, y preámbulos de acceso aleatorio de la macro célula (104; 204; 304; 404), e información de plano de usuario de la macro célula y/o una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406), en donde los recursos de frecuencia-tiempo de un PRACH para la macro célula (104; 204; 304; 404) y una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) son iguales y están especificados para el equipo de usuario (110; 210; 310; 410) usando la macro célula (104; 204; 304; 404);

recibir, en el equipo de usuario, información de plano de control que incluye los recursos de PRACH especificados de la macro célula (104; 204; 304; 404);

identificar la célula más apropiada para operar como una célula de servicio; transmitir, desde el equipo de usuario, una solicitud de conexión basándose en la información de plano de control recibida usando los recursos de PRACH especificados;

determinar, usando la macro célula, cuál de la macro célula (104; 204; 304; 404) y la célula pequeña (106, 108;

206; 306; 406) es para operar como la célula de servicio para el equipo de usuario basándose en la solicitud de conexión; y

5 transmitir una respuesta de conexión al equipo de usuario desde la célula de servicio determinada en donde si la macro célula (104; 204; 304; 404) es identificada como la célula más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de acceso aleatorio, mientras que si una de las células pequeñas (106, 108; 206; 306; 406) es identificada como la célula más apropiada para operar como la célula de servicio, la solicitud de conexión comprende un preámbulo de acceso aleatorio modificado, en donde el preámbulo de acceso aleatorio modificado o parte de él se mezclan con el código de Gold de la señal de CSI-RS de una de las células pequeñas.

10 7. Un producto de programa informático, que comprende un medio usable por ordenador que tiene código de programa legible por ordenador incorporado en el mismo, dicho código de programa legible por ordenador adaptado para ser ejecutado por un ordenador de una macro célula de acuerdo con la reivindicación 3 o por un ordenador de una célula pequeña de acuerdo con la reivindicación 4 o por un ordenador de un equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 5 para implementar las correspondientes etapas de método de la reivindicación 6.

15

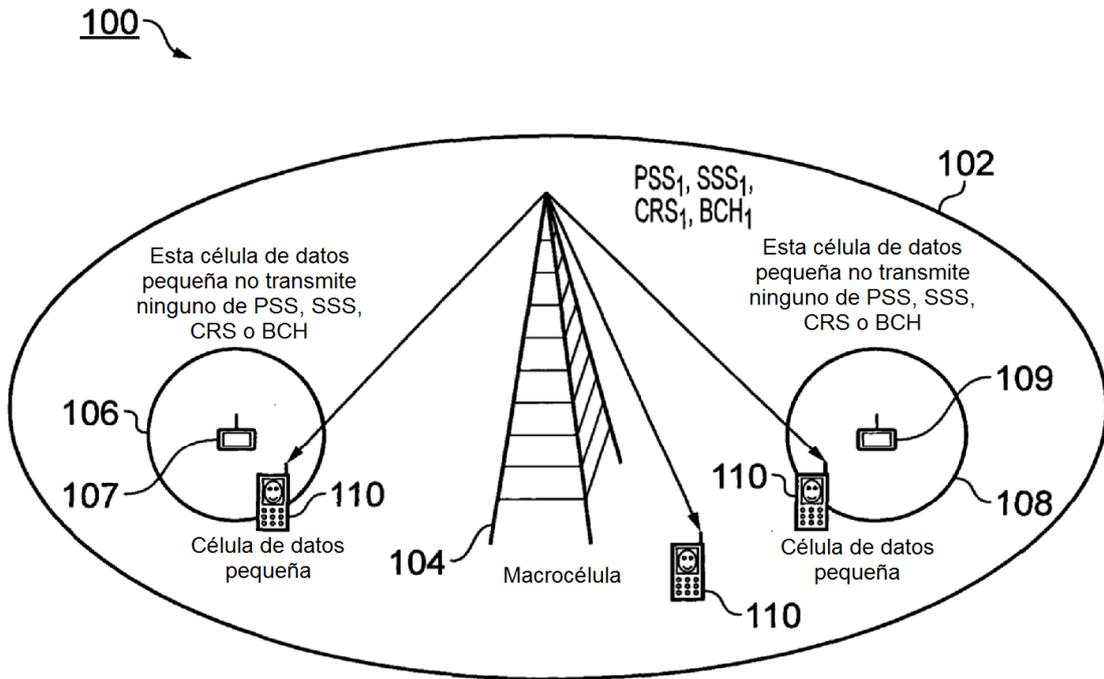


FIG. 1

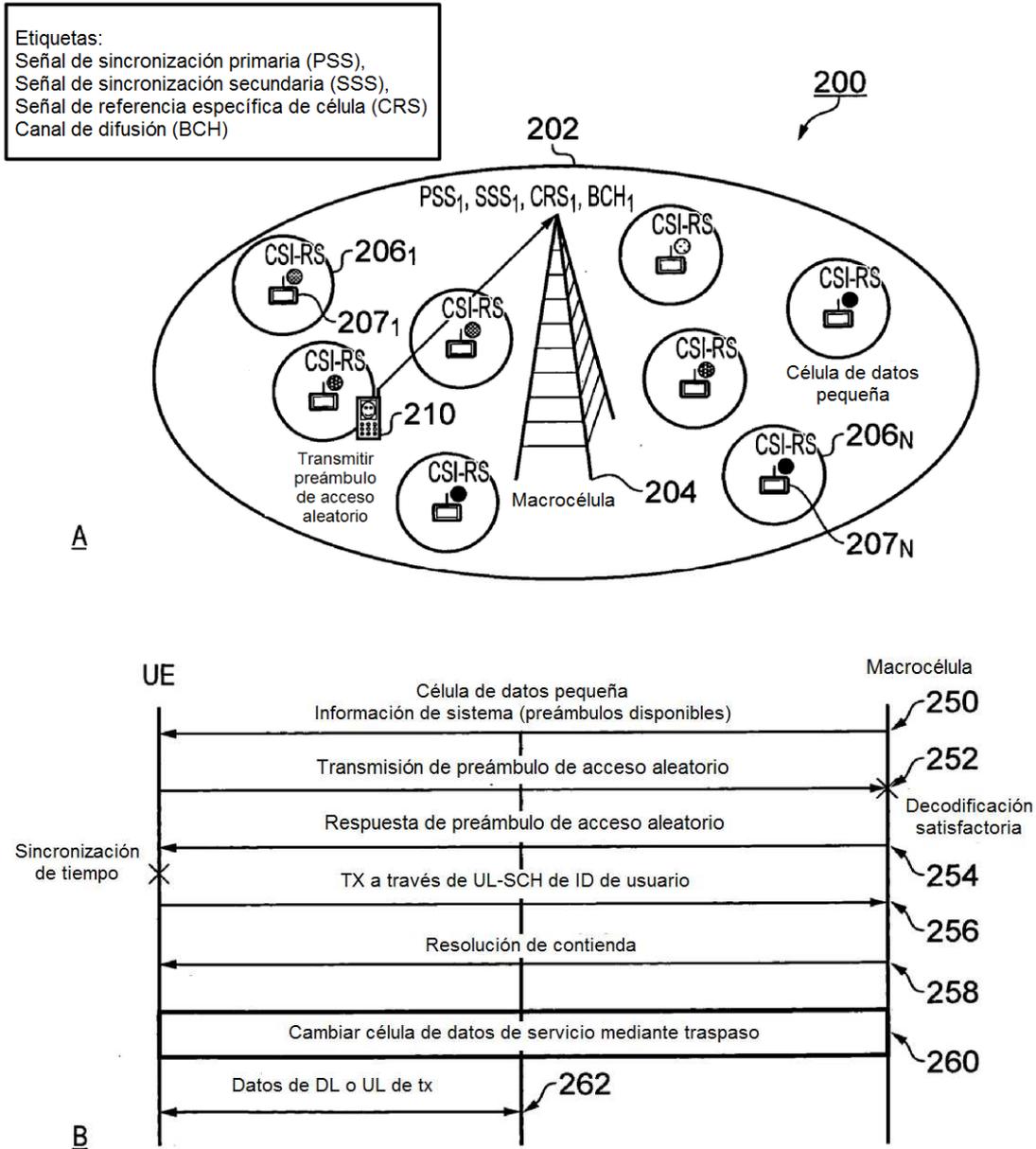


FIG. 2

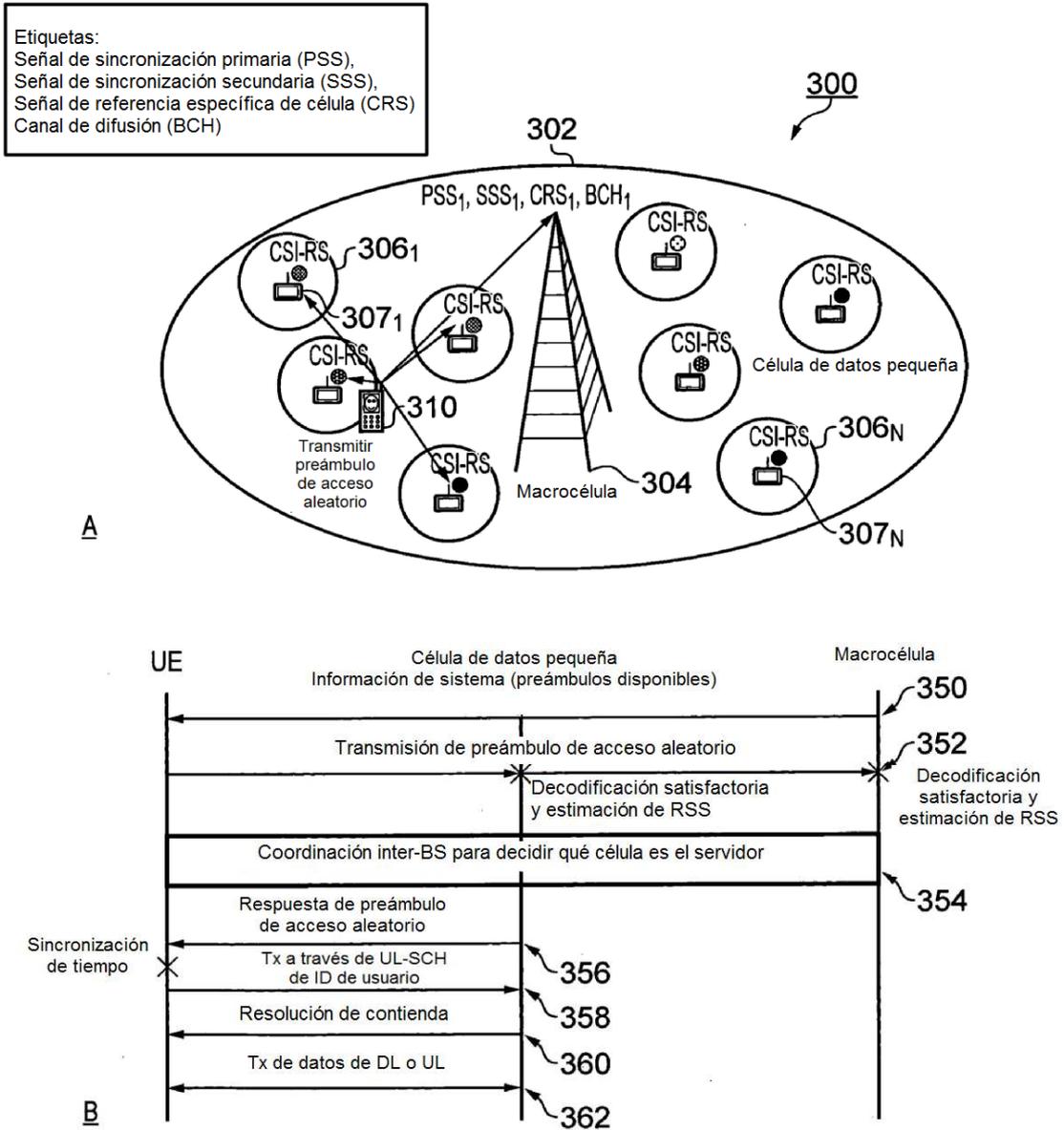


FIG. 3

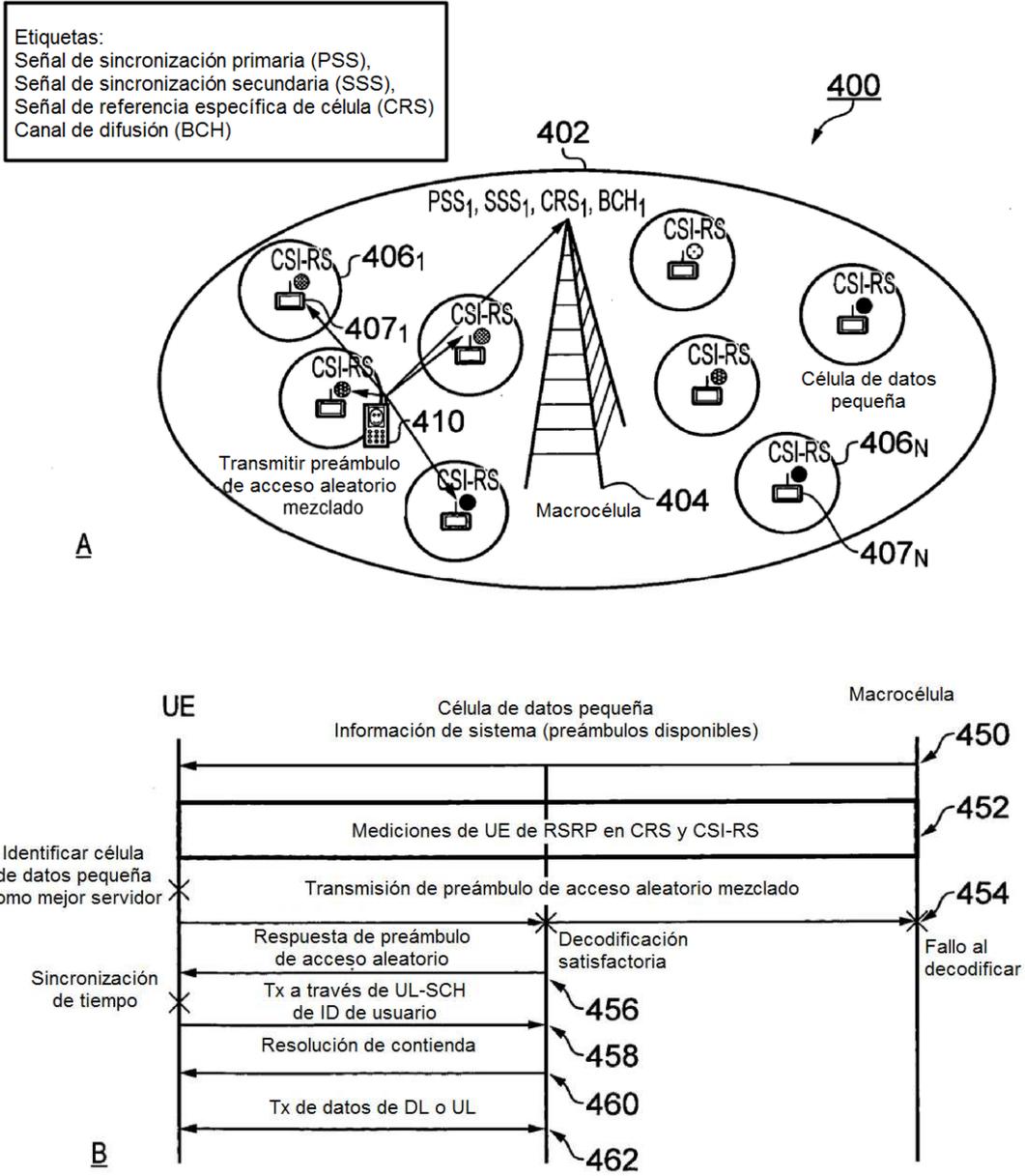


FIG. 4

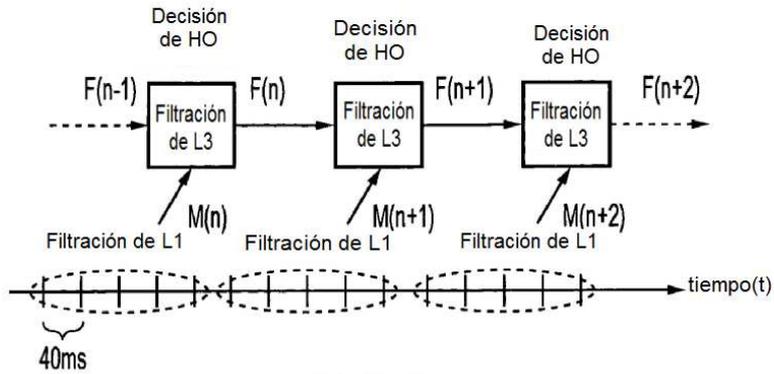


FIG. 5

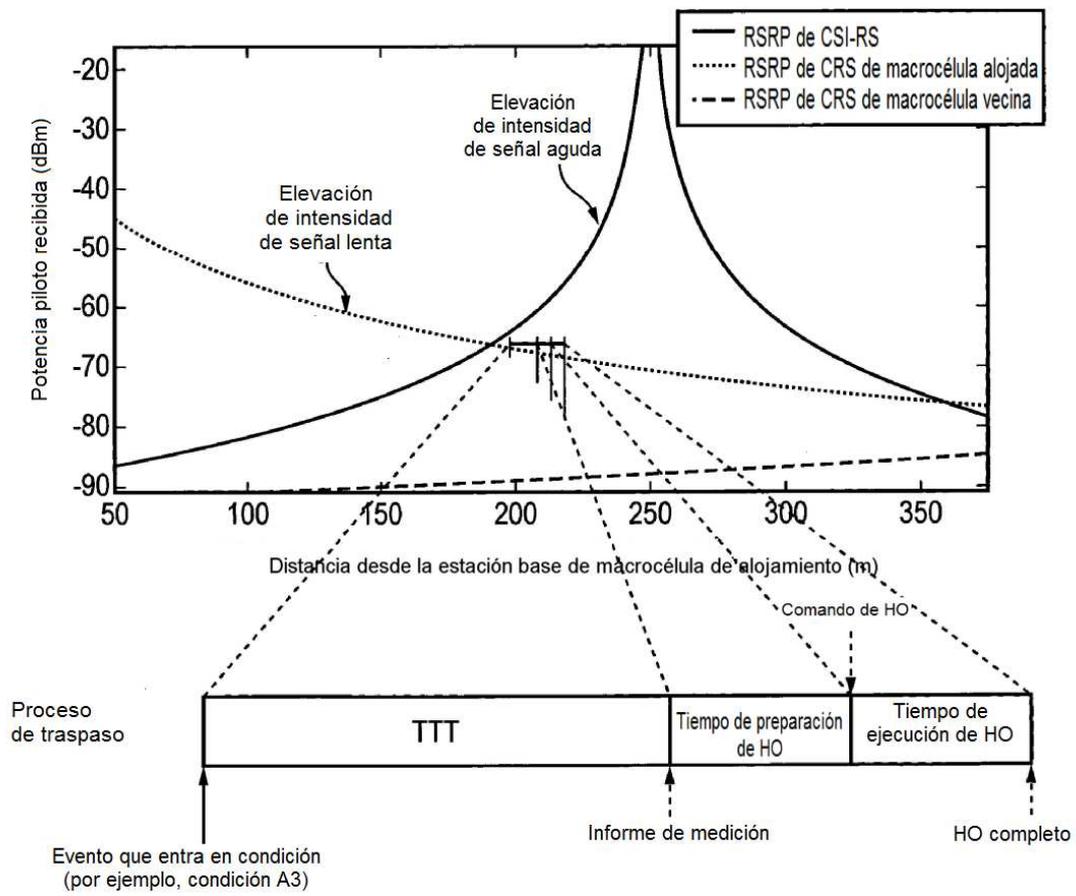


FIG. 6