

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 975**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2013** **PCT/US2013/036417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2013** **WO13155443**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2013** **E 13775019 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018** **EP 2837228**

54 Título: **Redes inalámbricas autoorganizables con apoyo, optimizadas con respecto a energía, movilidad y capacidad**

30 Prioridad:

13.04.2012 US 201261624185 P
04.01.2013 US 201313734380

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2018

73 Titular/es:

INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95052, US

72 Inventor/es:

HEO, YOUN HYOUNG;
ZHANG, YUJIAN;
NIU, HUANING;
ZHU, YUAN;
CHATTERJEE, DEBDEEP;
FWU, JONG KAE y
YIN, HUJUN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 683 975 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

Redes inalámbricas autoorganizables con apoyo, optimizadas con respecto a energía, movilidad y capacidad.

Antecedentes

5 Para mejorar el rendimiento con respecto a diferentes parámetros, las redes inalámbricas pueden autoorganizarse. Una red inalámbrica se puede optimizar haciendo cambios en las celdas de transmisión dentro de una red inalámbrica. En una red autoorganizable, la red puede determinar e implementar estos cambios.

10 Los planteamientos de autoorganización actualmente se aplican dentro de las redes inalámbricas en un número limitado de formas con respecto a un número limitado de parámetros. Debido a las formas limitadas en que se han aplicado las redes de autoorganización, existe la posibilidad de mejorar las redes inalámbricas de diferentes maneras a través de la autoorganización. Las formas en que se pueden conseguir dichas mejoras aún no se han descubierto. Sin embargo, pueden surgir diversas dificultades con respecto a la implementación de un planteamiento de autoorganización incluso una vez que se ha descubierto una aplicación.

15 La autoorganización dentro de una red inalámbrica implica cambios dentro de la red inalámbrica. Estos cambios se basan en la infraestructura de apoyo que permiten que la red variable continúe desempeñando su función. En particular, una red inalámbrica todavía necesita infraestructura para proporcionar servicios a dispositivos de comunicación móvil dentro de la red a pesar de los cambios que tienen lugar en las celdas de transmisión de la misma. Las limitaciones de la infraestructura de apoyo pueden impedir la flexibilidad con la que las redes inalámbricas pueden autoorganizarse.

20 El documento US2011312359 describe un procedimiento que incluye cambiar de forma dinámica el modo operativo de los nodos individuales de una pluralidad de nodos de red distribuidos geográficamente en correspondencia con la ubicación geográfica de, al menos, un usuario de datos inalámbricos.

25 DAEWON LEE ET AL.: "Coordinated multipoint transmission and reception in LTE-advanced: deployment scenarios and operational challenges", IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, EE. UU., Vol. 50, n.º. 2, 1 de febrero de 2012, páginas 148-155, describe una técnica coordinada de transmisión y recepción multipunto que facilita las comunicaciones cooperativas a través de múltiples puntos de transmisión y recepción en el sistema avanzado LTE.

30 INTEL CORPORATION (Reino Unido): "Proposal on functional evaluation of the low power RPHs deployment with common Cell ID (Scenario 4), 3GPP DRAFT; R1-110972; PROYECTO DE COLABORACIÓN DE 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, RUTA DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, n.º. Taipei, Taiwán; 20110221, 15 de febrero de 2011, describe la evaluación funcional del despliegue de RRH de baja potencia con un ID-celda común.

Breve descripción de los dibujos

35 Las características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción detallada a continuación, considerada junto con los dibujos adjuntos, los cuales ilustran a modo de ejemplo características de la invención, y en los que:

la FIG. 1A es un diagrama de bloques que ilustra un macronodo evolucionado B (eNodeB) acoplado de forma comunicativa con un potenciador de capacidad activo capaz de autoorganizarse;

la FIG. 1B es un diagrama de bloques que ilustra un macro eNodeB (MCN) acoplado de forma comunicativa con un potenciador de capacidad inactivo capaz de autoorganizarse;

40 la FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra la infraestructura de comunicación entre los eNodosB y la infraestructura de comunicación entre los eNodosB y un sistema de paquetes evolucionado (EPC) que se puede utilizar para informar de las cargas de tráfico que determinan cambios en la autoorganización;

45 la FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra la formación de una lista de cargas bajas que indica los nodos/celdas de transmisión que pueden considerarse para su desconexión con el fin de optimizar la red con respecto a la energía;

la FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra el uso de mensajes de control de recursos de radio (RRC por sus siglas en inglés) para difundir la información de configuración de la señal de referencia-información de estado de canal (CSI-RS por sus siglas en inglés) de las nuevas CSI-RS creadas para los identificadores físicos de celda (PCI por sus siglas en inglés)/identificador de celda (ID celda) aún por configurar en la red inalámbrica;

50 la FIG. 5 es un diagrama de bloques que ilustra una lista de configuraciones de CSI-RS para los PCI/ID-celdas aún por configurar integradas en un mensaje de RRC tal como se difunde en la figura anterior;

la FIG. 6 representa el código fuente de la notación de sintaxis abstracta 1 (ASN1 por sus siglas en inglés) que se puede utilizar para generar las CSI-RS para los PCI/ID-celdas aún por configurar;

la FIG. 7 es un diagrama de bloques que ilustra las CSI-RS desde los nodos/celdas de transmisión individuales en la red inalámbrica a un equipo de usuario representativo;

5 la FIG. 8 es un diagrama de bloques que ilustra la transmisión de enlace ascendente (UL por sus siglas en inglés) de un mensaje de medición desde un UE representativo a un nodo de transmisión representativo, el mensaje de medición que contiene mediciones de la potencia recibida (RSRP por sus siglas en inglés) y/o la calidad de la señal de referencia recibida (RSRQ por sus siglas en inglés) de los PCI/ID-celdas aún por configurar y que se pueden utilizar para realizar determinaciones a fin de optimizar la red inalámbrica;

10 la FIG. 9 es un diagrama de bloques que ilustra la formación de una lista de candidatos que excluye los nodos/celdas de transmisión que se han desconectado, junto con posibles enlaces de comunicación con diversos nodos/celdas de transmisión que pueden evitar agujeros de cobertura basándose en las mediciones de los PCI/ID-celdas aún por configurar proporcionados a la red desde los UE dentro de las zonas de cobertura de los nodos/celdas de transmisión que se han de desconectar;

15 la FIG. 10 es un diagrama de bloques que ilustra dos formas de ejemplo en las que los UE pueden reconfigurarse para un nuevo PCI/ID-celda durante un cambio de autoorganización;

la FIG. 11 es un diagrama de bloques que ilustra la difusión de un mensaje de traspaso perteneciente a un planteamiento de ejemplo adicional para un traspaso que reduce la sobrecarga a partir de un traspaso de grupo;

20 la FIG. 12 es un diagrama de bloques que ilustra el posible contenido de un mensaje de traspaso para un traspaso de grupo tal como es recibido por un UE representativo desde un nodo/celda de transmisión representativa;

la FIG. 13 es un diagrama de bloques que ilustra la formación de una red autoorganizada que reduce la energía desconectando una diversidad de nodos/celdas de transmisión, incluido un macro eNodeB, compartiendo un PCI/ID-celda común;

25 la FIG. 14 es un diagrama de bloques que ilustra una redistribución del tráfico dentro de una red que comparte un PCI/ID-celda común, previamente autoorganizado para reducir la potencia;

la FIG. 15 es un diagrama de bloques que ilustra el código fuente ASN1 que puede usarse para generar las CSI-RS de los PCI/ID-celdas, aún por configurar, para mediciones con las que se pueden satisfacer redistribuciones del tráfico de carga;

30 la FIG. 16 es un diagrama de bloques que ilustra la formación de dos nuevos PCI/ID-celdas desde, y además de, el PCI/ID-celda común restante, para aumentar la capacidad y satisfacer las redistribuciones del tráfico de carga;

la FIG. 17 es un diagrama de bloques que ilustra datos de la infraestructura de comunicación que permite determinar la autoorganización dentro de una red inalámbrica de ejemplo;

la FIG. 18 es un diagrama de bloques que ilustra el uso del efecto Doppler para medir la velocidad a la que viaja un UE en un automóvil que circula por la red inalámbrica;

35 la FIG. 19 es un diagrama de bloques que ilustra la asignación de un PCI/ID-celda común en múltiples partes de la red adicional en una zona de la red adicional con cargas de tráfico bajas y velocidades altas por una carretera sin congestión en la que se autoorganiza la red para obtener una alta movilidad con poca sobrecarga de traspaso;

40 la FIG. 20 es un diagrama de bloques que ilustra la asignación de diferentes frecuencias y PCI/ID-celdas a diferentes nodos/celdas de transmisión en la red inalámbrica de ejemplo en una zona de la red adicional con altas cargas de tráfico y bajas velocidades por una carretera congestionada en la que se autoorganiza la red para obtener una alta eficiencia espectral y capacidad de transporte;

la FIG. 21 es un diagrama de bloques que ilustra la asignación de múltiples frecuencias y PCI/ID-celdas distintos a nodos/celdas de transmisión individuales mediante multiplexación espacial para aumentar aún más la eficiencia espectral y la capacidad de transporte en una zona de la red adicional por la carretera congestionada;

45 la FIG. 22 es un diagrama de flujo que representa un procedimiento para autoorganizar una red inalámbrica con respecto a la energía según un ejemplo;

la FIG. 23 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo para autoorganizar una red inalámbrica que equilibra los requisitos de carga y sobrecarga de movilidad según un ejemplo;

50 la FIG. 24 es un diagrama de flujo que representa un procedimiento para generar la CSI-RS de los PCI/ID-celdas aún por configurar según un ejemplo;

la FIG. 25 es un diagrama de flujo que representa un procedimiento para el traspaso de un UE con respecto a un conjunto de nodos/celdas de transmisión que se han de reconfigurar con respecto a su información de identificación;

la FIG. 26 es un diagrama de bloques de un UE según otro ejemplo.

Ahora se hará referencia a los ejemplos ilustrados y al lenguaje específico que se usará en la presente memoria para describir los mismos. Sin embargo, se entenderá que con ello no se pretende limitar el alcance de la invención.

Descripción detallada

Antes de que se describa la presente invención, se ha de entender que esta invención no se limita a las estructuras particulares, etapas de procedimiento o materiales descritos en la presente memoria, sino que se amplía a los equivalentes de los mismos, tal como reconocerían las personas con experiencia ordinaria en las técnicas pertinentes. También se ha de entender que la terminología empleada en la presente memoria tiene el único fin de describir ejemplos particulares y no pretende ser limitativa.

Definiciones

Como declaración importante de la generalidad de los ejemplos analizados en esta descripción, aunque la terminología del estándar de evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP) se utiliza a menudo en esta memoria descriptiva, no pretende ser limitativa, y hay excepciones en el uso de terminología más general en partes de esta memoria descriptiva para informar más sobre este punto.

La diferente terminología para dispositivos móviles inalámbricos se utiliza en diferentes memorias descriptivas. Como se emplea en esta memoria, un dispositivo móvil inalámbrico puede ser un equipo de usuario (UE por sus siglas en inglés) o una estación móvil (MS por sus siglas en inglés), entre otras posibilidades. En esta solicitud, los términos dispositivo móvil inalámbrico, UE y MS pueden usarse indistintamente.

Como se emplea en esta memoria, el término "nodo de transmisión" se define como un dispositivo de comunicación inalámbrica en una red de área amplia inalámbrica (WWAN por sus siglas en inglés) configurada para comunicarse con una pluralidad de dispositivos móviles inalámbricos ubicados dentro de una zona geográfica denominada celda. Se utilizan diferentes terminologías para nodos de transmisión en diferentes memorias descriptivas. La terminología utilizada para diferentes variaciones de un nodo de transmisión puede incluir, pero no se limita a, una estación base (BS), un nodo evolucionado B (eNodeB o eNB), un nodo de transmisión WWAN, un nodo de transmisión inalámbrica y un nodo WWAN. Los términos se usan indistintamente, a menos que se indique lo contrario. La definición real de una BS o un eNodeB se proporciona en el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.16 y las memorias descriptivas de 3GPP.

Como se emplea en esta memoria, el término "celda de transmisión" se refiere a cualquier entidad a la que se le pueda asignar un identificador físico de celda (PCI por sus siglas en inglés) o un identificador de celda (ID-celda). En toda la memoria descriptiva, los términos ID-celda y PCI pueden usarse indistintamente. Por ejemplo, una celda de transmisión puede referirse a un solo nodo de transmisión. Dado que múltiples PCI/ID-celdas pueden asignarse a múltiples portadores de componentes (CC por sus siglas en inglés) diferentes correspondientes a diferentes tramos del espectro de frecuencia, un único nodo de transmisión puede tener múltiples celdas de transmisión. Además, una celda de transmisión puede hacer referencia a múltiples nodos de transmisión y/o CC asignados a un PCI/ID-celda común, incluso cuando los CC pertenecen a diferentes nodos de transmisión. Tal como se usa en esta solicitud, un "nodo/celda de transmisión" puede referirse a un nodo de transmisión, a una celda de transmisión, o a ambos.

Como se emplea en esta memoria, el término "significativamente" se refiere al alcance o grado completo, o casi completo, de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, elemento o resultado. Por ejemplo, un objeto que está "significativamente" encerrado significaría que el objeto está completamente encerrado o casi completamente encerrado. El grado de desviación admisible exacto de la completación absoluta puede, en algunos casos, depender del contexto específico. Sin embargo, en términos generales, la proximidad de la completación será tal que si tuviera el mismo resultado global que una completación total y absoluta. El uso de "significativamente" es igualmente aplicable cuando se utiliza en una connotación negativa para referirse a la falta de completación, o casi completación, de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, elemento o resultado.

Se pueden definir otros términos en cualquier parte del cuerpo de esta memoria descriptiva.

Ejemplos

A continuación, se proporciona una descripción general inicial de los ejemplos de tecnología y, posteriormente, se describen ejemplos de tecnología específicos con mayor detalle. Este compendio inicial está destinado a ayudar a los lectores a comprender la tecnología más rápidamente, pero no tiene la intención de identificar las características clave o las características esenciales de la tecnología, ni tiene la intención de limitar el alcance de la materia reivindicada.

Múltiples ejemplos pueden implementarse en un nodo evolucionado B (eNodeB) y/o un módulo de operación y mantenimiento (O&M) ubicado dentro de una red principal (CN por sus siglas en inglés), como puede ser un sistema de paquetes evolucionado (EPC por sus siglas en inglés). En ciertos ejemplos dirigidos a optimizar la eficiencia energética, se puede adquirir información de carga para un conjunto de nodos/celdas de transmisión dentro de una zona de cobertura seleccionada. Posteriormente se puede seleccionar un conjunto reducido de estos nodos/celdas de transmisión para que puedan proporcionar cobertura a la zona de cobertura seleccionada. El conjunto reducido se puede seleccionar en base a mediciones de las señales de referencia - información de estado de canal (CSI-RS) que se pueden indexar a los identificadores físicos de celda (PCI)/identificadores de celdas (ID-celdas) aún por configurar enviados a una pluralidad de UE dentro de la zona de cobertura seleccionada.

Estas CSI-RS indexadas a los PCI/ID-celdas aún por configurar pueden integrarse con la información de identificación. La información de identificación puede permitir una medición de las CSI-RS, tal como las realizadas por los UE a los que se difunden las CSI-RS, para indexar los PCI/ID-celdas aún por configurar y para identificarlos con los nodos/celdas de transmisión individuales que los transmiten. Esta identificación se puede realizar incluso a pesar de los nodos/celdas de transmisión en la zona de cobertura seleccionada que comparten un identificador de celda común (ID-celda). Dichas mediciones pueden usarse para seleccionar el conjunto reducido de nodos/celdas de transmisión indicando los nodos/celdas de transmisión adyacentes que pueden transmitir y recibir con intensidad suficiente a y desde los UE dentro de la zona de cobertura de un nodo/celda de transmisión que experimenta una carga relativamente baja.

Los nodos/celdas de transmisión con cargas tan bajas, cuyas zonas de cobertura pueden ser cubiertas por nodos/celdas de transmisión adyacentes, pueden dejarse fuera del conjunto reducido de nodos/celdas de transmisión que mantendrán la cobertura para la zona de cobertura seleccionada. Los nodos/celdas de transmisión en el conjunto reducido de nodos de transmisión se pueden reconfigurar en una red de frecuencia única (SFN por sus siglas en inglés) con un ID de celda común. Debido a que las mediciones pueden indexarse para los PCI/ID-celdas aún por configurar, la zona de cobertura seleccionada puede asegurarse para recibir cobertura con menos nodos/celdas de transmisión.

Se pueden usar diversos planteamientos para traspasar UE y/o reconfigurar UE con PCI/ID-celdas nuevos en la zona de cobertura seleccionada. Por ejemplo, se puede enviar un mensaje de reconfiguración a una pluralidad de UE asociados con el conjunto de nodos/celdas de transmisión. El mensaje de reconfiguración, que puede comprender una indicación para la pluralidad de UE para detener la transmisión, puede enviarse un valor del PCI/ID-celda nuevo, y/o una hora correspondiente cuando el nuevo PCI/ID-celda estará operativo, para permitir que los UE se conecten a un conjunto de nodos/celdas de transmisión cuando el conjunto de nodos/celdas de transmisión se haya reconfigurado con el nuevo PCI/ID-celda. El mensaje de reconfiguración se puede integrar en una etiqueta como valor y/o un mensaje de radiobúsqueda. Para mencionar otro ejemplo, el mensaje de reconfiguración puede comprender un mensaje de orden de traspaso común enviado a la pluralidad de UE mediante señalización por multidifusión. La orden de traspaso común puede proporcionar parámetros, tales como uno o más identificadores temporales de red por radio celular (C-RNTI por sus siglas en inglés), uno o más identificadores de algoritmo de seguridad del nodo/celda de transmisión de destino, información de un canal de acceso aleatorio dedicado (RACH por sus siglas en inglés) y/o información del sistema eNodeB de destino, que se puede usar para realizar un traspaso de la pluralidad de UE al conjunto reconfigurado de nodos/celdas de transmisión con el nuevo PCI/ID-celda.

En algunos ejemplos, después de la formación de una SFN con un ID-celda común, se puede determinar que uno o más nodos/celdas de transmisión adicionales mejorarían el tratamiento de los aumentos de cargas de tráfico dentro de la zona de cobertura seleccionada. Se pueden generar y enviar CSI-RS adicionales de los PCI/ID-celdas aún por configurar, como se ha analizado anteriormente. Las mediciones correspondientes se pueden usar para reconfigurar uno o más nodos/celdas de transmisión adicionales con uno o más PCI/ID-celdas nuevos. El traspaso y/o la reconfiguración de los UE a los nodos/celdas de transmisión con uno o más PCI/ID-celdas nuevos también se pueden facilitar mediante el traspaso y/o la reconfiguración de los procedimientos de PCI/ID-celda de UE en las líneas que se han analizado con respecto a los ejemplos anteriores.

Los ejemplos anteriores de generación de CSI-RS de los PCI/ID-celdas aún por configurar y el traspaso de UE y la reconfiguración de PCI/ID-celda también pueden facilitar las redes de autoorganización (SON por sus siglas en inglés) y adaptarse a la demanda variable de alta movilidad y capacidad de carga. Por ejemplo, la capacidad de carga puede ser una preocupación principal en una autovía durante períodos de gran congestión de tráfico con múltiples usuarios que circulan a velocidades relativamente bajas, lo que resulta en grandes volúmenes de datos con pocos traspasos que ocurren entre las celdas. Sin embargo, durante los períodos de poco tráfico, el número de usuarios se puede reducir considerablemente, por usuarios que circulan por una zona a una velocidad relativamente alta. La circulación a mayor velocidad durante los períodos de poco tráfico da como resultado una cantidad de datos bastante baja en cada celda, pero con un número mucho mayor de traspasos en relación con el ejemplo de congestión de mayor tráfico. En función del volumen de una carga de tráfico en una zona de este tipo y/o la velocidad de los UE en la misma, se puede seleccionar una entre una configuración del ID-celda de alta movilidad y una configuración del ID-celda con capacidad de carga alta.

Cuando la alta movilidad es la prioridad, un conjunto de nodos/celdas de transmisión en la zona se puede configurar dentro de una SFN y un PCI/ID-celda común mediante los nuevos procedimientos de traspaso anteriormente descritos. La SFN con PCI/ID-celda común puede reducir significativamente el número de traspasos que se producen para los usuarios que circulan a velocidades de autovía. Con la SFN y el PCI/ID-celda común, la sobrecarga de movilidad se reduce en gran medida para conseguir una gran movilidad. Cuando se requiere una gran capacidad, se pueden implementar múltiples nodos/celdas de transmisión con diferentes PCI/ID-celdas. Estos múltiples nodos/celdas de transmisión con diferentes PCI/ID-celdas pueden ajustarse para cargas adicionales con mayor eficiencia espectral. La transmisión de menos a más PCI/ID-celda se puede facilitar con las CSI-RS de los PCI/ID-celdas aún por configurar y los planteamientos de traspaso analizados anteriormente. A continuación se proporcionan detalles adicionales de diversos ejemplos con la ayuda de las siguientes figuras.

La FIG. 1A ilustra múltiples UE, de los cuales los UE 101a, 101b proporcionan ejemplos de diversos tipos de UE, en una parte 102a de una SON cubierta por un eNodoB de cobertura básica 104a. En ciertos ejemplos, el eNodoB de cobertura básica puede ser un macronodo (MCN por sus siglas en inglés) eNodoB. También dentro de la parte 102a, hay un potenciador de capacidad 106a con una zona de cobertura del potenciador 108a. Como se representa, la zona de cobertura del potenciador 108a puede ampliarse desde la parte 102a cubierta por el eNodoB de cobertura básica 104a a zonas cubiertas por otros nodos/celdas de transmisión dentro de una red autoorganizable. En una realización, un potenciador de capacidad se puede distinguir de un eNodoB de cobertura básica porque el potenciador de capacidad solo puede mejorar la cobertura o proporcionar una capacidad aumentada, sin ser necesario para una cobertura básica cuando el tráfico de la celda está en niveles reducidos que puede proporcionarse por el MCN solo.

El potenciador de capacidad 106a puede ser un nodo de baja potencia (LPN por sus siglas en inglés). Un LPN puede comprender una entre una microcelda, una picocelda, una femtocelda, una celda eNodoB doméstica (HeNB por sus siglas en inglés), un cabezal de radio remoto (RRH por sus siglas en inglés), un equipo de radio remoto (RRE por sus siglas en inglés), un repetidor u otro tipo de nodo de transmisión que tiene una potencia menor que la que se usa típicamente en un eNodoB MCN. El eNodoB de cobertura básica 102a y el potenciador de capacidad 106a se pueden acoplar de forma comunicativa a través de un enlace de red de retorno 110a. El enlace de la red de retorno se forma típicamente mediante una conexión cableada u óptica. La comunicación a través del enlace de la red de retorno se puede conseguir mediante una interfaz, como, por ejemplo y sin limitación, una interfaz X2.

Como se ilustra en la FIG. 1A, diversos UE residen dentro de la zona de cobertura del potenciador 108a. El eNodoB de cobertura básica 102a puede, por lo tanto, encender el potenciador de capacidad 106a, como se representa en la FIG. 1A, para aumentar la capacidad y mantener/mejorar una calidad de servicio para los UE en la zona de cobertura del potenciador. Sin embargo, las transmisiones del potenciador de capacidad pueden consumir mucha energía y a veces pueden ser innecesarias.

La FIG. 1B ilustra la misma parte 102b de la red autoorganizable cubierta por el mismo eNodoB de cobertura básica 104b en comunicación, a través del mismo enlace de la red de retorno 110a, con el mismo potenciador de capacidad 106a, con la misma zona de cobertura del potenciador 108a. Sin embargo, en ese momento, o en la situación, representada en la FIG. 1B, solo dos UE 101a, 101b permanecen dentro de la zona de cobertura del potenciador 108b. Por lo tanto, para promover el ahorro de energía y reducir los gastos operativos relacionados con la misma, el potenciador de capacidad puede desconectarse a un estado inactivo, en la medida en que ya no se necesite su capacidad. La zona de cobertura del potenciador sombreada con líneas cruzadas en la FIG. 1B indica que el potenciador de capacidad se ha desconectado.

La decisión de desconectar el potenciador de capacidad 106b, o de reactivar el potenciador de capacidad 106b, puede tomarse de manera autónoma mediante el eNodoB de cobertura básica, o un módulo O&M ubicado dentro de una CN, como puede ser un EPC, según sea necesario. La decisión puede basarse en información de carga para diversos nodos/celdas de transmisión en la SON e información de configuración general para la SON. El eNodoB de cobertura básica puede iniciar acciones de traspaso para descargar el potenciador de capacidad que se desconecta y puede proporcionar un valor de causa al eNodoB de destino que indica el motivo del traspaso para facilitar el posible traspaso posterior.

Como información contextual para el análisis siguiente, aunque se hacen representaciones de la FIG. 1 a la FIG. 16 que se centran en nodos de transmisión con una celda de transmisión única, las representaciones de la FIG. 17 a la FIG. 21 son congruentes con los nodos de transmisión con una o más celdas de transmisión, las cuales podrían surgir de un nodo de transmisión con múltiples portadoras de componentes (CC por sus siglas en inglés). El planteamiento de los nodos de transmisión en las representaciones que se realizan de la FIG. 1 a la FIG. 16 se hace por sencillez de explicación. Sin embargo, los conceptos analizados con respecto a estas figuras son igualmente aplicables a todos los tipos de celdas de transmisión. Este punto se comunica adicionalmente mediante el uso aleatorio del término nodo/celda de transmisión y las representaciones de la FIG. 17 a la FIG. 21.

La FIG. 2 representa la infraestructura de comunicación entre los eNodosB 202a-222a y la infraestructura de comunicación entre los eNodosB y una CN 230, como puede ser un EPC, dentro de una zona de cobertura seleccionada en un primer período de tiempo 200. (La misma zona de cobertura se representará más adelante en un segundo período de tiempo 1400 en la FIG. 14). El módulo O&M 232 se representa como que se encuentra en la

CN. Los diversos eNodosB pueden clasificarse como nodos de cobertura básica 202a-214a y nodos de cobertura no básica 216a-222a. Los nodos de cobertura no básica pueden ser, pero no necesariamente, potenciadores de capacidad 106a, 106b. También pueden ser formas diferentes de LPN, como se ilustra mediante la representación de un nodo de cobertura no básico 220a como un RRRH. Aunque en algunos ejemplos, los nodos de cobertura no básica pueden ser MCN, esto no es cierto para los ejemplos en los que se tratan como potenciadores de capacidad como se describe en la sección 2.4.4 de la especificación técnica (TS) 36.300 de las versiones 8 a 10 del estándar de evolución a largo plazo (LTE) aprobado por el 3GPP. Además, los nodos de cobertura no básica pueden estar, pero no necesariamente, acoplados de forma comunicativa a determinados nodos de cobertura básica 202a, 206a, 212a y 214a a través de enlaces de la red de retorno con capacidad ampliada 216a-222a, tales como, pero no necesariamente, interfaces X2.

Aunque la zona de cobertura seleccionada 200 comprende once nodos de transmisión en la FIG. 2, como puede apreciarse, las zonas de cobertura seleccionadas más grandes y más pequeñas son congruentes con la presente invención. La zona de cobertura seleccionada puede formar una SON, o solo una parte de la misma. En ciertos ejemplos, la zona de cobertura seleccionada puede determinarse por el módulo O&M 232 y/o un operador de red basado en patrones de tráfico dentro de una zona determinada.

Aunque los nodos de cobertura básica 202a-214a típicamente pueden ser eNodosB MCN, como se representa en la FIG. 2, también pueden ser LPN, en función de los estándares pertinentes. Cada eNodoB 202a-222a tiene una zona de cobertura correspondiente 202b-222b dentro de la zona de cobertura total seleccionada 200. Dentro de la zona de cobertura seleccionada, se encuentran múltiples UE 101a, 101b.

En la FIG. 2 se representa un entramado de enlaces de comunicación de la red de retorno 224 a través del cual los nodos de cobertura básica 202a, 204a, 208a, 214a pueden comunicarse entre sí. El entramado de enlaces de la red de retorno solo se representa con fines ilustrativos para un subconjunto 202a, 204a, 208a, 214a de los nodos de cobertura básica 202a-214a. Sin embargo, enlaces de comunicación de la red de retorno similares pueden extenderse a los nodos de cobertura básica restantes 206a, 210a, 212a, e incluso a los nodos de cobertura no básica 216a-222a. Los enlaces de comunicación de la red de retorno 224 pueden, pero no necesariamente, comprender enlaces de comunicación X2. Los enlaces de comunicación de la red de retorno 224 pueden extenderse entre cada eNodoB de la zona de cobertura seleccionada 200, o las comunicaciones pueden ser retransmitidas entre los eNodosB a lo largo de una ruta donde no está disponible un enlace de comunicación directo.

También se representan los enlaces de comunicación de la CN 226, mediante los cuales los eNodosB 202a-222a pueden comunicarse con la CN 230. Dichos enlaces de comunicación de la CN pueden proporcionar comunicación directa entre un eNodoB y la CN. Dichos enlaces directos de comunicación CN con la CN pueden establecerse entre los nodos de cobertura básica 202a-214a, los nodos de cobertura no básica 216a/222a, los MCN y/o los LPN. Aunque un subconjunto de eNodosB 206a, 216a, 210a y 212a se muestran con enlaces de comunicación de la CN, solo con fines ilustrativos, cualquiera de los eNodosB puede tener un enlace de comunicación de la CN. De forma alternativa, los eNodosB sin un enlace de comunicación de la CN directo pueden comunicarse con la CN indirectamente, mediante la retransmisión a través de los enlaces de comunicación de la red de retorno 224 y/o los enlaces de red de retorno con capacidad ampliada 216c-222c, a través de ciertos eNodosB 206a, 216a, 210a, 212a con enlaces de comunicación de la CN. La información comunicada a la CN puede comunicarse al módulo O&M 232 que se encuentra en el mismo.

Los enlaces de la red de retorno con capacidad ampliada 216c-222c pueden usarse, aunque no necesariamente, como el enlace de red de retorno 110a representado en la FIG. 1A y la FIG. 1B, para comunicar decisiones autónomas desde un eNodoB de cobertura básica (202a, 206a, 212a y 214a) y/o el módulo O&M 232 y conectar o desconectar los eNodosB de cobertura no básica 216a-222a. Además, los eNodosB del mismo nivel pueden ser informados de una decisión mediante un eNodoB de cobertura básica, por ejemplo el eNodoB 212a, para conectar o desconectar un eNodoB de cobertura no básica, por ejemplo el 218a, mediante el entramado de enlaces de la red de retorno 224 y/o los enlaces de la red de retorno con capacidad ampliada 216c-222c. En el ejemplo referido en la frase anterior, los eNodosB del mismo nivel pueden incluir los eNodosB 208a, 210a y 214a inmediatamente adyacentes, pero las agrupaciones más grandes y más pequeñas son congruentes con los ejemplos. El módulo O&M puede ser asimismo notificado sobre uno o más enlaces de comunicación de la CN.

En ejemplos que se basan en el estándar 3GPP, el procedimiento de actualización de la configuración de un eNodoB y el procedimiento de activación de celda pueden cumplir estas funciones, respectivamente, de desconectar y conectar situaciones. Además, los eNodosB informados pueden mantener los datos de configuración pertinentes. Los detalles de esta funcionalidad de ahorro de energía restringida a la activación y desactivación de los potenciadores de capacidad se proporcionan con mayor detalle en la sección 2.4.4. del TS 36.300 de la versión 10 para el estándar LTE aprobado por el 3GPP.

Sin embargo, la funcionalidad de autoorganización basada en los potenciadores de capacidad 106a, 106b, como se describe, por ejemplo, en el LTE 3GPP TS 36.300, está seriamente limitada. Los potenciadores de capacidad, por definición, son fortuitos respecto a la cobertura básica de una SON, independientemente de cuán ligeras sean las demandas de la SON. Sin embargo, a menudo pueden producirse situaciones en las que uno o más nodos de

cobertura básica 202a-214a no son necesarios para proporcionar cobertura. Los estándares como el LTE 3GPP TS 36.300 no son lo suficientemente flexibles como para aprovechar dichas situaciones.

Además, los potenciadores de capacidad 106a, 106b no incluyen los eNodosB MCN 202a-214a, o sus equivalentes, y están limitados a los LPN, tales como las picoceldas y femtoceldas, que por definición ya son nodos de baja potencia y bajo consumo de energía. La potencia consumida por un MCN, por ejemplo, es a menudo mayor que la potencia consumida por un LPN en más de un orden de magnitud. Por lo tanto, los planteamientos como el LTE 3GPP TS 36.300 no solo son inflexibles, sino que pierden enormes posibles ganancias de eficiencia energética, que es un parámetro de optimización clave por razones ambientales y de coste.

En muchas situaciones, como puede ser durante los tiempos de tráfico ligero, muchos eNodosB 202a-222a, incluidos los eNodosB MCN 202a-214a, se pueden desconectar. El tráfico de datos puede variar de muchas maneras que no observan diferencias formalistas, como la que existe entre las zonas de cobertura asociadas con los nodos de cobertura básica y los nodos de cobertura no básica. Los estudios indican que, a menudo, el 75% de los eNodosB se pueden desconectar sin afectar a la cobertura. A menudo, especialmente durante los momentos de poco tráfico, algunos de estos eNodosB podrían incluir eNodosB MCN. Sin embargo, a diferencia de desconectar un potenciador de capacidad no esencial 106a, 106b, desconectar un nodo de cobertura básico, como un MCN, con una zona de cobertura grande, sin atender las necesidades de servicio de los UE en la zona de cobertura asociada puede crear un agujero de cobertura.

Los ejemplos se describen a continuación para aumentar la flexibilidad de la SON de manera que permitan conectar/desconectar más nodos de transmisión, incluidos los eNodosB MCN 202a-214a, a fin de optimizar el ahorro de energía y adaptarse dinámicamente a las demandas de capacidad variables. Esta flexibilidad adicional también se puede utilizar para optimizar la SON con respecto a parámetros adicionales, tales como la movilidad. Además, estos ejemplos pueden basarse en estándares anteriores tales como el LTE 3GPP TS 36.300, o sustituirlos. En ciertos ejemplos, la cobertura puede asegurarse para una zona de cobertura seleccionada 200 mientras se desconectan los eNodosB para optimizar el ahorro de energía reconfigurando los nodos de transmisión en una zona de cobertura seleccionada con un ID-celda común, que también puede funcionar en un modo SFN.

La formación de una SFN con un ID-celda común puede comenzar con el intercambio de información de carga. La carga de los UE 201a, 201b asignados a los diversos eNodosB 202a-222a puede medirse e intercambiarse a través del entramado de enlaces de comunicación de la red de retorno 224. En las figuras de esta solicitud, la magnitud de una carga experimentada por un nodo de transmisión se representa en líneas generales mediante el número de UE que se encuentran dentro de la zona de cobertura asociada con ese nodo de transmisión. Cuando los UE se encuentran dentro de zonas de cobertura múltiple, se puede considerar que representan cargas que pueden asignarse a los múltiples nodos de transmisión correspondientes. El número de UE dentro de una zona de cobertura puede interpretarse como un número relativo de UE o un requisito de ancho de banda relativo. Las representaciones se proporcionan como ejemplos en los dibujos. Las cargas reales pueden variar según el diseño y el uso del sistema.

La información de carga también puede, o como alternativa, ser compartida con el módulo O&M 232 en la CN 230 mediante los enlaces de comunicación de la CN 226. Cuando la información de carga se intercambia entre los nodos de transmisión 202a-222a mediante una o más interfaces X2 en ejemplos congruentes con estándares LTE, los mensajes de potencia de transmisión en banda estrecha relativa (RNTP por sus siglas en inglés) pueden usarse para transportar la información de carga entre los nodos de transmisión. En los casos en que la información de carga se comparte con el módulo O&M mediante interfaces S1 en ejemplos congruentes con los estándares LTE, la información de carga se puede incluir en la carga de la capa de red de transporte (TNL) S1.

La FIG. 3 representa la misma situación de carga representada en la FIG. 2. La misma zona de cobertura seleccionada 200 se representa con los mismos nodos de transmisión 202a-222a y sus zonas de cobertura correspondientes 202b-222b y la misma CN 230 y el módulo O&M 232. El mismo número de UE 201a, 201b también se distribuye en las mismas ubicaciones. Como puede apreciarse, las zonas de cobertura asociadas con algunos de los nodos de transmisión tienen cargas de tráfico relativamente ligeras. Se puede considerar que estos nodos de transmisión y/o toda la zona de cobertura seleccionada se representan en una hora no punta.

Por ejemplo, el eNodoB MCN 208a solo muestra cuatro UE 101a, 101b dentro de su zona de cobertura 208b. Dado que cada uno de estos dos UE también está en la zona de cobertura 216b del LPN 216b o la zona de cobertura 218b del LPN 218b, se puede asignar el eNodoB MCN 208a a dos o tres UE y hasta a cuatro. Esta es una carga comparativamente ligera en comparación con los otros eNodosB MCN 202a-206a, 210a-214a que varían entre seis y siete UE en sus respectivas zonas de cobertura 202a-206a, 210a-214a. Por otra parte, las zonas de cobertura 216b, 218b y 222b pertenecientes a los nodos de transmisión 216a, 218a y 222a cada una abarcan un solo UE. Además, estos UE individuales también son susceptibles de ser asignados a los eNodosB MCN 208a, para los nodos de transmisión 216a y 218a, y a los eNodosB MCN 202a para 222a. A pesar de la capacidad limitada de los LPN 216a, 218a y 222a, las cargas de UE limitadas de uno a ninguno, se pueden traducir en cargas relativamente pequeñas. El RRH 220a también tiene una carga baja porque no hay UE en su zona de cobertura 220b.

Una lista de cargas bajas 302, es decir, una lista de eNodosB dentro de la zona de cobertura seleccionada 200, o una parte de la misma, puede generarse a partir de la información de carga compartida y/o intercambiada mediante el entramado de enlaces de comunicación de la red de retorno 224, los enlaces de la red de retorno con capacidad ampliada 216c-222c y/o los enlaces de comunicación de la CN 226. Como se representa en la FIG. 3, la lista de cargas bajas se puede generar en el módulo O&M 232. Sin embargo, la lista de cargas bajas también se puede generar en uno o más nodos de transmisión dentro de la zona de cobertura seleccionada de manera concertada, o no concertada, con el módulo O&M.

Como se puede apreciar del análisis anterior, la lista de cargas bajas 302 puede comprender eNodosB MCN 208a y nodos de transmisión 216a, 218a y 222a, como se indica con las flechas correspondientes y los bordes en negrita de las zonas de cobertura 208b, 216b, 218b y 222b. Como también se puede apreciar, muchos ejemplos congruentes no están limitados por los números de UE analizados al determinar la lista de cargas bajas con respecto a la FIG. 3. El número de UE puede variar ampliamente, y se pueden usar muchos parámetros adicionales, o alternativos, a la hora de determinar uno o más umbrales para la inclusión de un nodo de transmisión en una lista de cargas bajas. Dichos umbrales y parámetros pueden responder a un amplio abanico de variables, tales como, a modo de ejemplo y sin limitación, potencia de transmisión, proximidad a nodos de transmisión adyacentes y/o naturaleza de los nodos de transmisión adyacentes.

La lista de cargas bajas 302 puede considerarse como que contiene nodos de transmisión candidatos a considerar su desconexión, pero su inclusión en la lista no significa que un nodo de transmisión haya de desconectarse. A menos que no se asigne un UE a los nodos de transmisión en la lista de cargas bajas 302, la desconexión de los nodos de transmisión puede traducirse en agujeros de cobertura y servicio interrumpido. Sin embargo, primero se pueden realizar determinaciones sobre si los nodos de transmisión adyacentes pueden intervenir en los nodos de transmisión de la lista de cargas bajas antes de que dichos nodos de transmisión puedan desconectarse. También se puede disponer el traspaso de los UE desde los nodos de transmisión en la lista de cargas bajas. El análisis que acompaña a las siguientes figuras describe nuevas tecnologías que hacen posibles dichas determinaciones y traspasos.

La FIG. 4 representa un aspecto de una tecnología que puede utilizarse para realizar determinaciones previamente imposibles usada para su autoorganización con una mayor flexibilidad. Dichas determinaciones pueden utilizar mediciones de información de estado de canal entre los UE y múltiples nodos de transmisión individuales en una SON. Con estas mediciones, se pueden realizar determinaciones que facilitan su autoorganización más allá de las capacidades actuales y optimizan su funcionamiento a fin de satisfacer las demandas de capacidad, cobertura, movilidad, eficiencia energética y experiencia de usuario.

Por ejemplo, dichas mediciones se pueden usar para determinar el potencial de una posible SFN para proporcionar cobertura sobre una zona en la que otros nodos de transmisión podrían posiblemente desconectarse durante la reconfiguración de una SON. Sin dichas mediciones de predicción, de los esfuerzos para ahorrar potencia al desconectar los eNodosB podrían resultar posibles agujeros de cobertura, que no sean los potenciadores de capacidad estrictamente designados y que no sean esenciales para la cobertura básica. Además, dichas mediciones también se pueden utilizar en los casos en que se implementa una red inalámbrica para atender el tráfico de la autovía, con diferentes requisitos de capacidad y de gestión de la movilidad durante los períodos de congestión del tráfico, a diferencia de las horas bajas. Con dichas mediciones, como se analiza en una parte posterior de esta solicitud, una SON puede reconfigurar un conjunto de celdas fuera de las horas punta y utilizar el mismo ID-celda para reducir la sobrecarga de movilidad y, posteriormente, dividir las diferentes celdas para aumentar la eficiencia espectral durante períodos de mucha demanda asociada con la congestión del tráfico.

En ambas clases de ejemplos, las mediciones pueden ayudar a la SON a determinar la aplicabilidad de la reconfiguración de una celda y el funcionamiento de celdas múltiples en un modo SFN antes de aplicar una reconfiguración. Además, cuando un conjunto de celdas que funcionan en modo SFN con un ID-celda común se reconfiguran en celdas con diferentes ID-celdas, las mediciones se pueden utilizar para controlar la movilidad y determinar a cuál de las diferentes ID-celdas se deben asignar los diversos UE. Por lo tanto, las mediciones pueden facilitar: (1) proporcionar retroalimentación sobre la posible cobertura si determinadas celda se desconectan y las celdas restantes se reconfiguran para tener las celdas con un ID-celda común en una SFN antes de que se decida la reconfiguración; y (2) facilitar la gestión de la movilidad desde un ID-celda común a diferentes ID-celdas.

La FIG. 4 representa la misma zona de cobertura seleccionada 200 con el mismo número de UE 201a, 201b distribuidos en las mismas ubicaciones. Sin embargo, la FIG. 4 se puede distinguir mediante la difusión de un mensaje de configuración 402 desde los diversos nodos de transmisión. Aunque todos los nodos de transmisión transmiten el mensaje de configuración de la FIG. 4, los ejemplos congruentes pueden basarse en un subconjunto de nodos de transmisión que transmiten el mensaje de configuración. Los nodos de transmisión que difunden el mensaje de configuración pueden seleccionarse para asegurar que los UE en la zona de cobertura seleccionada reciben el mensaje de configuración. En ejemplos congruentes con los estándares LTE 3GPP, el mensaje de configuración puede ser un mensaje de control de recursos de radio (RRC por sus siglas en inglés). La función y el contenido del mensaje de configuración pueden analizarse con respecto a la siguiente figura.

La Fig. 5 representa el mensaje de configuración 402 con una lista de unidades de información para transmisiones específicas a los ID-celdas aún por configurar, tales como señales de referencia-información de estado de canal (CSI-RS), que pueden ser usadas por los UE 502, 504 en mediciones que pueden correlacionarse con los ID-celdas aún por configurar. Con fines ilustrativos, solo una parte de la zona de cobertura seleccionada 200 se representa en la FIG. 5, concretamente la zona de cobertura 208a correspondiente al eNodeB MCN 208a con el primer UE 502 y el segundo UE 504 de los cuatro UE presentes en la misma.

El mensaje de configuración 402, que en ejemplos congruentes con 3GPP puede ser un mensaje RRC, se representa durante la transmisión desde el eNodeB MCN 208a al primer UE 502 y al segundo UE 504. Aunque la misma información puede transmitirse a ambos UE, una parte de esa información se representa con fines ilustrativos en la transmisión al segundo UE. Como se representa, el mensaje de configuración puede incluir una lista 506, o un conjunto, de una o más unidades de información de configuración 508a-508h en las transmisiones que pueden ser usadas por los UE para las mediciones de estado de canal. En ejemplos congruentes con el LTE 3GPP, las transmisiones pueden ser transmisiones CSI-RS y las unidades de información pueden proporcionar información de configuración sobre las transmisiones CSI-RS.

En la FIG. 5, la lista 506, o conjunto, comprende ocho unidades de información de configuración 508a-h. Sin embargo, se pueden encontrar números mayores o menores de unidades de configuración en el mensaje de configuración 402. Una unidad de información de configuración puede proporcionar información que vincula las transmisiones usadas para medir información de canal de uno o más nodos de transmisión y/o celdas desde las que se transmiten, con respecto a las ID-celdas aún por configurar, a las que pertenecen, lo que permite determinar la optimización a realizar con respecto a estos ID-celdas aún por configurar.

En ejemplos congruentes con la versión 10 y estándares LTE posteriores del 3GPP, en los que las transmisiones utilizadas para medir información de canal pueden comprender transmisiones CSI-RS, las unidades de información de configuración 508a-h pueden comprender información sobre la configuración de las CSI-RS. Esta información de configuración puede proporcionar información sobre los parámetros integrados en las CSI-RS. Los parámetros integrados se pueden indexar a uno o más ID-celdas aún por configurar, y se pueden utilizar por los UE que miden las CSI-RS para vincular sus mediciones a dichos ID-celdas aún por configurar.

Por ejemplo, en ejemplos que aprovechan las CSI-RS, las CSI-RS específicas del nodo de transmisión se pueden generar en uno o más nodos de transmisión y/o el módulo O&M 232. Para producir CSI-RS específicas del nodo de transmisión, se pueden modificar los planteamientos existentes para la generación de CSI-RS. Por ejemplo, las CSI-RS se pueden generar como producto de una secuencia ortogonal y una secuencia pseudoaleatoria, en las que puede haber tres secuencias ortogonales diferentes y 168 secuencias pseudoaleatorias diferentes, lo que permite 504 identidades celulares únicas (por ejemplo, 0 a 503). Una secuencia pseudoaleatoria se puede inicializar con un elemento de secuencia inicial, c_{inic} , en la que c_{inic} se define mediante la Ecuación 1 siguiente:

$$(1) \quad c_{inic} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{Cél}^{ID} + 1) + 2 \cdot N_{Cél}^{ID} + N_{CP}.$$

La ecuación 1 se establece en la sección 6.10.1.1 de TS 36.211 para el estándar LTE del 3GPP de las versiones 8 a 11. En esta ecuación, n_s es el número de intervalo dentro de un trama de radio, l es el símbolo de multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), N_{CP} es 1 o 0 en función de si el prefijo cíclico (CP por sus siglas en inglés)

es normal o ampliado respectivamente, y $N_{Cél}^{ID}$ es el PCI/ID-celda de la celda respectiva que transmite la CSI-RS.

Debido a que el $N_{Cél}^{ID}$ es el PCI/ID-celda de la celda respectiva que transmite la CSI-RS, dicha CSI-RS carece de la información que podría usarse para vincular las mediciones de dichas CSI-RS a una característica de cobertura potencial para un celda aún por configurar con un nuevo ID-celda.

Sin embargo, al cambiar el término $N_{Cél}^{ID}$ a un parámetro configurable "X" que se puede cambiar para corresponderse con diversos conjuntos de nodos/celdas de transmisión 202a-222a en una zona de cobertura seleccionada 200, las mediciones de una CSI-RS se pueden vincular a un ID-celda aún por configurar y los nodos/celdas de transmisión correspondientes desde los que se transmite la CSI-RS. Debido a las tres secuencias ortogonales diferentes y las 168 secuencias pseudoaleatorias diferentes que se pueden usar para generar las CSI-RS, el parámetro X puede oscilar, por ejemplo, entre 0 a 503, y puede indexarse a 504 nodos y/o celdas de transmisión diferentes, incluidos los nodos y/o celdas de transmisión para los que todavía no se ha asignado todavía un ID-celda.

Dichas celdas aún por configurar pueden incluir múltiples nodos y/o celdas de transmisión que son potencialmente asignables a un ID-celda común. En ciertos ejemplos, el ID-celda común puede tomar un valor previamente asignado a un nodo y/o celda de transmisión dentro de una posible SFN. Por ejemplo, uno o más eNodosB y/o el módulo O&M 232 pueden configurar el mismo elemento de secuencia inicial, c_{inc} , en la secuencia pseudoaleatoria generada para la CSI-RS que se ha de transmitir desde diferentes celdas que se identifican como posibles

candidatas para la operación SFN con un ID-celda común. En dichos ejemplos, uno o más eNodosB y/o el módulo O&M 232 pueden indicar a los nodos y/o celdas de transmisión candidatas que transmitan la CSI-RS común en un conjunto común de puertos de antena CSI-RS, como puede ser una combinación de puertos 15 a 22, sobre los mismos recursos de frecuencias de tiempo. La selección de las celdas candidatas se analiza con más detalle a continuación.

En ciertos ejemplos, el parámetro X se puede establecer en un valor distinto para uno o más nodos/celdas de transmisión basado en celdas que previamente compartían un PCI/ID-celda común con uno o más nodos/celdas de transmisión. Los ejemplos incluyen situaciones en los que es deseable aumentar la frecuencia espectral eliminando uno o más nodos y/o celdas de transmisión de una SFN con un ID-celda común. Por otra parte, los ejemplos pueden incluir situaciones en los que un LPN se acopla con un eNodoB MCN como potenciador de cobertura, con un ID común, aumentando aún más la flexibilidad con mediciones que se pueden realizar para optimizar la SON.

Debido a que el valor del parámetro X, que está indexado a uno o más nodos/celdas de transmisión, se puede integrar en la secuencia pseudoaleatoria a partir de la cual se pueden obtener las CSI_RS, uno o más nodos/celdas de transmisión a los que se puede vincular el parámetro X se pueden obtener de las CSI-RS. Para facilitar que los UE puedan obtener uno o más nodos/celdas de transmisión que transmiten una determinada CSI-RS, el valor del parámetro X puede proporcionarse a esos UE.

La elección del parámetro X puede incluirse en el mensaje de configuración 402 representado en la FIG. 4 y la FIG. 5 (cinicConfig_r12 en la Fig. 6) de manera que los UE puedan obtener uno o más nodos/celdas de transmisión que transmiten una CSI-RS determinada. Por otro lado, la elección de múltiples instancias del parámetro X se puede comunicar en las múltiples unidades de la información de configuración 508a-508h en la lista, o conjunto, de configuración 506. Las mediciones de la CSI-RS determinada pueden vincularse posteriormente con uno o más nodos/celdas de transmisión transmisoras que comparten un PCI/ID-celda aún por configurar. Ejemplos de dichas mediciones que se pueden usar con el propósito de determinar la posible cobertura pueden incluir mediciones de la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP por sus siglas en inglés) y/o mediciones de la calidad de la señal de referencia recibida (RSRQ por sus siglas en inglés).

Como se puede apreciar, el uso de las CSI-RS generadas como se ha analizado anteriormente se puede usar para proporcionar retroalimentación, en forma de, por ejemplo, mediciones RSRP/RSRQ desde los UE en una zona que puede potencialmente optimizarse. Las mediciones pueden ayudar a una SON a la hora de evaluar las condiciones de cobertura e identificar un conjunto de nodos y/o celdas de transmisión que se pueden desconectar y el conjunto de celdas correspondiente que se puede configurar con un ID-celda común para transmitir en modo SFN cuando la carga de tráfico indica dicha reconfiguración. Los mismos principios analizados en la presente memoria con respecto a las CSI-RS también se pueden aplicar con respecto a señales de referencia específica de celda (CRS por sus siglas en inglés).

La FIG. 6 proporciona, a modo de ilustración y no de limitación, el código fuente de notación de sintaxis abstracta 1 (ASN1) que puede ser utilizado por una persona con experiencia ordinaria en la técnica para generar las CSI-RS. Dichas CSI-RS podrían asignarse de manera flexible para la transmisión desde uno o más nodos/celdas de transmisión, independientemente de si los ID-celdas correspondientes aún deben asignarse, y/o diferentes ID-celdas ya han sido asignados y podrían utilizarse para identificar los nodos/celdas de transmisión desde las que se transmiten. Como se puede apreciar, las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden producir dichas CSI-RS mediante aproximaciones alternativas. Además, las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden generar transmisiones alternativas, CSI-RS o no CSI-RS, utilizadas para medir la información de canal de uno o más nodos/celdas de transmisión desde un PCI/ID-celda correspondiente aún por configurar, ambos congruentes con el LTE y otros estándares.

La FIG. 7 representa la transmisión de una CSI-RS común 700 desde un conjunto candidato de nodos y/o celdas de transmisión para una posible SFN con un ID-celda común. De nuevo, la misma zona de cobertura seleccionada 200, los nodos de transmisión 202a-222a, las zonas de cobertura correspondientes 202b-222b, y el número de UE 201a, 201b distribuidos en las mismas ubicaciones se representan como en la FIG. 2. Además, el primer UE 502 y el segundo UE 504 de la zona de cobertura 208b se representan, junto con el tercer UE 702 recién numerado, dentro de las zonas de cobertura 208b y 216b, y el cuarto UE 704 recién numerado, dentro de las zonas de cobertura 208b y 218b. El quinto UE 706, dentro de las zonas de cobertura 202b y 222b, también está numerado.

Del primer UE 502 al quinto UE 706 se encuentran en, al menos, una zona de cobertura perteneciente a un nodo de transmisión en la lista de cargas bajas 302, lo que significa que la cobertura de estos UE podría verse alterada por la desconexión de un nodo de transmisión en la lista de cargas bajas. Para evitar la interrupción de la cobertura, se transmite una CSI-RS común 700 desde los nodos de transmisión 202a, 204a, 206a, 210a, 212a, 214a, 216a y 218a dentro del conjunto candidato de nodos y/o celdas de transmisión para una posible SFN con un PCI/ID-celda común correspondiente con la CSI-RS común.

Como puede apreciarse a partir de los círculos tachados y la falta de flechas de transmisión, los nodos de transmisión 208a, 220a y 222a no están incluidos en el conjunto candidato de nodos y/o celdas de transmisión para una posible SFN con un PCI/ID-celda común en la situación representada en la FIG. 7. Aunque solo se representa

un conjunto candidato de nodos y/o celdas de transmisión, se puede enviar una CSI-RS común similar para múltiples conjuntos candidatos de nodos y/o celdas de transmisión diferentes. Se pueden comparar las indicaciones de las mediciones resultantes de la zona de cobertura potencial asociada con los diversos conjuntos candidatos. En estas comparaciones se puede ponderar el ahorro potencial de energía.

- 5 Se pueden usar diversos planteamientos para determinar y/o generar conjuntos candidatos a partir de los cuales se puede transmitir una CSI-RS común. Los conjuntos candidatos pueden determinarse en uno o más nodos de transmisión 202a-222a y/o el módulo O&M 232. En algunos ejemplos, la lista de cargas bajas 302 puede usarse para generar diferentes conjuntos candidatos. Sin embargo, la lista de cargas bajas no es necesaria para todos los ejemplos. En los ejemplos que no aprovechan la lista de cargas bajas, los conjuntos candidatos se pueden generar como subconjuntos de la lista de cargas bajas.

10 En ciertos ejemplos, se puede generar un conjunto candidato para cada subconjunto posible de una lista de cargas bajas. Dado que el número de posibles conjuntos candidatos generados es el producto de elecciones binarias que incluyen o excluyen cada nodo/celda de transmisión en la lista de cargas bajas de un conjunto candidato determinado, la cantidad de posibles conjuntos candidatos sería igual a 2^n , donde n es el número de nodos/celdas de transmisión candidatos en la lista de cargas bajas. Con respecto a la lista de cargas bajas 302 representada en la FIG. 3, por ejemplo, 2^5 , o 32, posibles conjuntos candidatos son posibles, porque hay 5 nodos de transmisión incluidos en la lista de cargas bajas, tal como se muestra.

15 En ciertos ejemplos, las restricciones se pueden colocar en conjuntos candidatos que se pueden generar a partir de una lista de cargas bajas que limitan la transmisión de CSI-RS comunes. Los ejemplos, proporcionados a modo de ejemplo y sin limitación, pueden incluir un número mínimo de nodos y/o celdas de transmisión, y/o nodos de transmisión de alta potencia, como pueden ser los eNodosB MCN, para ser excluidos de posibles conjuntos candidatos y ahorrar energía. Además, una lista de cargas bajas se puede usar de otras maneras y/o en combinación con otras consideraciones para generar posibles conjuntos candidatos. Por ejemplo, las celdas asociadas con ciertas bandas de frecuencia y/o nodos de transmisión dentro de ciertas zonas geográficas pueden tener prioridad para la inclusión y/o exclusión de posibles conjuntos candidatos. Dichas ejemplos pueden implementarse sin considerar una lista de cargas bajas.

20 En el caso representado en la FIG. 7, con fines ilustrativos, la transmisión de la CSI-RS común 700 se representa a partir de los nodos de transmisión 202a, 204a, 206a, 210a, 212a, 214a, 216a y 218a del conjunto candidato. No obstante, la transmisión solo se representa como recibida por el segundo UE 504. Sin embargo, la transmisión de la CSI-RS común también puede ser recibida por otros UE en la zona de cobertura seleccionada 200. De hecho, la CSI-RS común puede transmitirse, entre otras razones posibles, para determinar la capacidad de los UE de detectar y/o medir la CSI-RS común y/o la intensidad a la que se puede medir la CSI-RS común en diversos UE dentro de la zona de cobertura seleccionada.

25 En ciertos ejemplos, como el que se representa en la FIG. 7, la CSI-RS común 700 puede ser transmitida por todos los nodos (202a, 204a, 206a, 210a, 212a, 214a, 216a y 218a) y/o celdas de transmisión del conjunto candidato. En otros ejemplos, solo un subconjunto de nodos y/o celdas de transmisión del conjunto candidato puede transmitir la CSI-RS común. Por ejemplo, en algunos ejemplos, solo los nodos/celdas de transmisión geográfica y/o espectralmente pertinentes para los nodos/celdas de transmisión que no están en el conjunto candidato pueden transmitir la CSI-RS común. En dichos ejemplos, los recursos inmovilizados podrían reducirse a un mínimo asociado con aquellos UE con una mayor probabilidad de problemas de cobertura desde los nodos/celdas de transmisión, que no están en el conjunto candidato, que se desconectarían. En el caso representado en la FIG. 7, del primer UE 502 al quinto UE 706 (502, 504, 702, 704 y 706) podrían experimentar una mayor probabilidad de problemas de cobertura porque están ubicados en, al menos, una zona de cobertura asociada con un nodo/celda de transmisión no incluido en el conjunto de nodos/celdas de transmisión candidatos.

30 La CSI-RS común 700 recibida por el segundo UE 504 puede ser utilizada por el segundo UE para generar mediciones que pueden usarse para determinar la cobertura potencial del conjunto candidato en la zona del segundo UE. En ejemplos alternativos, las transmisiones que no son CSI-RS se pueden usar para generar mediciones similares. La recepción de la CSI-RS común por otros UE en la zona de cobertura seleccionada 200 se puede usar en mediciones y/o determinaciones similares.

35 La FIG. 8 representa una transmisión de enlace ascendente (UL) de un mensaje de medición 802 desde el segundo UE 504 que puede contener una o más mediciones similares a las analizadas anteriormente. Con fines ilustrativos solo una parte de la zona de cobertura seleccionada 200 se representa en la FIG. 8, concretamente la zona de cobertura 208a correspondiente al eNodoB MCN 208a con el segundo UE de los cuatro UE presentes en la misma. El mensaje de medición 802 puede contener un conjunto 804 de unidades de medición de canal 806a-d.

40 Aunque se representan cuatro unidades de medición de canal 806a-d, como puede apreciarse, números mayores o menores de unidades de medición de canal son congruentes con los ejemplos. En algunos ejemplos, un UE 504 de ejemplo realiza una medición después de cada CSI-RS, tal como la CSI-RS común representada en la FIG. 7 y transmite un mensaje de medición que contiene una unidad de medición de un solo canal.

En otros ejemplos, un UE 504 de ejemplo realiza mediciones de transmisiones múltiples, tales como CSI-RS, que dan como resultado unidades de medición de múltiples canales, que pueden ser compiladas por el UE de ejemplo y transmitidas en el mismo mensaje de medición 802. Se puede proporcionar una indicación al UE, por ejemplo, en un mensaje de configuración 402 similar al que se representa en la FIG. 4, que indica una cantidad de conjuntos candidatos y/o CSI-RS asociados con el mismo. En dichos ejemplos, el UE puede esperar hasta que el UE haya preparado una unidad de medición de canal para cada conjunto candidato, o algún subconjunto del mismo, antes de enviar un mensaje de medición con las unidades de medición de canal correspondientes. A modo de ejemplo y no de limitación, en los ejemplos congruentes con los estándares LTE 3GPP, una unidad de medición de canal 806 puede contener una o más mediciones de RSRP y/o RSRQ.

Aunque solo se representa el segundo UE 504 en la FIG. 8 por facilidad de ilustración y para continuar desde donde quedó la última figura, otros UE de la zona de cobertura seleccionada 200 pueden realizar mediciones similares y proporcionar mensajes de medición 802 similares. En algunos ejemplos, todos los UE de la zona de cobertura seleccionada se pueden configurar para proporcionar un mensaje de medición. En ejemplos alternativos, un subconjunto de los UE, excluyendo otros UE de la zona de cobertura seleccionada, se puede configurar para proporcionar uno o más mensajes de medición, dando como resultado una reducción de la sobrecarga. Un UE puede configurarse para proporcionar dicha medición por uno o más nodos de transmisión dentro de la SON.

En ciertos ejemplos en los que solo un subconjunto de UE proporciona uno o más mensajes de medición 802, el subconjunto puede restringirse a los UE con una mayor probabilidad de posibles problemas de cobertura si se produce una posible reconfiguración de la optimización. Por ejemplo, dicho subconjunto podría comprender los UE dentro de, o cerca de, zonas de cobertura, o con enlaces de comunicación a ciertas frecuencias que podrían verse afectadas por una reconfiguración. La inclusión en una lista de cargas bajas 302 y/o la exclusión de un conjunto candidato de un nodo/celda de transmisión asociado con una zona de cobertura que abarca un UE proporciona ejemplos no limitativos de criterios para su inclusión en dicho subconjunto. En el caso representado en la FIG. 7, del primer UE 502 al quinto UE 706 (502, 504, 702, 704 y 706) cumplirían ambos criterios.

La FIG. 9 representa posibles fuentes de cobertura para un conjunto candidato aceptable 902 de nodos y/o celdas de transmisión. Una vez más, la misma zona de cobertura seleccionada 200 se representa con los mismos nodos de transmisión 202a-222a y sus zonas de cobertura correspondientes 202b-222b, junto con el mismo CN 230 y el módulo O&M 232, como en la FIG. 2. Aunque el conjunto candidato 902 se representa como que se encuentra en el módulo O&M, los datos que comprenden el conjunto candidato también pueden, o en su defecto, encontrarse en uno o más de los nodos de transmisión 202a-222a.

El conjunto candidato 902 representado en la FIG. 9 incluye los mismos nodos de transmisión (202a, 204a, 206a, 210a, 212a, 214a, 216a y 218a) implicados en la transmisión de la CSI-RS común 700 en la FIG. 7, excluyendo el mismo conjunto de nodos de transmisión excluidos (208a, 220a y 222a). Los nodos de transmisión del conjunto de nodos de transmisión excluidos no transmitirían y/o recibirían señales, lo que daría como resultado posibles agujeros de cobertura (208b, 220b y 222b), ilustrados con el sombreado cruzado, correspondientes a las zonas de cobertura (208b, 220b, y 222b) correspondientes a esos nodos de transmisión (208a, 220a y 222a). Del primer UE 502 al quinto UE 706 (502, 504, 702, 704 y 706) podrían verse potencialmente afectados por estos posibles agujeros de cobertura.

Sin embargo, las unidades de medición de canal 806, similares a las analizadas en la figura anterior, recibidas por los nodos/celdas de transmisión en la SON, desde uno o más del primer UE al quinto UE (502, 504, 702, 704 y 706), pueden proporcionar información que puede utilizarse para determinar que el conjunto candidato 902 proporciona un nivel de cobertura aceptable. La determinación se puede realizar en uno o más de los nodos de transmisión 202b-222b y/o el módulo O&M 232, y la información necesaria para tomar dicha determinación pueden pasarse mediante el entramado de los enlaces de comunicación de la red de retorno 224 y/o los enlaces de comunicación de la CN (FIG. 2).

Puede tomarse la determinación de que un conjunto candidato 902 es aceptable después de comparar las unidades de medición de canal 806 con uno o más umbrales en función de uno o más factores. Ejemplos de dichos umbrales y/o factores pueden incluir, a modo ilustrativo y no limitativo, niveles de intensidad de señal mínimos para uno o más UE de comunicaciones de enlace descendente (DL por sus siglas en inglés) y/o UL, requisitos de calidad de servicio (QoS) para uno o más UE, márgenes de error basados estadísticamente para posibles aumentos de la demanda con respecto al ancho de banda y/o calidad. Dichos umbrales y/o factores pueden basarse en consideraciones específicas a los estándares LTE 3GPP y/u otros estándares.

Puede tomarse la determinación de que el conjunto candidato 902 de la FIG. 9 es aceptable basada, en parte, en vías de comunicación sustitutorias, no limitativas, de ejemplo 904-912 para las transmisiones hacia y desde los UE (502, 504, 702, 704 y 706) en los agujeros de cobertura potenciales (208b, 220b y 222b). Con respecto al primer UE 502, puede surgir una primera ruta de comunicación sustitutoria 904 entre el primer UE y el nodo de transmisión 204a. La proximidad del primer UE al límite de la zona de cobertura 204b correspondiente al nodo de transmisión 204a puede hacer que la primera ruta de comunicación sustitutoria 904 sea particularmente eficaz.

Se omite el segundo UE 504 por un momento, aunque tanto el tercer UE 702 como el cuarto UE 704 están ubicados en el posible agujero de cobertura 208b, también están ubicados en la zona de cobertura respectiva 216a y la zona de cobertura 218b asociada con el LPN 216a y LPN 218a respectivos, ambos de los cuales están en el conjunto candidato. Por lo tanto, puede surgir una tercera ruta de comunicación sustitutoria 906 entre el tercer UE y el LPN 216a, y puede surgir una cuarta ruta de comunicación sustitutoria 908 entre el cuarto UE y el LPN 218a. Por el contrario, el quinto UE 706 está dentro del posible agujero de cobertura 222b asociado con el LPN 222a. Pero, el quinto UE también está dentro de la zona de cobertura 202b del eNodoB MCN 202a. Por lo tanto, puede surgir una quinta ruta de comunicación 912 sustitutoria entre el quinto UE y el eNodoB MCN 202a.

Volviendo al segundo UE 504, la ubicación del segundo UE puede utilizarse para analizar un ejemplo interesante. El segundo UE está ubicado dentro del posible agujero de cobertura 208a asociado con el nodo de transmisión de alta potencia 208a, lo que significa que el posible agujero de cobertura 208a puede abarcar potencialmente una gran zona. Dado que el segundo UE está ubicado cerca del centro de este posible agujero de cobertura, puede estar relativamente lejano de los nodos de transmisión de la lista de candidatos 902. En ciertos ejemplos, un solo nodo de transmisión puede proporcionar una sustitución suficiente para el nodo de transmisión de alta potencia 208a. En algunos casos, un nodo de transmisión sustitutorio puede no ser suficiente, o se puede proporcionar una mejor cobertura mediante múltiples nodos de transmisión sustitutorios.

En dichos casos, se puede usar la transmisión/recepción multipunto coordinada (COMP por sus siglas en inglés) en ejemplos congruentes con los estándares LTE 3GPP, o funcionalidad análoga con respecto a los ejemplos congruentes con otros estándares. En dichos ejemplos, COMP se puede aplicar tanto a la transmisión de la CSI-RS común 700 como a la reconfiguración. En la FIG. 9, COMP puede conducir a una segunda ruta de comunicación sustitutoria 910 con una primera subruta 910a entre el segundo UE 502 y el nodo de transmisión 214a y conducir a una segunda subruta 910b entre el segundo UE 502 y el nodo de transmisión 202a.

Una vez que se forma una SFN, se pueden realizar contribuciones a las comunicaciones de DL desde todos los nodos de transmisión activos en la SFN además de aquellos implicados en las rutas de comunicación sustitutorias (904, 906, 908, 910a, 910b y 912). Con respecto a las comunicaciones de UL, los UE (502, 504, 702, 704 y 706) pueden necesitar volver a asociarse con nuevos nodos/celdas de transmisión en los posibles agujeros de cobertura (208b, 220b y 222b). Además, la adaptación de un único ID-celda común puede implicar el traspaso y/o la reconfiguración de los UE en la SFN no asociados con el ID-celda común. Asimismo, los ejemplos en los que puede ser deseable dividir una SFN con un ID-celda común, traducéndose en múltiples ID-celdas, puede dar como resultado traspasos y/o reconfiguraciones de UE adicionales. Se pueden aplicar nuevos planteamientos adicionales al traspaso y/o reconfiguración de UE para atender a grandes números de UE asociados con dichas optimizaciones. Estos nuevos planteamientos también se pueden adaptar a consideraciones especiales que surgen en ejemplos que proporcionan una optimización con mayor flexibilidad.

La situación descrita anteriormente explica los principios subyacentes, pero puede no captar por completo el potencial ahorro de energía. Es posible que existan situaciones alternativas en las que sea posible un ahorro de energía mucho mayor. Por ejemplo, se pueden desconectar múltiples puntos de transmisión de alta potencia. En un ejemplo de este tipo, se puede presentar un conjunto candidato 902 en el que se consideran interrupciones de eNodosB MCN alternativos. Con respecto a la FIG. 9, dicho ejemplo podría dar como resultado la desconexión de los puntos de transmisión 202a, 206a y 212a. Los puntos de transmisión 204a, 210a y 214a pueden permanecer conectados. En dichos ejemplos, los LPN pueden permanecer conectados para atender la carga de tráfico, o desconectados, como también puede ser el caso con el punto de transmisión 208a.

La FIG. 10 es un diagrama de bloques que ilustra dos nuevas formas de ejemplo en las que se puede proporcionar la reconfiguración del UE para un nuevo ID-celda durante un cambio de autoorganización, sin un procedimiento de traspaso completo. Una SON 1002 de ejemplo se representa en comunicación con un UE 1004 de ejemplo. Para facilitar la reconfiguración del UE asociado con un nodo y/o celda de transmisión cuyo identificador físico de celda (PCI)/ID-celda se cambiará, la SON pueden indicar dichos cambios al UE que puede reconfigurarse en consecuencia mediante diversos planteamientos.

Según un primer planteamiento, ilustrado con respecto a la línea de tiempo de la SON 1006 y la primera línea de tiempo del UE (flecha sólida) 1008, se puede proporcionar una indicación en una etiqueta como valor 1008 transmitida desde un nodo/celda de transmisión en la SON 1002. La etiqueta como valor puede indicar que un ID-celda asociado con el UE 1004 puede cambiarse en el siguiente período de modificación del bloque de información del sistema (SIB por sus siglas en inglés).

Tras recibir la etiqueta como valor 1008, el UE 1004 puede esperar hasta el final del período de modificación del bloque de información del sistema (SIB) 1012. El UE puede, a continuación, detener las actividades de transmisión 1014 hasta que reciba un nuevo PCI/ID-celda 1016, que el UE puede sustituir por un antiguo PCI/ID-celda. Tras recibir el nuevo PCI/ID-celda, el UE puede activar un informe de medición y/o iniciar el envío de un preámbulo 1018 para medir un tiempo de UL. Una vez que se envía el preámbulo 1020, el UE puede realizar una medición con la que conseguir la sincronización 1022 del nuevo PCI/ID-celda. Una vez que se consigue la sincronización, las actividades de transmisión y/o recepción pueden reanudarse 1024 con el UE reconfigurado para el nuevo PCI/ID-celda.

Según un segundo planteamiento, ilustrado con respecto a la línea de tiempo SON 1006 y la segunda línea de tiempo UE (flecha discontinua) 1038, se puede enviar un mensaje de radiobúsqueda 1026 desde un nodo/celda de transmisión en la SON 1002 para indicar un cambio de PCI/ID-celda. El mensaje de radiobúsqueda puede incluir un elemento de información (IE por sus siglas en inglés) 1028. El IE puede incluir el nuevo PCI/ID-celda 1030 y un tiempo efectivo 1032 para el nuevo PCI/ID-celda, es decir, un tiempo correspondiente al nuevo PCI/ID-celda en el que el nuevo PCI/ID-celda será efectivo. En ciertos ejemplos, el tiempo efectivo se puede proporcionar en términos de un número de trama del sistema.

Como con el planteamiento anterior, el UE 1004 puede detener la transmisión 1014 después del tiempo efectivo 1032. Un nodo/celda de transmisión en la SON 1002 puede transmitir el nuevo PCI/ID-celda 1016 al UE. Tras la recepción del nuevo PCI/ID-celda por el UE, el UE puede volver a utilizar el nuevo PCI/ID-celda para sustituir el antiguo PCI/ID-celda. El UE también puede activar un informe de medición y/o iniciar 1018 el envío de un preámbulo para medir un tiempo de UL. Una vez que se envía el preámbulo 1020, el UE puede realizar una medición con la que conseguir la sincronización 1022 del nuevo PCI/ID-celda. Una vez que se consigue la sincronización, las actividades de transmisión y/o recepción pueden reanudarse 1024 con el UE reconfigurado para el nuevo PCI/ID-celda.

La FIG. 11 representa un planteamiento alternativo a la gestión de movilidad basado en el traspaso de grupo. Nuevamente, se representa la misma zona de cobertura seleccionada al mismo tiempo 200 con el mismo número de UE 201a, 201b distribuidos en las mismas ubicaciones. Sin embargo, la FIG. 11 se puede distinguir por la transmisión del mismo mensaje de traspaso 1102 desde los diversos nodos de transmisión. Aunque todos los nodos de transmisión transmiten el mensaje de traspaso de la FIG. 11, los ejemplos congruentes pueden basarse en un subconjunto de nodos de transmisión que transmiten el mensaje de traspaso. Los nodos de transmisión que transmiten el mensaje de traspaso pueden seleccionarse para asegurar que los UE en la zona de cobertura seleccionada reciben el mensaje de traspaso.

Como se puede apreciar a partir de los UE representados en la FIG. 11, cuando se reconfigura una celda, puede haber una cantidad de UE en el modo conectado. La sobrecarga asociada con el traspaso de todos estos UE, que permite que los UE puedan transmitir/recibir correctamente con un nuevo ID-celda/PCI, puede ser bastante grande. Si la reconfiguración se produce relativamente a menudo para adaptarse a una situación de carga de tráfico variable, o al número de UE ubicados en la zona de cobertura seleccionada 200, la sobrecarga relativa a las muchas acciones de movilidad de los múltiples UE en cada reconfiguración puede ser significativa.

Sin embargo, el traspaso de dichas reconfiguraciones puede hacerse más eficazmente con la ayuda de trasposos de grupos. En consecuencia, el mensaje de traspaso 1102 puede comprender el mismo mensaje de orden de traspaso que, como se representa en la FIG. 11, puede transmitirse a múltiples UE. En ciertos ejemplos, la transmisión del mismo mensaje de traspaso puede realizarse mediante señalización por multidifusión.

La FIG. 12 representa el posible contenido de un mensaje de traspaso 1102 para un traspaso de grupo, tal como es recibido por un UE 504 representativo desde un nodo de transmisión representativo 208a. Con fines ilustrativos solo una parte de la zona de cobertura seleccionada 200 se representa en la FIG. 12, concretamente la zona de cobertura 208a correspondiente al eNodoB MCN 208a con el primer UE 502 y el segundo UE 504 de los cuatro UE presentes en la misma. Aunque el mismo mensaje de traspaso 1102 se representa como transmitido al primer UE y al segundo UE, la información de traspaso 1202 en el mismo solo se representa con fines ilustrativos con respecto a la transmisión hacia al segundo UE.

En ejemplos congruentes con los estándares LTE 3GPP, el mensaje de traspaso 1102 puede comprender un mensaje RRC, tal como un mensaje RRCConnectionReconfiguration 1204 que incluye mobilityControllInformation 1206. Este mensaje RRC puede proporcionar, a modo ilustrativo y no limitativo, valores de parámetros tales como un nuevo identificador temporal de red por radio de la celda (C-RNTI), identificadores del algoritmo de seguridad del eNodoB de destino, un preámbulo del canal de acceso aleatorio (RACH) opcionalmente dedicado y/o información de sistema del eNodoB de destino, entre otros posibles elementos de información. Unidades de información análogas congruentes con estándares no LTE se pueden proporcionar en el mensaje de traspaso en ejemplos congruentes con otros estándares.

La información de sistema del eNodoB de destino, tal como uno o más SIB, puede ser común para todos los UE, o un conjunto de los mismos, designada para el traspaso a la misma celda de destino. Por lo tanto, un mensaje de señalización de RRC, que incluye uno o más SIB de destino, puede transmitirse a esos UE mediante señalización por multidifusión. En algunos ejemplos, un mensaje de señalización de RRC puede incluir valores de parámetros comunes y valores de parámetros específicos de UE para todos los UE designados en el traspaso.

La FIG. 13 representa una SFN resultante con un PCI y/o ID-celda común 1302. Como puede apreciarse, el ID-celda común se aplica a todos los nodos y/o celdas de transmisión dentro de la zona de cobertura seleccionada 200. Una vez más, se representa la misma zona de cobertura seleccionada al mismo tiempo 200 con el mismo número de UE 201a, 201b distribuidos en las mismas ubicaciones. Además, se representan los mismos nodos de transmisión 202a a 222a, pero sin sus correspondientes zonas de cobertura 202b-222b. Dado que todos los nodos de transmisión corresponden a la misma SFN con un PCI/ID-celda común, ya no se obtienen distinciones entre las zonas de cobertura.

Además, los nodos de transmisión (202a, 204a, 206a, 210a, 212a, 214a, 216a y 218a) dentro del conjunto candidato 902 descritos con respecto a la FIG. 9 están representados en un estado activo, indicado por el símbolo del rayo. Sin embargo, los nodos de transmisión que no están en el conjunto candidato se representan en un estado desconectado (208a, 220a y 222a), indicado por los círculos tachados en negrita y la falta del símbolo del rayo. Indicado por las líneas en negrita usadas para marcar el límite del PCI y/o ID-celda común 1302, el nuevo PCI/ID-celda común se aplica en toda la zona de cobertura seleccionada 200 de la SFN.

Debido al estado desconectado de ciertos nodos de transmisión (208a, 220a y 222a) en la zona de cobertura seleccionada 200, la SFN puede conseguir un ahorro de energía significativo. Este ahorro de energía se incrementa aún más significativamente a causa del nodo de transmisión de alta potencia 208a, que puede ser un eNodoB MCN, incluido entre los nodos de transmisión desconectados. Las nuevas CSI-RS y las mediciones resultantes podrían confirmar la cobertura en toda la SFN antes de su reconfiguración para permitir una mayor flexibilidad en las optimizaciones que se pueden realizar, incluidas las optimizaciones que pueden desconectar los nodos de transmisión de alta potencia. Además, diversos nuevos planteamientos que reconfiguran los UE ante cambios en el identificador de celda, como se ha analizado anteriormente, hacen posible una gestión de la movilidad más eficaz que puede volverse importante con dichas optimizaciones. Después de la formación de una SFN con un ID-celda común 1302, la optimización de la cobertura se puede conseguir mediante la inclinación de la antena.

Dicho ahorro de energía es posible gracias a las cargas de poco tráfico dentro de la zona de cobertura seleccionada 200. Sin embargo, las cargas de tráfico pueden ser dinámicas de formas que se traducen en situaciones no adecuadas para una SFN previamente adecuada con un PCI/ID-celda común. A medida que aumentan las cargas de tráfico y, tal vez, se concentran en ciertas zonas geográficas, puede ser deseable dividir una SFN, como la que se muestra en la FIG. 13.

La FIG. 14 representa la zona de cobertura seleccionada con una redistribución del tráfico 1400 dentro de la SFN que comparte el PCI/ID-celda común 1302 representada en la FIG. 13, tal como se ha optimizado previamente para reducir la potencia. Aunque los mismos nodos de transmisión 202a-222a están representados en la FIG. 14, la zona de cobertura seleccionada se representa en un segundo punto diferente en el tiempo 1400. A medida que pasa el tiempo, el número y/o la distribución de los UE puede cambiar significativamente. Por ejemplo, durante el día, una zona geográfica con muchas oficinas puede experimentar una baja carga de tráfico durante la noche. Mientras que durante el día, la carga de tráfico puede ser relativamente alta. En el segundo punto diferente en el tiempo 1400 representado en la FIG. 14, el número y la distribución de los UE 1401a, 1401b ha cambiado significativamente.

El número de UE dentro de la zona de cobertura 208b previamente asociada con el nodo de transmisión de alta potencia 208a ha aumentado de cuatro a catorce. De forma similar, el número de UE dentro de la zona de cobertura 222b previamente asociada con el LPN 222a ha aumentado de uno a tres. El cambio en la distribución puede significar que los nodos de transmisión adyacentes, como pueden ser los nodos de transmisión 202a, 204a, 214a, 216a y 218a, como se ha analizado con respecto a la FIG. 9, ya no puede proporcionar cobertura para las celdas que se han desconectado. Por lo tanto, puede ser deseable conectar los nodos/celdas de transmisión que se desconectaron previamente en la formación de una SFN con un ID-celda común.

Además, el número de UE dentro de la zona de cobertura seleccionada ha aumentado de cuarenta y cuatro en el primer tiempo 200 a cincuenta y ocho en el segundo tiempo 1400. El aumento del número de UE puede hacer que la escasa eficiencia espectral de la SFN sea problemática para las mayores demandas de capacidad. Por lo tanto, puede ser deseable la mayor capacidad asociada con la reutilización de la frecuencia que podría ser posible al dividir la SFN en nuevas celdas.

Por razones como las mencionadas anteriormente, pueden tomarse una o más determinaciones dentro de una SON para conectar uno o más nodos/celdas de transmisión y/o reconfigurar ciertos nodos/celdas de transmisión con diferentes PCI/ID-celda a medida que cambian las cargas de tráfico, independientemente de si los nodos/celdas de transmisión con un PCI/ID-celda común operan en modo SFN. Dichas determinaciones pueden tomarse en uno o más nodos de transmisión (202a, 204a, 206a, 210a, 212a, 214a, 216a y 218a) y/o el módulo O&M 232. Para llevar a cabo la reconfiguración con uno o más ID-celdas, uno o más conjuntos de UE pueden traspasarse a, o reconfigurarse con respecto a, diferentes nodos/celdas de transmisión con diferentes PCI/ID-celdas.

Los procedimientos de traspaso y/o reconfiguración eficaces en respuesta a dichas determinaciones se pueden conseguir con mediciones de canal de los PCI/ID-celdas aún por configurar. Dichas mediciones para la gestión de la movilidad se pueden realizar en transmisiones que pueden indexarse como originadas desde los nodos/celdas de transmisión para los ID-celda aún por configurar. Dichas transmisiones se pueden generar de maneras similares a las analizadas anteriormente. Los UE también pueden recibir información que les permita indexar sus mediciones de dichas transmisiones de forma parecida a las descritas anteriormente.

Con fines ilustrativos y no limitativos, dichas transmisión y mediciones se analizan en la presente memoria con respecto a ejemplos congruentes con los estándares LTE 3GPP. Sin embargo, los ejemplos congruentes con los estándares alternativos también son posibles con implementaciones análogas. En ejemplos congruentes de LTE, los UE pueden realizar mediciones de gestión de la movilidad que comprenden una o más mediciones RSRP/RSRQ que pueden indexarse a los PCI/ID-celdas aún por configurar. A fin de permitir que las mediciones de gestión de la

movilidad RSRP/RSRQ se indexen a los PCI/ID-celdas aún por configurar, pueden basarse en las CSI-RS que se generan para ser indexadas de este modo según los análisis anteriores.

Como se ha analizado previamente con respecto a la FIG. 4 y FIG. 5, los UE pueden recibir información que les permita indexar mediciones de gestión de la movilidad a través de transmisiones RRC. Por ejemplo, la información de configuración CSI-RS, a partir de la cual los nodos/celdas de transmisión que transmiten diversas CSI-RS pueden indexarse a los PCI/ID-celdas aún por configurar, se puede comunicar a los UE a través de una o más transmisiones RRC. La transmisión RRC puede minimizar la sobrecarga de señalización. Sin embargo, otros procedimientos de señalización, congruentes con otros ejemplos, también se pueden usar para indicar diferentes conjuntos de recursos/configuraciones CSI-RS para las mediciones de gestión de la movilidad mediante señalización de RRC dedicada, si la información adecuada con respecto a las ubicaciones de UE relativas está disponible en el lado de la SON.

El conjunto de recursos CSI-RS que se configurarán para las mediciones de gestión de la movilidad RSRP/RSRQ puede ser independiente de un conjunto similar de recursos CSI-RS generados para la gestión de recursos CoMP (CRM por sus siglas en inglés). Las mediciones de gestión de la movilidad RSRP/RSRQ también pueden ser independientes de medidas similares para la CRM. Además, la señalización de RRC que admite mediciones de gestión de la movilidad RSRP/RSRQ también puede ser independiente de cualquier señalización RRC para la CRM. Por lo tanto, se puede disponer la señalización de RRC con respecto a la generación de CSI-RS, y para las mediciones de RSRP/RSRQ con respecto a la gestión de la movilidad de los ID-celdas aún por configurar, separado y aparte de cualquier disposición similar hecha para la CRM de los estándares LTE 3GPP en la versión 11 y/o versiones posteriores a la versión 11.

La FIG. 15 representa el código fuente ASN1 de un IE con señalización de RRC que indica un conjunto de diferentes recursos CSI-RS correspondientes a los PCI/ID-celdas aún por configurar, de los nodos/celdas de transmisión que podrían compartir actualmente el mismo ID-celda, que admiten mediciones para el traspaso y la administración de la movilidad con respecto a los PCI/ID-celdas aún por configurar. Como se puede apreciar, las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden producir dichas CSI-RS mediante aproximaciones alternativas. Asimismo, las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden generar planteamientos alternativos, no relacionados con CSI-RS, ambos congruentes con el LTE y otros estándares.

Las mediciones para la gestión de la movilidad a menudo pueden ser realizadas por los UE en zonas de cobertura vecinas que no están sujetas a reconfiguración. Independientemente de si un nuevo PCI/ID-celda está configurado para múltiples nodos/celdas de transmisión en una SFN, o de si, en los nuevos PCI/ID-celdas configurados para dividir un PCI/ID-celda común, está implicado un cambio en el PCI/ID-celda. En los UE conectados a una celda reconfigurada con un nuevo PCI/ID-celda, el nuevo PCI/ID-celda se puede proporcionar en un mensaje de orden de traspaso o durante la reconfiguración de esos UE con el nuevo PCI/ID-celda. Sin embargo, los UE conectados a las celdas vecinas también pueden necesitar información sobre el PCI/ID-celda reconfigurado con fines de gestión de la movilidad.

Dichos UE pueden realizar mediciones de canal en los nodos/celdas de transmisión vecinas que pueden utilizarse para realizar determinaciones sobre las celdas. Cuando se van a reconfigurar los nodos/celdas de transmisión vecinos, los UE pueden necesitar información sobre cuándo se inicia la celda con este nuevo PCI/ID-celda y la celda con el antiguo PCI/ID-celda ya no está disponible para la medición vecina.

En ciertos ejemplos, un nodo/celda de transmisión, por ejemplo, un nodo de transmisión de alta potencia 208a, puede notificar a otros nodos de transmisión vecinos el cambio inminente de PCI/ID-celda. La notificación puede tener lugar a través de un mensaje de reconfiguración, que en algunos ejemplos puede ser un mensaje X2, a través del entramado de enlaces de comunicación de la red de retorno 224 parecida a la representada en la FIG. 2. El mensaje de reconfiguración puede incluir el antiguo PCI/ID-celda, el nuevo PCI/ID-celda y el momento en que la reconfiguración será efectiva. Se puede proporcionar información parecida al módulo O&M 232 y/o desde el módulo O&M sobre los enlaces de comunicación de la CN 226 parecidos a los representados en la FIG. 2.

Al recibir el mensaje de reconfiguración, una celda vecina puede reconfigurar una lista de celdas vecinas mantenida por la celda. A modo de ejemplo y no limitativo, en ejemplos congruentes con el estándar LTE 3GPP, un elemento de información MeasObjectEUTRA se puede utilizar para eliminar el antiguo PCI/ID-celda y añadir el nuevo PCI/ID-celda. Para difundir esta información a los UE en la zona de cobertura del nodo/celda de transmisión vecina, en ejemplos congruentes con el estándar LTE 3GPP, el nodo/celda de transmisión vecina puede transmitir información del mensaje de reconfiguración a los UE en modo conectado en la zona de cobertura mediante señalización de RRC dedicada. Con respecto a los UE en modo inactivo, el nodo/celda de transmisión vecina puede actualizar SIB 4 y/o SIB 5 con información del mensaje de reconfiguración.

Como puede apreciarse, si hay muchos UE en una zona de cobertura vecina que realizaran mediciones de movilidad en un nodo/celda de transmisión a reconfigurar, la gran cantidad de mensajes de señalización de RRC puede provocar una sobrecarga de señalización significativa. Para reducir la sobrecarga y conseguir la señalización de manera más eficaz, en lugar de la señalización de RRC dedicada, un nodo/celda de transmisión vecina puede transmitir información de los cambios en uno o más PCI/ID-celdas, incluso en los UE de modo conectado. Dicha

información de transmisión puede proporcionar información sobre un conjunto de PCI/ID-celdas a eliminar y un conjunto de nuevos PCI/ID-celdas a añadir, potencialmente junto con la temporización. Cuando se incluye la relación entre los PCI/ID-celdas viejos y los PCI/ID-celdas nuevos en la información de transmisión, en ejemplos congruentes con los estándares 3GPP/LTE, otros parámetros como el índice de celda y el desplazamiento de celda pueden reutilizarse en los PCI/ID-celdas nuevos. Con los problemas de gestión de la movilidad resueltos, la reconfiguración puede continuar.

La FIG. 16 representa la formación de dos PCI/ID-celdas nuevos (1602 y 1604) además del PCI/ID-celda común restante 1302 que satisfacen una carga de tráfico modificada en la zona de cobertura seleccionada en el segundo tiempo 1400. Los mismos nodos de transmisión 202a a 222a se representan en la FIG. 16 como se representa en la Fig. 2. Sin embargo, la zona de cobertura seleccionada se representa en un segundo punto en el tiempo 1400, como también se representa en la FIG. 13, en contraposición al primer punto de tiempo 200 representado en la FIG. 2. Como resultado, el número y distribución de los UE 1401a, 1401b es el mismo que en la FIG. 13, pero no como en las FIG. 2, FIG. 3, FIG. 4 y la FIG. 7.

En ciertos ejemplos, el LPN 222a simplemente puede conectarse, compartiendo un PCI/ID-celda con un nodo de transmisión de alta potencia asociado. Sin embargo, en ejemplos alternativos, el aumento de flexibilidad proporcionado por los planteamientos analizados anteriormente puede permitir que un LPN reciba su propio PCI/ID-celda, o se asocie con nuevos nodos/celdas de transmisión que reciben un nuevo PCI/ID-celda. Aunque el primer y el segundo PCI/ID-celda nuevos incluyen cada uno un solo nodo de transmisión, en diversos ejemplos congruentes se pueden formar nuevos PCI/ID-celda con múltiples nodos/celdas de transmisión. Dado que el primer PCI/ID-celda nuevo 1602 y el segundo PCI/ID-celda nuevo 1604 pueden identificarse claramente dentro de la zona de cobertura seleccionada 1400, uno o más de ellos pueden aumentar la eficiencia espectral operando en frecuencias que son distintas de otras utilizadas en la zona de cobertura seleccionada. Como puede apreciarse, el RRH 220a permanece desconectado.

Aunque la mayoría de los UE todavía están asociados con el PCI/ID-celda común 1302 configurado para ahorrar energía, muchos UE están asociados con el primer PCI/ID-celda 1602 o el segundo PCI/ID-celda 1604, es decir, aquellos UE dentro de las zonas de cobertura respectivas (208b y 222b) con el primer y segundo PCI/ID-celdas nuevos.

Dado que el primer PCI/ID-celda nuevo 1602 y el segundo PCI/ID-celda nuevo 1604 pueden identificarse claramente dentro de la zona de cobertura seleccionada 1400, uno o más de ellos puede aumentar la eficiencia espectral operando en partes del espectro que son distintas de otras utilizados en la zona de cobertura seleccionada para aumentar la capacidad dentro de la zona de cobertura seleccionada 1400. La conexión del nodo de transmisión de alta potencia 208a asociado con el primer PCI/ID-celda nuevo y el LPN asociado con el segundo PCI/ID-celda nuevo puede resolver el aumento de densidad dentro de las zonas de cobertura respectivas (208b y 222b). Como puede apreciarse, el RRH 220a puede permanecer desconectado para ahorrar energía. Después de que se haya reconfigurado el primer PCI/ID-celda nuevo y el segundo PCI/ID-celda nuevo, se puede conseguir una optimización adicional mediante la inclinación de la antena.

El ahorro de energía y la capacidad de carga no son los únicos parámetros que pueden ayudar en los planteamientos de apoyo a las mediciones de canales y la gestión de la movilidad a la hora de proporcionar una mayor flexibilidad en las optimizaciones. La movilidad también puede ser un parámetro para la optimización. Por ejemplo, la movilidad puede desempeñar un papel a la hora de conseguir un estado deseable de una carga equilibrada entre los nodos/celdas de transmisión. Una carga equilibrada puede mejorar la capacidad del sistema. Conseguir una carga equilibrada puede implicar distribuir la carga de manera uniforme entre los nodos/celdas de transmisión, es decir, transferir parte de la carga de tráfico de las celdas congestionadas. Estas distribuciones y traspasos se basan en la movilidad. La optimización de los parámetros de movilidad y/o las acciones de traspaso, por lo tanto, pueden facilitar el equilibrio de la carga. Además, la optimización de la movilidad puede reducir significativamente la sobrecarga, en los casos que los UE frecuentemente se vuelven a asociar con nuevos nodos/celdas de transmisión. Además, las mejoras generales que pueden surgir de la autoorganización con respecto a la movilidad también pueden minimizar las intervenciones humanas en la gestión de redes y las tareas de optimización.

El apoyo para equilibrar la movilidad de la carga puede consistir en funciones tales como: informe de la carga, como se ha analizado anteriormente; acciones de equilibrio de carga, tales como aquellas basadas en traspasos; y/o adaptar configuraciones de traspaso y/o reelección. Un nuevo ejemplo de adaptación de las configuraciones de traspaso y/o reelección puede implicar configuraciones dinámicas de PCI/ID-celda que se basan en el aumento de flexibilidad que ofrecen los planteamientos analizados anteriormente. Al habilitar la configuración dinámica de PCI/ID-celda para diferentes nodos/celdas de transmisión, se puede mejorar aún más la potencia alta o baja, el equilibrio de carga y la movilidad.

La FIG. 17 representa un entorno en el que la reconfiguración dinámica del PCI/ID-celda puede utilizar una mayor flexibilidad, como se ha descrito anteriormente, y mejorar aún más la movilidad y el equilibrio de carga. Se representa una serie de nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a dentro de una parte de una SON 1708. Asociados con cada nodo de transmisión hay tres zonas de cobertura hexagonal. Más específicamente, las zonas

de cobertura hexagonal 1702b, 1702c y 1702d, dispuestas en sentido horario alrededor del nodo de transmisión 1702a están asociadas con ese nodo de transmisión. Además, las zonas de cobertura hexagonal 1704b, 1704c y 1704d, dispuestas en sentido horario alrededor del nodo de transmisión 1704a están asociadas con ese nodo de transmisión. Por otro lado, las zonas de cobertura hexagonal 1706b, 1706c y 1706d, dispuestas en sentido antihorario alrededor del nodo de transmisión 1706a están asociadas con ese nodo de transmisión.

También se representa un entramado de enlaces de comunicación de la red de retorno 1710 entre la serie de nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a. Como con la FIG. 2, el entramado de enlaces de comunicación de la red de retorno puede comprender interfaces X2, pero son posibles otros enlaces de la red de retorno. Adicionalmente, se representan los enlaces de comunicación de la CN 1712. Como con la FIG. 2, estos enlaces de comunicación de la CN pueden comprender interfaces S1, pero son posibles otros enlaces de comunicación. Los enlaces de comunicación de la CN pueden permitir que uno o más nodos de transmisión se comuniquen con el módulo O&M 1714 en una CN 1716, como puede ser un EPC.

La FIG. 18 representa una vía pública 1802 que atraviesa la parte de la SON 1708, junto con la medición de la velocidad de un UE en función del efecto Doppler. La misma parte de la SON 1708 se representa con la misma serie de nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a y las respectivas zonas de cobertura hexagonal correspondientes 1702b-1702d, 1704b-1704d y 1706b-1706d. La vía pública 1802 que atraviesa la parte de la SON puede ser una carretera, autovía, autopista, ferrocarril o similar.

También se representa un automóvil en un primer tiempo 1804a y un segundo tiempo 1804b mientras circula por la vía pública 1802. Un UE dentro del automóvil (no se representa) puede estar en un modo conectado con el nodo de transmisión 1704a. Como se puede apreciar, una señal conocida transmitida entre el UE dentro del automóvil en el primer tiempo y el nodo de transmisión 1704a se desplazará hacia arriba en frecuencia según la velocidad del UE debido al efecto Doppler. Por el contrario, una señal conocida transmitida entre el UE dentro del automóvil en el segundo tiempo y el nodo de transmisión 1704a se puede desplazar hacia abajo en frecuencia. Este desplazamiento de la frecuencia se puede usar en el UE, un nodo de transmisión y/o el módulo O&M 1714 para determinar la velocidad del UE. Las mediciones de la velocidad del UE se pueden usar para tomar decisiones sobre reconfiguraciones dinámicas del PCI/ID-celda a una configuración del ID-celda de alta movilidad o una configuración de capacidad de carga alta.

La FIG. 19 proporciona un ejemplo en el que se ha tomado una determinación para asignar un PCI/ID-celda común a través de múltiples zonas de cobertura hexagonal (1702b, 1702d, 1704b, 1704d, 1706b y 1706d) de la parte de la SON 1708 en la configuración del ID-celda de alta movilidad. De nuevo, la misma parte de la SON 1708 se representa con la misma serie de nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a y las respectivas zonas de cobertura hexagonal correspondientes 1702b-1702d, 1704b-1704d y 1706b-1706d. La vía pública 1802 se representa como una autopista de dos carriles con tráfico no congestionado, como lo indican los tres automóviles espaciados a distancias significativas entre sí.

Debido a la falta de tráfico, los UE dentro de los automóviles que circulan por la autopista de dos carriles 1802 pueden circular a velocidades que pueden traducirse en frecuentes traspasos y/o cambios en las configuraciones de PCI/ID-celda. La falta de tráfico también se traduce en un bajo número de UE y una baja carga asociada con los mismos. Los tiempos durante los cuales la autopista de dos carriles está sin congestionarse se pueden considerar fuera de las horas punta. Fuera de las horas punta, el requisito de rendimiento es bajo. Sin embargo, las demandas de traspaso pueden ser altas, ya que los automóviles circulan a gran velocidad.

Se puede tomar la determinación en uno o más nodos de transmisión (1702a, 1704a y 1706a) y/o el módulo O&M 1714 que obtiene un estado del tráfico sin congestión y/o fuera de las horas punta. La determinación se puede tomar en base a una o más de diversas consideraciones. Los ejemplos de dichas consideraciones pueden incluir, a modo de ejemplo y no limitativo: una medición de velocidad, tal como las mediciones descritas con respecto a la figura anterior; una hora del día; un día de la semana; un acontecimiento que probablemente afecta al estado del tráfico en la vía pública 1802; y/o mediciones de carga de tráfico. La información de carga y otra información relacionada con las consideraciones previamente analizadas, tales como la velocidad promedio del usuario estimada en un nodo de transmisión, se puede compartir entre los nodos de transmisión. Esta información puede compartirse a través del entramado de enlaces de comunicación de la red de retorno 1710 y/o enlaces de comunicación de la CN 1712.

Una vez que se ha tomado la determinación que se obtiene un estado del tráfico fuera de las horas punta y/o sin congestión, también se puede tomar una determinación en uno o más nodos de transmisión (1702a, 1704a y 1706a) y/o el módulo O&M 232 para reducir la sobrecarga asociada con las transiciones de los UE entre los nodos/celdas de transmisión combinando los nodos/celdas de transmisión y compartiendo un PCI/ID-celda común 1902. De manera similar, se pueden tomar una o más determinaciones sobre qué nodos/celdas de transmisión se han de incluir dentro del PCI/ID-celda común 1902 en base a consideraciones tales como las analizadas anteriormente. En la FIG. 19, los nodos/celdas de transmisión que comparten el PCI/ID-celda común comprenden las zonas de cobertura (1702b, 1702d, 1704b, 1704d, 1706b, 1706c) indicadas por el contorno en negrita y el sombreado en diagonal. En función del ejemplo, el PCI/ID-celda común puede configurarse como una SFN, pero los ejemplos no configurados como una SFN también son congruentes.

Una vez que se ha tomado una determinación para implementar un PCI/ID-celda común 1902, uno o más nodos de transmisión 1702a, 1704a, y 1706a y/o el módulo O&M 1714 puede enviar una orden y/o activar un traspaso, que especifica el retraso del traspaso a los UE asociados con la celda anterior. Uno o más nodos de transmisión y/o el módulo O&M puede reconfigurar el PCI/ID-celda común. También pueden resolver el traspaso de UE al PCI/ID-celda nuevo.

La determinación de reconfigurar los nodos/celdas de transmisión a través de los cuales pasa la vía pública 1802 se puede llevar a cabo mediante mediciones, como se ha descrito anteriormente, del PCI/ID-celda común 1902 antes de que se configure para asegurar una cobertura adecuada. Además, cualquier reconfiguración del PCI/ID-celda y/o traspaso de los UE, se puede resolver como se ha analizado anteriormente. Las mediciones que se pueden utilizar para la gestión de la movilidad durante y/o después de la reconfiguración del PCI/ID-celda común también se han analizado anteriormente. Los tres nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a representados de la FIG. 19 se representan como nodos de transmisión de alta potencia, tales como el eNodeB MCN, pero los ejemplos también pueden incluir nodos de baja potencia, como los LPN, y pueden estar implicadas diversas cantidades de nodos de transmisión. Los nodos de transmisión de alta potencia ilustran la forma en que los ejemplos no están limitados a los planteamientos tradicionales basados en la conexión o desconexión de potenciadores de capacidad debido a la flexibilidad proporcionada por las tecnologías de apoyo adicionales descritas en la presente memoria.

En algunos ejemplos, como el que se muestra en la FIG. 19, los procedimientos de multiplexación espacial, tales como formación de haces, pueden usarse para incluir ciertas celdas en las zonas de cobertura, tales como 1702b y 1702d, asociadas con un nodo de transmisión común, tal como el nodo de transmisión 1702a, y a través de las cuales pasa la vía pública 1802, al mismo tiempo que no incluye otras celdas de la zona de cobertura, como 1702c, también asociado con el nodo de transmisión. A este fin, se pueden asignar diferentes PCI/ID-celdas a diferentes CC en los nodos de transmisión. En otros ejemplos, todas las celdas y su cobertura correspondiente asociada con un nodo de transmisión pueden incluirse en el PCI/ID-celda común 1902. Al configurar los nodos/celdas de transmisión con las zonas de cobertura correspondientes para tener un PCI/ID-celda común, se pueden conseguir reducciones significativas en la sobrecarga de movilidad.

Aunque la movilidad se puede mejorar con la configuración de un PCI/ID-celda común 1902, las mejoras pueden llegar a costa de un menor rendimiento. Debido, por ejemplo, a la naturaleza dinámica del tráfico de la autovía, puede ser favorable configurar partes de la red en una vía pública 1802. Por ejemplo, durante un período de mucho tráfico, hay muchos automóviles congestionados en una autovía. En ese momento, puede necesitarse un mayor rendimiento debido a un mayor cantidad de UE en esos automóviles. Además, debido a las bajas velocidades de esos automóviles, los problemas de movilidad, como el rendimiento del traspaso, pueden ser un problema menor. Además, en ese momento, puede ser deseable tener diferentes nodos/celdas de transmisión configurados con diferentes PCI/ID-celdas para aumentar la reutilización del espectro y, por lo tanto, el rendimiento total.

La FIG. 20 representa la asignación de diferentes PCI/ID-celdas a diferentes nodos de transmisión en la red adicional en una zona de la red adicional con altas cargas de tráfico y bajas velocidades por una carretera congestionada 1802 que forma una configuración de alta capacidad de carga. De nuevo, la misma parte de la SON 1708 se representa con la misma serie de nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a y las respectivas zonas de cobertura hexagonal correspondientes 1702b-1702d, 1704b-1704d y 1706b-1706d. Sin embargo, la vía pública 1802 ahora se representa como una autovía de dos carriles con un alto grado de tráfico congestionado 2002, como lo indican la gran cantidad automóviles situados parachoques con parachoques.

Además, a los nodos/celdas de transmisión que comparten el PCI/ID-celda común 1902 se les ha dado su propio PCI/ID-celda. El nodo de transmisión 1702a tiene asignado el 1º PCI/ID-celda 2004 que abarca las zonas de cobertura hexagonal 1702b-1702d. El nodo de transmisión 1704a tiene asignado el 2º PCI/ID-celda 2006 que abarca las zonas de cobertura hexagonal 1704b-1704d. Además, el nodo de transmisión 1706a tiene asignado el 3º PCI/ID-celda 2008 que abarca las zonas de cobertura hexagonal 1706b-1706d. Las zonas geográficas correspondientes a los diversos PCI/ID-celda se representan como encerrados dentro de las líneas de límite en negrita. Los diferentes PCI/ID-celda se pueden utilizar para aumentar el rendimiento, la capacidad y/o la calidad del servicio funcionando en diferentes partes del espectro en los diferentes PCI/ID-celdas. Aunque cada nodo de transmisión recibe un PCI/ID-celda diferente en la FIG. 20, los nodos de transmisión múltiple pueden compartir un PCI/ID-celda nuevo en diversos ejemplos.

De nuevo, la determinación de reconfigurar uno o más PCI/ID-celdas comunes en un gran número de PCI/ID-celdas se puede llevar a cabo mediante mediciones, tal como se ha descrito anteriormente, antes de que se configure un gran número de PCI/ID-celda comunes, tales como el 1º PCI/ID-celda 2004, el 2º PCI/ID-celda y el 3º PCI/ID-celda 2008. Por ejemplo, y no a modo limitativo, uno o más nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a y/o el módulo O&M 1714 puede indicar a uno o más UE que realicen mediciones RSRP/RSRQ en CSI-RS indexados con los PCI/ID-celda aún por configurar. Dichas mediciones se pueden usar, por ejemplo, para asegurar la cobertura y para la preparación del traspaso.

Además, cualquier reconfiguración del PCI/ID-celda y/o traspaso de los UE, se puede resolver como se ha analizado anteriormente. Por ejemplo, y no a modo limitativo, uno o más nodos de transmisión y/o el módulo O&M puede enviar una orden de traspaso y/o activar y especificar el retraso del traspaso de los UE asociados con la celda

anterior. Las mediciones que se pueden utilizar para la gestión de la movilidad durante y/o después de la reconfiguración de la PCI/ID-celda común también se analizan anteriormente. Uno o más nodos de transmisión y/o el módulo O&M puede reconfigurar uno o más PCI/ID-celdas comunes en un número mayor de PCI/ID-celdas.

La FIG. 21 también representa la reconfiguración a un número mayor de PCI y/o ID-celdas. Una vez más, la misma parte de la SON 1708 se representa con la misma serie de nodos de transmisión 1702a, 1704a y 1706a y las respectivas zonas de cobertura hexagonal correspondientes 1702b-1702d, 1704b-1704d y 1706b-1706d. Además, la vía pública 1802 se representa de nuevo como una autovía de dos carriles con un alto grado de tráfico congestionado 2002, como lo indican la gran cantidad automóviles 2002 situados parachoques con parachoques.

Sin embargo, el número de PCI/ID-celda nuevos ha aumentado de tres a seis (2202, 2204, 2206, 2208, 2210 y 2212). Se puede conseguir un mayor número de PCI/ID-celdas mediante procedimientos de multiplexación espacial, como la formación de haces. El aumento del número de PCI/ID-celdas también puede conllevar una mayor frecuencia y capacidad espectrales mediante un aumento del uso de diferentes partes del espectro, como se indica en la FIG. 21 por el patrón de sombreado alternante. En algunos ejemplos, se pueden usar técnicas avanzadas adicionales, como la COMP.

Los ejemplos también se pueden representar como procedimientos. Dichos procedimientos se pueden representar con bloques funcionales. Estos bloques funcionales pueden representar etapas u operaciones, congruentes con los ejemplos de dichos procedimientos. En función del ejemplo, dichas etapas u operaciones pueden implementarse, pero no necesariamente deben implementarse, en un código de programa legible por ordenador almacenado en un medio utilizable por ordenador no transitorio. Aunque los bloques funcionales se pueden representar en orden, el orden en el que se representan puede, en muchos casos, modificarse. De hecho, ciertos bloques funcionales se pueden ejecutar simultáneamente. En esta solicitud, el orden en el que se representan los bloques funcionales, por lo tanto, no indica necesariamente un orden cronológico en el que necesariamente se ejecuten las etapas u operaciones correspondientes. Varios procedimientos adicionales no representados también pueden ser congruentes con ejemplos adicionales.

La FIG. 22 representa bloques funcionales representativos de un procedimiento 2200 para formar una red de frecuencia única (SFN). El procedimiento se puede implementar en un eNodeB y/o el módulo O&M ubicados dentro de un sistema de paquetes evolucionado (EPC). El procedimiento 2200 puede comprender la adquisición 2210 de información de carga sobre un conjunto de celdas de transmisión dentro de una zona de cobertura seleccionada. Un conjunto reducido de celdas de transmisión capaces de proporcionar cobertura a la zona de cobertura seleccionada se puede seleccionar 2220 en base a la información de carga. El conjunto reducido de celdas de transmisión se puede reconfigurar 2230 en una SFN con un identificador de celda común (ID-celda). El conjunto reducido de celdas de transmisión puede reconfigurarse en la SFN con el ID-celda común para ampliar una zona de cobertura del conjunto reducido de celdas de transmisión y cubrir la zona de cobertura seleccionada con menos celdas de transmisión. La etapa de reconfigurar 2230 el conjunto de celdas de transmisión puede comprender enviar órdenes al conjunto de nodos de reconfiguración para llevar a cabo la reconfiguración.

El procedimiento 2200 puede comprender además enviar una CSI-RS a una pluralidad de equipos de usuario (UE) dentro de la zona de cobertura seleccionada para un ID-celda común aún por configurar. A continuación, se puede recibir un conjunto de mediciones de la pluralidad de UE basadas en la CSI-RS. El conjunto de mediciones se puede utilizar para seleccionar el conjunto reducido de celdas de transmisión y determinar que el conjunto reducido de celdas de transmisión mantendrá la cobertura en la zona de cobertura seleccionada después de configurarse con el ID-celda común.

En ciertos ejemplos, el procedimiento puede comprender, en primer lugar, compilar el conjunto de celdas de transmisión incluidas las celdas de transmisión adyacentes con una carga de tráfico ligera en el conjunto de celdas de transmisión. En función del ejemplo, la información de carga se adquiere a partir de, al menos, uno entre una carga de capa de red de transporte S1 y, al menos, un mensaje de potencia de transmisión en banda estrecha relativa (RNTP). El mensaje RNTP puede comunicarse a través de una conexión X2 entre las celdas de transmisión. Algunos ejemplos pueden comprender el ajuste de la inclinación de la antena para optimizar la cobertura en una situación de cobertura resultante que surge después de reconfigurar el conjunto restante de celdas de transmisión en la SFN con el ID-celda común.

Los ejemplos también pueden comprender además la determinación de que una o más celdas de transmisión adicionales mejorarían el tratamiento de un aumento de la carga de tráfico dentro de la zona de cobertura seleccionada. La determinación se puede tomar en base a la información de carga. La mejora del tratamiento se puede conseguir con un aumento de la eficiencia espectral frente al aumento de carga de tráfico. Dichos ejemplos también pueden comprender la reconfiguración de una o más celdas de transmisión adicionales con, al menos, un ID-celda nuevo. Se puede ejecutar el traspaso de uno o más UE a la, al menos una, celda de transmisión adicional.

Los ejemplos en los que se realiza la determinación que una o más celdas de transmisión adicionales mejorarían el tratamiento pueden comprender además la petición de, al menos, una medición basada en CSI-RS para determinar una o más celdas de transmisión adicionales, en las que una CSI-RS de, al menos, una medición basada en CSI-RS transporta información que se puede correlacionar con un ID-celda aún por configurar. Dichos ejemplos también

pueden comprender además la petición de, al menos, una medición basada en CSI-RS después de que la, al menos, una celda de transmisión adicional se haya reconfigurado con uno o más ID-celdas nuevos. Se puede realizar la petición adicional para proporcionar información de canal para uno o más ID-celdas.

5 La Figura 23 representa un dispositivo 2300 que puede encontrarse en un eNodoB 2320 y/o el módulo O&M 2330 ubicado dentro de un EPC 2340. El dispositivo 2300 se puede configurar para equilibrar la sobrecarga de movilidad y los requisitos de carga en un sistema de comunicación inalámbrico. El dispositivo 2300 puede comprender además un módulo de selección 2350 y un módulo de configuración 2360.

10 El módulo de selección 2350 puede configurarse para seleccionar, en un conjunto de celdas de transmisión, una entre una configuración del ID-celda de alta movilidad y una configuración del ID-celda de alta capacidad de carga. El módulo de configuración 2360 puede estar en comunicación con el módulo de selección. El módulo de configuración se puede configurar para configurar el conjunto de celdas de transmisión para que funcionen en la configuración del ID-celda de alta movilidad. La configuración del ID-celda de alta movilidad puede comprender un SFN con un ID-celda común que reduce la sobrecarga de movilidad. Además, el módulo de configuración puede configurar el conjunto de celdas de transmisión para que funcione en la configuración de capacidad de carga alta. La configuración de capacidad de carga alta puede tener múltiples celdas de transmisión con diferentes ID-celdas que permiten una mayor eficiencia espectral ante un aumento de carga.

20 Ciertos ejemplos pueden comprender además un módulo de medición de la velocidad 2370 que puede estar en comunicación con el módulo de selección 2350. El módulo de medición de la velocidad puede configurarse para realizar al menos una medición de velocidad en un conjunto de UE dentro de la zona de cobertura seleccionada para el conjunto de celdas de transmisión. El módulo de medición de la velocidad también se puede configurar para comunicar al menos una medición de velocidad al módulo de selección. En algunos ejemplos, el módulo de selección puede usar una o más mediciones de velocidad y/o información de carga para seleccionar, en el conjunto de celdas de transmisión, una entre la configuración del ID-celda de alta movilidad y la configuración del ID-celda de alta capacidad de carga.

25 En algunos de dichos ejemplos, el módulo de selección 2350 puede seleccionar, en el conjunto de celdas de transmisión, una entre la configuración del ID-celda de alta movilidad y la configuración del ID-celda de alta capacidad de carga. La selección puede basarse en un valor combinado relativo a un umbral de configuración. El valor combinado puede incluir valores de velocidad ponderados y valores de carga ponderados. En dichos ejemplos, los valores de velocidad ponderados más altos pueden empujar el valor combinado hacia valores relativos al umbral de configuración indicativos de la configuración del ID-celda de alta movilidad. Además, los valores de carga ponderados más altos pueden empujar el valor combinado hacia valores relativos al umbral de configuración indicativos de la configuración del ID-celda de capacidad de carga alta.

30 En ciertos ejemplos, la zona de cobertura seleccionada para el conjunto de celdas de transmisión puede abarcar la longitud de una vía pública. La vía pública puede ser designada para tráfico de vehículos y/o tráfico ferroviario. En algunos ejemplos, el módulo de selección 2350 puede usar información de hora del día, información de día de la semana, información de vacaciones y/o información de eventos a la hora de seleccionar una entre la configuración del ID-celda de alta movilidad y la configuración del ID-celda de alta capacidad de carga.

40 Algunos ejemplos también pueden comprender un módulo de formación 2380. El módulo de formación 2380 se puede configurar para recibir información de carga y/o una o más mediciones de velocidad desde múltiples celdas de transmisión. Adicionalmente, el módulo de formación puede configurarse para compilar el conjunto de celdas de transmisión incluyendo una celda de transmisión determinada en el conjunto de celdas de transmisión en la que la celda de transmisión determinada está adyacente a una celda de transmisión ya incluida en el conjunto de celdas de transmisión. Dichas celdas de transmisión pueden incluirse cuando la información de carga y/o una o más mediciones de velocidad tiene un conjunto correspondiente de valores dentro de un intervalo de valores predefinido para el conjunto de celdas de transmisión.

45 Ciertos ejemplos también pueden comprender un módulo de medición 2390. El módulo de medición puede configurarse para enviar un conjunto de CSI-RS de los ID-celdas aún por configurar a una pluralidad de UE dentro de una zona de cobertura seleccionada del conjunto de celdas de transmisión. Además, el módulo de medición puede recibir un conjunto de mediciones de la pluralidad de UE en base al conjunto de CSI-RS. El conjunto de mediciones se puede usar para ayudar en el traspaso de la pluralidad de UE en el que el módulo de selección 2350 cambia una selección desde una configuración del ID-celda de alta movilidad a una configuración del ID-celda de alta capacidad de carga.

50 La FIG. 24 representa bloques funcionales representativos de un procedimiento 2400 que implementa CSI-RS de ID-celdas aún por configurar. El procedimiento se puede implementar en un eNodoB y/o el módulo O&M ubicado dentro de un EPC. El procedimiento puede comprender la disposición 2410 de un conjunto de UE con información de identificación para una CSI-RS de un ID-celda aún por configurar que se compartirá con un conjunto de celdas de transmisión. La CSI-RS puede integrarse 2420 con la información de identificación para permitir una medición de la CSI-RS de, al menos, un UE del conjunto de UE que se identificará con el ID-celda aún por configurar y el conjunto

de celdas de transmisión. Se puede ejecutar una acción de reconfiguración 2430 en el conjunto de celdas de transmisión en función de la medición.

Al ejecutar 2430, la acción de reconfiguración, en algunos ejemplos, puede comprender además recibir mediciones del conjunto de UE. Además, dichos ejemplos pueden comprender la estimación de una posible zona de cobertura, basada en el conjunto de mediciones, para una posible nueva SFN con un ID-celda común. En dichos ejemplos, puede designarse al menos un subconjunto del conjunto de celdas de transmisión para la posible nueva SFN.

En ciertos ejemplos, al ejecutar 2430, la acción de reconfiguración, puede además comprender la recepción de mediciones del conjunto de UE. Asimismo, esa etapa puede comprender la determinación, en base a las mediciones, de al menos una celda de transmisión de destino dentro del conjunto de celdas de transmisión con al menos un ID-celda nuevo. En algunos ejemplos, la integración 2420 de la CSI-RS con la información de identificación puede comprender además la asignación de un valor de identificación al ID-celda aún por configurar.

Integrar la CSI-RS con la información de identificación también puede comprender la sustitución de un valor de ID-celda con el valor de identificación y generar una secuencia pseudoaleatoria para la CSI-RS que pueda identificar el ID-celda aún por configurar. En dichos ejemplos, la información de identificación puede integrarse en una parte de inicialización de la CSI-RS. Además, la disposición 2410 de un conjunto de UE con información de identificación puede comprender además la difusión de la información de identificación mediante la difusión de RRC a una zona geográfica cubierta por el ID-celda aún por configurar.

La FIG. 25 representa bloques funcionales representativos de un procedimiento 2500 que conecta los UE a un conjunto de celdas de transmisión que se van a reconfigurar con un nuevo ID-celda. El procedimiento se puede implementar en un eNodeB y/o el módulo O&M ubicado dentro de un EPC. El procedimiento puede comprender la determinación de 2510 para reconfigurar un conjunto de celdas de transmisión y compartir un nuevo ID-celda. Asimismo, el procedimiento puede comprender el envío 2520 de un mensaje de reconfiguración a una pluralidad de UE asociados con el conjunto de celdas de transmisión. El mensaje de reconfiguración puede enviarse para permitir que los UE se conecten al conjunto de celdas de transmisión cuando el conjunto de nodos de transmisión se reconfigura con el nuevo ID-celda para formar una SFN única.

En ciertos ejemplos, el mensaje de reconfiguración puede comprender una indicación de la pluralidad de UE para detener la transmisión, un valor del nuevo ID-celda y/o un tiempo correspondiente cuando el nuevo ID-celda estará operativo. El mensaje de reconfiguración puede configurarse para permitir que la pluralidad de UE que reciben el mensaje de reconfiguración dejen de recibir y transmitir datos. Los datos de recepción y transmisión pueden detenerse mediante el mensaje de reconfiguración hasta un momento en que el nuevo ID-celda está operativo y es posible que la pluralidad de UE se vuelva a conectar al conjunto de celdas de transmisión con el nuevo ID-celda.

En algunos ejemplos, el mensaje de reconfiguración puede comprender un mensaje de orden de traspaso común enviado a la pluralidad de UE mediante señalización por multidifusión. La orden de traspaso común puede proporcionar parámetros que se pueden utilizar para realizar un traspaso de la pluralidad de UE al conjunto reconfigurado de celdas de transmisión con el nuevo ID-celda. En algunos ejemplos, el mensaje de orden de traspaso común puede comprender uno o más C-RNTI y uno o más identificadores de algoritmo de seguridad de la celda de transmisión de destino. El mensaje de orden de traspaso común también puede comprender un RACH dedicado o una información de sistema del eNodeB de destino. En ciertos ejemplos, el procedimiento 2500 puede comprender además el envío de un orden de traspaso diferente que especifica un retraso del traspaso de la pluralidad de UE asociados con el conjunto de celdas de transmisión.

Ciertos ejemplos pueden comprender además la disposición de un mensaje de notificación a, al menos, una celda de transmisión vecina adyacente a una celda de transmisión reconfigurada dentro del conjunto de celdas de transmisión. El mensaje de notificación puede incluir un ID-celda original, un ID-celda reconfigurado; y/o información sobre cuándo volverá a estar operativo el ID-celda reconfigurado para la celda de transmisión reconfigurada. Además, en algunos ejemplos, el mensaje de reconfiguración puede indicar que un momento en el que el ID-celda común estará operativo está en el siguiente período de modificación del bloque de información del sistema (SIB).

La FIG. 26 proporciona una ilustración de ejemplo de un dispositivo móvil, tal como UE, una MS, un dispositivo móvil inalámbrico, un dispositivo de comunicación móvil, una tableta, un auricular telefónico u otro tipo de dispositivo móvil inalámbrico. El dispositivo móvil puede incluir una o más antenas configuradas para comunicarse con una celda de transmisión WWAN. Si bien se muestran dos antenas, el dispositivo puede tener entre una y cuatro o más antenas. El dispositivo móvil puede configurarse para comunicarse mediante, al menos, un estándar de comunicación inalámbrica que incluye LTE 3GPP, interoperabilidad mundial para acceso con microondas (WiMAX por sus siglas en inglés), acceso de paquetes a alta velocidad (HSPA por sus siglas en inglés), Bluetooth, WiFi u otros estándares inalámbricos. El dispositivo móvil puede comunicarse mediante antenas separadas para cada estándar de comunicación inalámbrica o antenas compartidas para múltiples estándares de comunicación inalámbrica. El dispositivo móvil puede comunicarse en una red inalámbrica de área local (WLAN por sus siglas en inglés), una red de área personal inalámbrica (WPAN por sus siglas en inglés) y/o una WWAN.

La FIG. 26 también proporciona una ilustración de un micrófono y uno o más altavoces que pueden utilizarse para la entrada y salida de audio desde el dispositivo móvil. La pantalla de visualización puede ser una pantalla de pantalla de cristal líquido (LCD por sus siglas en inglés) u otro tipo de pantalla como una pantalla de diodo emisor de luz orgánico (OLED por sus siglas en inglés). La pantalla de visualización se puede configurar como una pantalla táctil.

La pantalla táctil puede usar tecnología capacitiva, resistiva u otro tipo de tecnología de pantalla táctil. Un procesador de aplicaciones y un procesador de gráficos se pueden acoplar a la memoria interna para proporcionar capacidades de procesamiento y visualización. Un puerto de memoria no volátil también se puede usar para proporcionar opciones de entrada/salida de datos a un usuario. El puerto de memoria no volátil también puede usarse para ampliar las capacidades de memoria del dispositivo móvil. La memoria no volátil puede incluir una unidad de estado sólido (SSD por sus siglas en inglés), una memoria de acceso aleatorio flash (RAM por sus siglas en inglés), y así sucesivamente. Un teclado puede integrarse con el dispositivo móvil o conectarse de forma inalámbrica con el dispositivo móvil para proporcionar una entrada de usuario adicional. También se puede proporcionar un teclado virtual mediante la pantalla táctil.

Debe entenderse que muchas de las unidades funcionales descritas en esta memoria descriptiva se han etiquetado como módulos a fin de enfatizar más particularmente la independencia de su implementación. Por ejemplo, un módulo puede implementarse como un circuito de hardware que comprende circuitos de VLSI personalizados o matrices de compuertas, semiconductores comerciales tales como chips lógicos, transistores u otros componentes discretos. Un módulo puede implementarse en hardware programable tal como las matrices de puertas programables por campo, lógica de matriz programable, dispositivos lógicos programables o similares.

Los módulos también pueden implementarse en software para su ejecución por diversos tipos de procesadores. Un módulo identificado de código ejecutable puede, por ejemplo, comprender uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones para ordenador que pueden, por ejemplo, organizarse como un objeto, procedimiento o función. Sin embargo, los ejecutables de un módulo identificado no necesitan estar físicamente ubicados juntos, sino que pueden comprender instrucciones dispares almacenadas en diferentes ubicaciones que, cuando se unen lógicamente entre sí, comprenden el módulo y consiguen el propósito establecido para el módulo.

De hecho, un módulo de código ejecutable puede ser una única instrucción, o muchas instrucciones, e incluso se puede distribuir en diversos segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y en diversos dispositivos de memoria. De manera similar, los datos operativos pueden identificarse e ilustrarse en la presente memoria dentro de módulos, y pueden materializarse de cualquier forma adecuada y organizarse dentro de cualquier tipo adecuado de estructura de datos. Los datos operativos pueden recopilarse como un solo conjunto de datos, o pueden distribuirse en diferentes ubicaciones, incluso en diferentes dispositivos de almacenamiento, y pueden existir, al menos parcialmente, meramente como señales electrónicas en un sistema o red. Los módulos pueden ser pasivos o activos, incluidos los agentes operativos que ejecutan las funciones deseadas.

Varias técnicas, o ciertos aspectos o partes de las mismas, pueden tomar la forma de código de programa (es decir, instrucciones) materializadas en medios tangibles, como disquetes, CD-ROM, discos duros, unidades de estado sólido (SSD por sus siglas en inglés), memoria flash RAM, o cualquier otro medio de almacenamiento legible por máquina en el que, cuando el código de programa se carga y ejecuta por una máquina, tal como un ordenador, la máquina se convierte en un aparato que practica las diversas técnicas. En el caso de que la ejecución de código de programa en ordenadores programables, el dispositivo informático puede incluir un procesador, un medio de almacenamiento (que incluye elementos de memoria y/o almacenamiento volátiles y no volátiles), al menos un dispositivo de entrada y al menos un dispositivo de salida. Uno o más programas que pueden implementar/utilizar las diversas técnicas descritas en la presente memoria pueden usar una interfaz de programación de aplicaciones (API por sus siglas en inglés), controles reutilizables y similares. Dichos programas pueden ser implementados en un lenguaje de programación de procedimientos de alto nivel u orientado a objetos que se comunica con un sistema informático. Sin embargo, los programas se pueden implementar en el lenguaje ensamblador o máquina, si se desea. En cualquier caso, el lenguaje puede ser un lenguaje compilado o interpretado, y combinado con implementaciones de hardware.

Las referencias en esta memoria descriptiva a "un ejemplo" significa que una función, estructura o característica particular descrita en relación con el ejemplo se incluye en, al menos, un ejemplo de la presente invención. Así, cuando aparecen frases como "en un ejemplo" en diversos lugares de esta memoria descriptiva, no se refieren todas necesariamente al mismo ejemplo.

Como se emplea en esta memoria, una pluralidad de puntos, elementos estructurales, elementos de composición y/o materiales se pueden presentar en una lista común por conveniencia. Sin embargo, estas listas deben interpretarse como si cada componente de la lista se identifica individualmente como un componente separado y único. Por lo tanto, ningún componente individual de dicha lista debe interpretarse como un equivalente de facto de ningún otro componente en función de su presentación en un grupo común sin indicaciones contrarias. Además, se pueden hacer referencia a diversos ejemplos de la presente invención en la presente memoria junto con alternativas para los diversos componentes de la misma. Se entiende que dichos ejemplos, ejemplos y alternativas no deben interpretarse como equivalentes *de facto* entre sí, sino que se deben considerar como representaciones separadas y autónomas de la presente invención.

- 5 Por otro lado, las funciones, estructuras o características particulares descritas pueden combinarse de cualquier manera adecuada en uno o más ejemplos. En la siguiente descripción, se proporcionan numerosos detalles concretos, tales como ejemplos de materiales, elementos de fijación, tamaños, longitudes, anchuras, formas, etc., que proporcionan una comprensión completa de los ejemplos de la invención. Un persona experta en la técnica pertinente, sin embargo, reconocerá fácilmente que la invención puede ponerse en práctica sin uno o más de los detalles concretos o con otros procedimientos, componentes, materiales, etc. En otros casos, las estructuras, materiales u funcionamientos bien conocidas no se muestran/describen en detalle para evitar confundir aspectos de la invención.
- 10 Aunque los ejemplos anteriores son ilustrativos de los principios de la presente invención, será evidente para las personas con experiencia ordinaria en la técnica que se pueden hacer muchas modificaciones en la forma, el uso y los detalles de la implementación sin el ejercicio de facultades inventivas, y sin apartarse de los principios/conceptos de la invención. En consecuencia, no se pretende que la invención esté limitada, excepto por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (2300) adaptado para equilibrar la sobrecarga de movilidad y los requisitos de carga en un sistema de comunicación inalámbrico, que se encuentra en, al menos, uno entre un nodo evolucionado B, eNodoB, (2320) y un módulo de operación y mantenimiento, O&M (2330) ubicado dentro de un sistema de paquetes evolucionado, EPC (2340), que comprende:
5 un módulo de selección (2350) configurado para seleccionar, en un conjunto de celdas de transmisión, una entre una configuración de identificador de celda, ID-celda, de alta movilidad y una configuración del ID-celda de alta capacidad de carga;
un módulo de configuración (2360) en comunicación con el módulo de selección (2350), configurado para:
10 configurar el conjunto de celdas de transmisión que funcionan en la configuración del ID-celda de alta movilidad, la configuración del ID-celda de alta movilidad que comprende una red de frecuencia única, SFN, con un ID-celda común que reduce la sobrecarga de movilidad, y
configurar el conjunto de celdas de transmisión que funcionan en la configuración de capacidad de carga alta, la configuración de capacidad de carga alta que tiene múltiples celdas de transmisión con diferentes ID-celdas, para
15 permitir una mayor eficiencia espectral ante un aumento de carga; y
un módulo de formación (2380), configurado para:
recibir al menos una información de carga y al menos una medición de velocidad desde múltiples celdas de transmisión, y
20 compilar el conjunto de celdas de transmisión incluida una celda de transmisión determinada del conjunto de celdas de transmisión en el que la celda de transmisión determinada está adyacente a una celda de transmisión incluida en el conjunto de celdas de transmisión y al menos una información de carga y al menos una medición de velocidad tiene un conjunto correspondiente de valores dentro de un intervalo de valores predefinido para el conjunto de celdas de transmisión.
2. El dispositivo (2300) de la reivindicación 1, que comprende además un módulo de medición de velocidad (2370), en comunicación con el módulo de selección (2350), configurado para:
25 realizar al menos una medición de velocidad de un conjunto de equipos de usuario, UE, dentro de la zona de cobertura seleccionada para el conjunto de celdas de transmisión; y
comunicar la, al menos, una medición de velocidad al módulo de selección (2350).
3. El dispositivo (2300) según la reivindicación 2, en el que el módulo de selección (2350) está configurado adicionalmente para usar al menos una entre, al menos, una medición de velocidad e información de carga para seleccionar, en el conjunto de celdas de transmisión, una entre la configuración del ID-celda de alta movilidad y la configuración del ID-celda de alta capacidad de carga; y en el que el módulo de selección (2350) está configurado para seleccionar, para el conjunto de celdas de transmisión, una entre la configuración del ID-celda de alta movilidad y la configuración del ID-celda de alta capacidad de carga basada en un valor combinado relativo a un umbral de
30 configuración en el que:
el valor combinado incluye valores de velocidad ponderados y valores de carga ponderados;
los valores de velocidad ponderados más altos empujan el valor combinado hacia valores relativos al umbral de configuración indicativos de la configuración del ID-celda de alta movilidad; y
los valores de carga ponderados más altos empujan el valor combinado hacia valores relativos al umbral de
40 configuración indicativos de la configuración del ID-celda de capacidad de carga alta.
4. El dispositivo (2300) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que:
una zona de cobertura seleccionada para el conjunto de celdas de transmisión abarca una longitud de una vía pública designada para al menos uno entre tráfico de vehículos y tráfico ferroviario; o
el módulo de selección (2350) está configurado además para usar al menos una entre información de hora del día, información de día de la semana, información de vacaciones y/o información de eventos a la hora de seleccionar una entre la configuración del ID-celda de alta movilidad y la configuración del ID-celda de alta capacidad de carga.
5. El dispositivo (2300) según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un módulo de medición (2390) configurado para:

- enviar un conjunto de señales de referencia-información de estado de canal, CSI-RS, del ID-celda aún por configurar a una pluralidad de equipos de usuario, UE, dentro de una zona de cobertura seleccionada del conjunto de celdas de transmisión; y
- 5 recibir un conjunto de mediciones desde la pluralidad de UE basadas en el conjunto de CSI-RS, el conjunto de mediciones que se usará para ayudar en el traspaso de la pluralidad de UE en el que el módulo de selección (2350) cambia una selección desde una configuración del ID-celda de alta movilidad a una configuración del ID-celda de alta capacidad de carga.
- 10 6. Un programa informático que comprende un medio de código de programa informático adaptado para realizar, cuando se ejecuta en un ordenador, un procedimiento que forma una red de frecuencia única, SFN, con un identificador de celda común, ID-celda, que comprende:
- adquirir (2210), en uno entre un nodo evolucionado B, eNodeB y un módulo de operación y mantenimiento, O&M, dentro de un sistema de paquetes evolucionado, EPC, la información de carga de un conjunto de celdas de transmisión dentro de una zona de cobertura seleccionada;
- 15 seleccionar (2220) un conjunto reducido de celdas de transmisión en una red de acceso por radio, RAN, operativa para proporcionar cobertura a la zona de cobertura seleccionada en base a la información de carga;
- reconfigurar (2230) el conjunto reducido de celdas de transmisión de la RAN en una SFN con el ID-celda común para ampliar una zona de cobertura del conjunto reducido de celdas de transmisión y cubrir la zona de cobertura seleccionada con menos celdas de transmisión; y
- 20 compilar primero el conjunto de celdas de transmisión incluyendo las celdas de transmisión adyacentes con una carga de tráfico ligera del conjunto de celdas de transmisión; en el que la información de carga se adquiere a partir de, al menos, uno entre una carga de capa de red de transporte S1 y al menos un mensaje de la potencia de transmisión en banda estrecha relativa, RNTP, el mensaje RNTP comunicado mediante una conexión X2 entre las celdas de transmisión.
7. El programa informático de la reivindicación 6, el procedimiento que además comprende:
- 25 enviar una señal de referencia-información de estado de canal, CSI-RS, de un ID-celda común aún por configurar a una pluralidad de equipos de usuario, UE, dentro de la zona de cobertura seleccionada;
- recibir un conjunto de mediciones de la pluralidad de UE basadas en la CSI-RS; y
- 30 utilizar el conjunto de mediciones para seleccionar el conjunto reducido de celdas de transmisión y determinar que el conjunto reducido de celdas de transmisión mantendrá la cobertura en la zona de cobertura seleccionada después de configurarse con el ID-celda común.
8. El programa informático según una de las reivindicaciones 6 a 7 que comprende además el ajuste de la inclinación de la antena para optimizar la cobertura en una situación de cobertura resultante que surge después de reconfigurar el conjunto restante de celdas de transmisión en la SFN con el ID-celda común.
9. El programa informático según una de las reivindicaciones 6 a 8 que comprende además:
- 35 determinar, en base a la información de carga, que al menos una celda de transmisión adicional mejoraría el tratamiento de un aumento de la carga de tráfico dentro de la zona de cobertura seleccionada aumentando la eficiencia espectral frente a un aumento de la carga de tráfico;
- reconfigurar una o más celdas de transmisión adicionales con, al menos, un ID-celda nuevo;
- realizar una reasignación de, al menos, un UE a la, al menos, una celda de transmisión adicional.
- 40 10. Un nodo evolucionado B, eNodeB, que comprende el dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

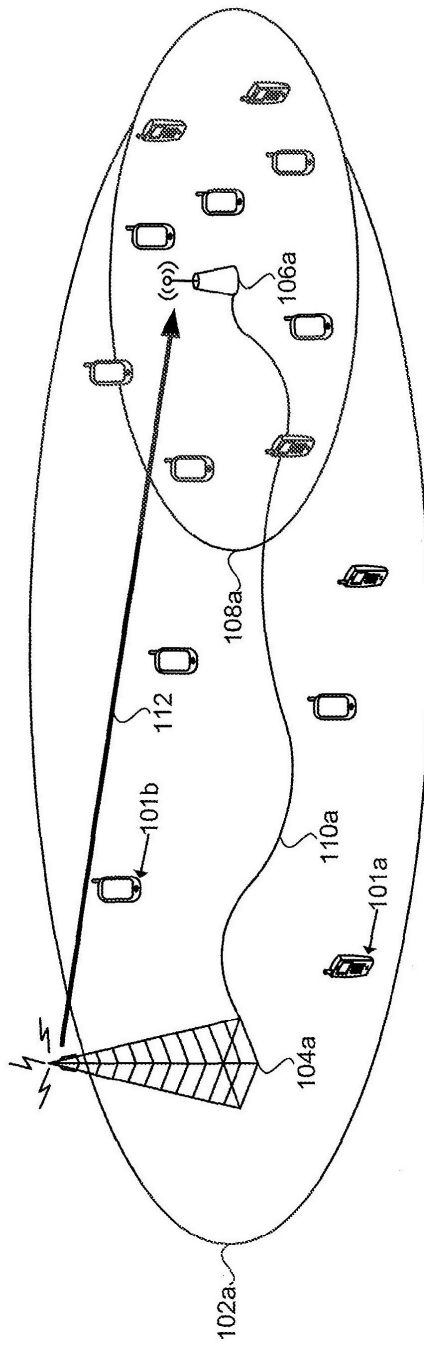


FIG. 1A (Técnica anterior)

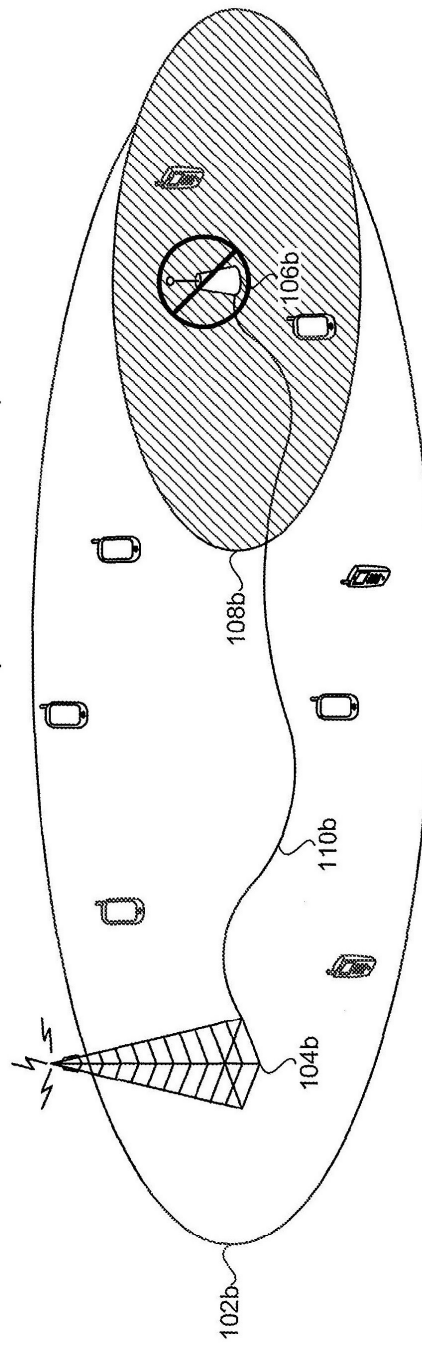


FIG. 1B (Técnica anterior)

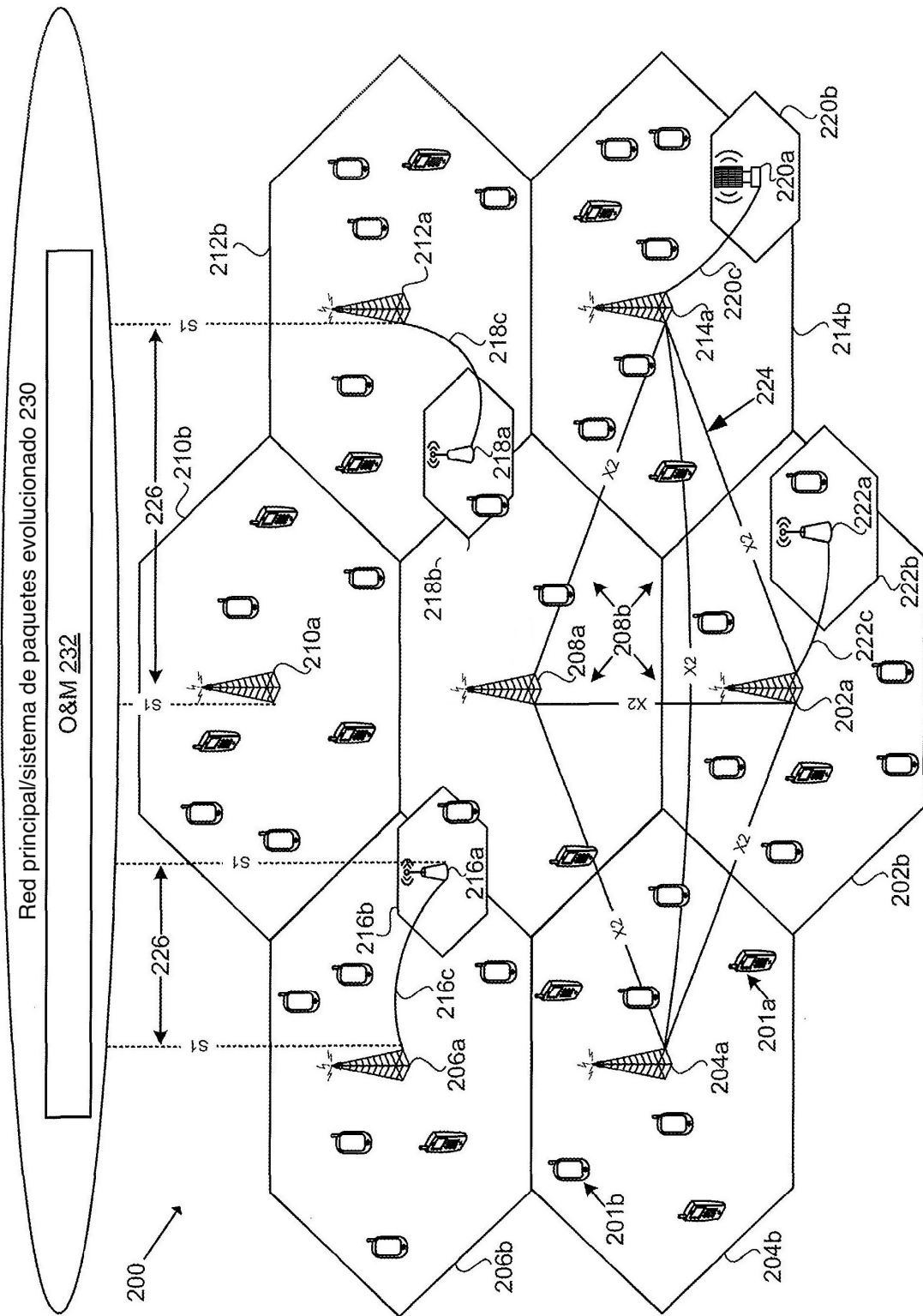


FIG. 2

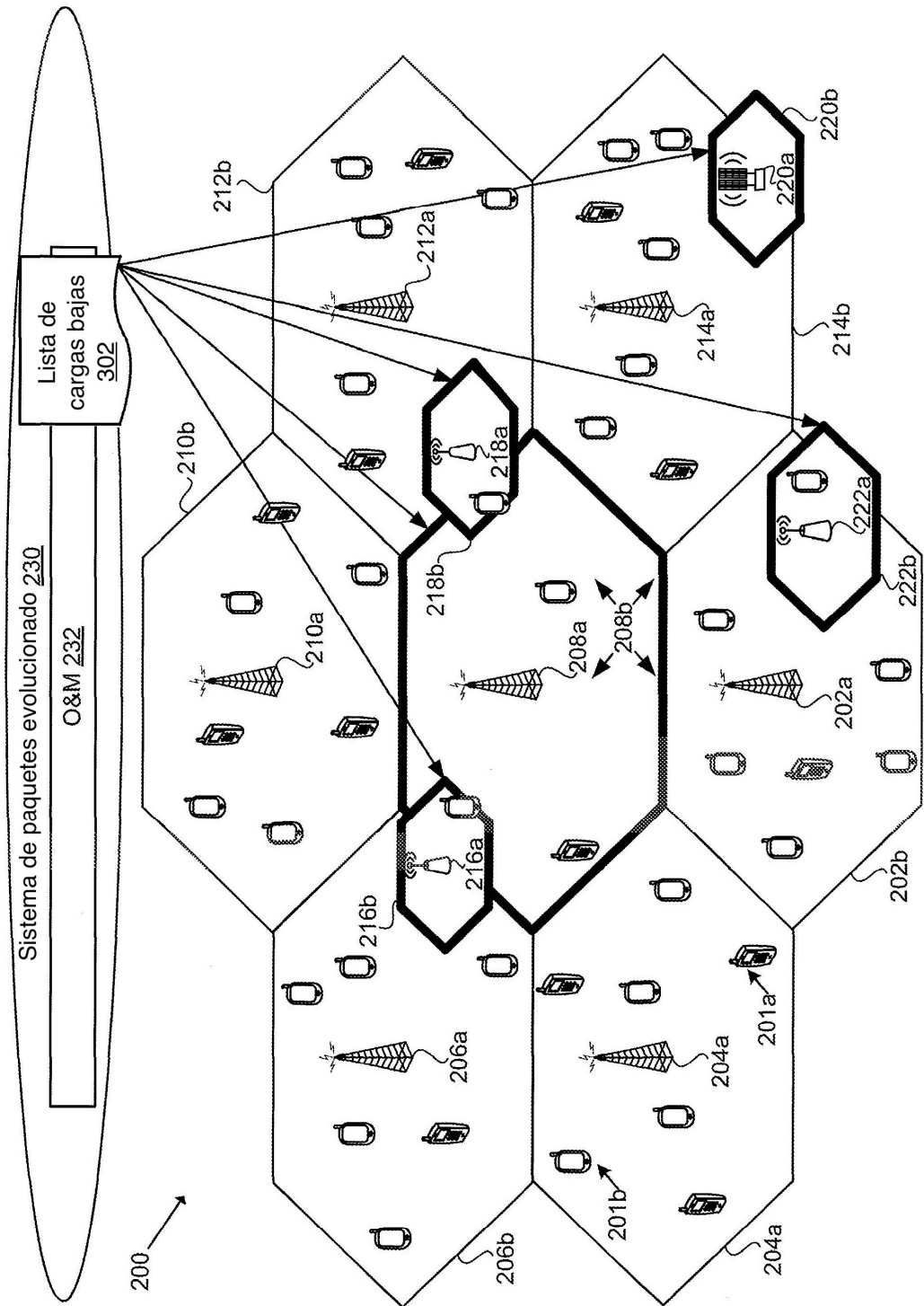


FIG. 3

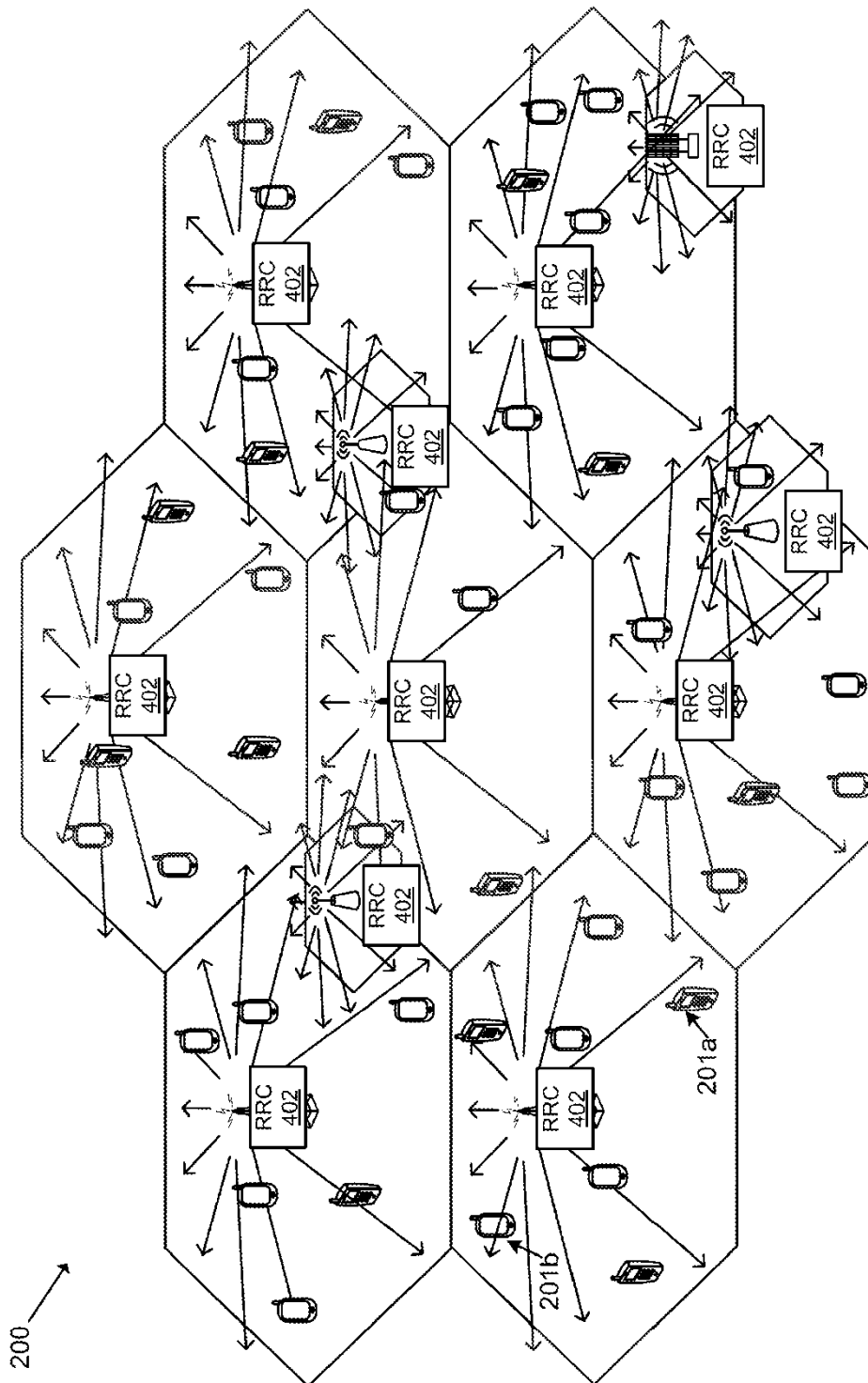
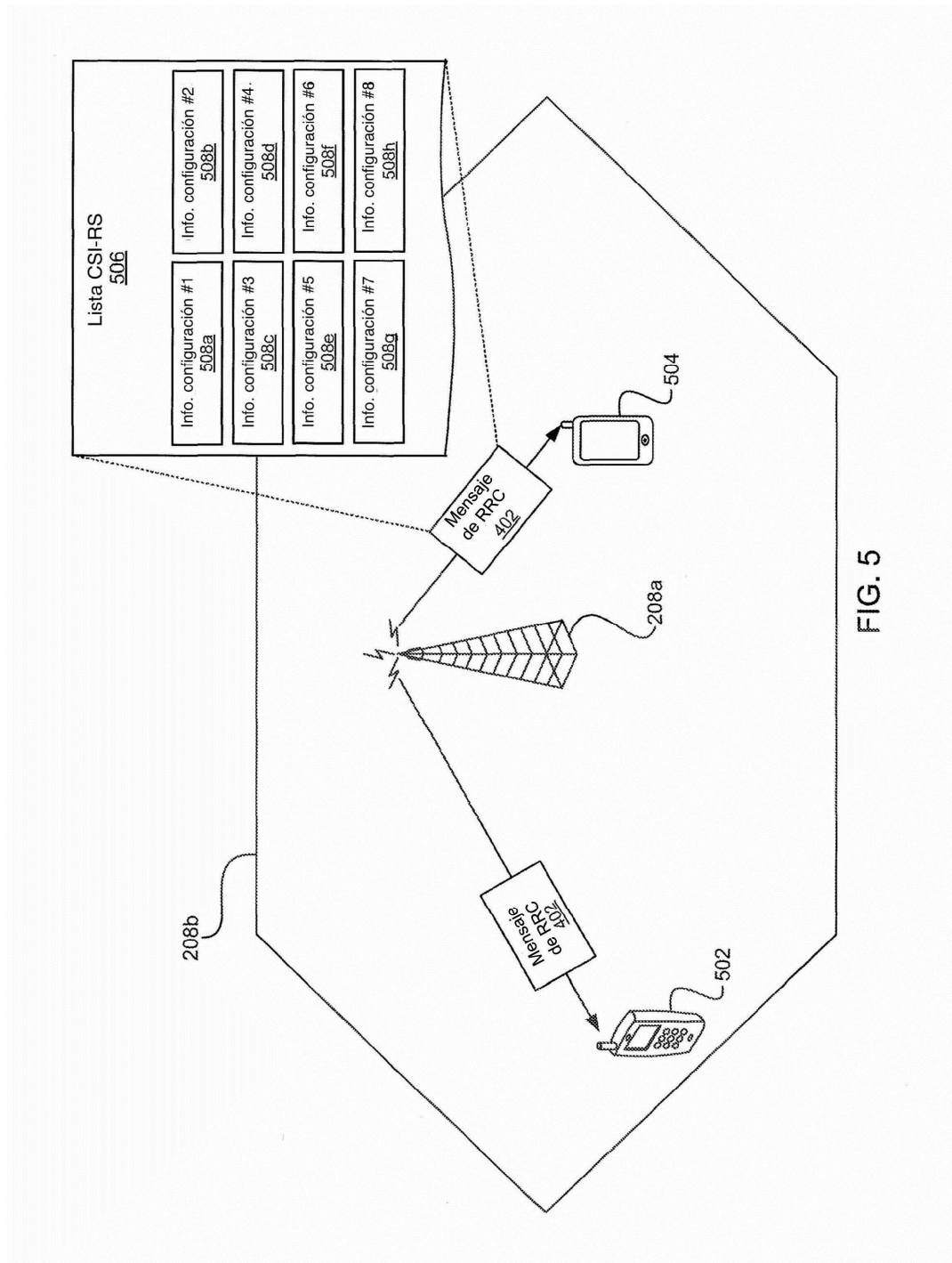


FIG. 4



```

-- ASN1START

CSI-RS-EnergyEff-Config-r12 ::=
  CSI-RS-EnergyEff-r12
  release
  setup-1
    antennaPortsCount-r12
    resourceConfig-r12
    subframeConfig-r12
    cinitConfig-r12
  }
  setup-2
    antennaPortsCount-r12
    resourceConfig-r12
    subframeConfig-r12
    cinitConfig-r12
  }
  ...
  setup-N
    antennaPortsCount-r12
    resourceConfig-r12
    subframeConfig-r12
    cinitConfig-r12
  }

-- Need ON
OPTIONAL,
)
zeroTxPowerCSI-RS-r12 CHOICE {
  release NULL,
  setup-1 SEQUENCE {
    zeroTxPowerResourceConfigList-r12 BIT STRING (SIZE (16)),
    zeroTxPowerSubframeConfig-r12 INTEGER (0..154)
  }
  setup-2 SEQUENCE {
    zeroTxPowerResourceConfigList-r12 BIT STRING (SIZE (16)),
    zeroTxPowerSubframeConfig-r12 INTEGER (0..154)
  }
  ...
  setup-N SEQUENCE {
    zeroTxPowerResourceConfigList-r12 BIT STRING (SIZE (16)),
    zeroTxPowerSubframeConfig-r12 INTEGER (0..154)
  }
}

-- ASN1STOP

```

FIG. 6

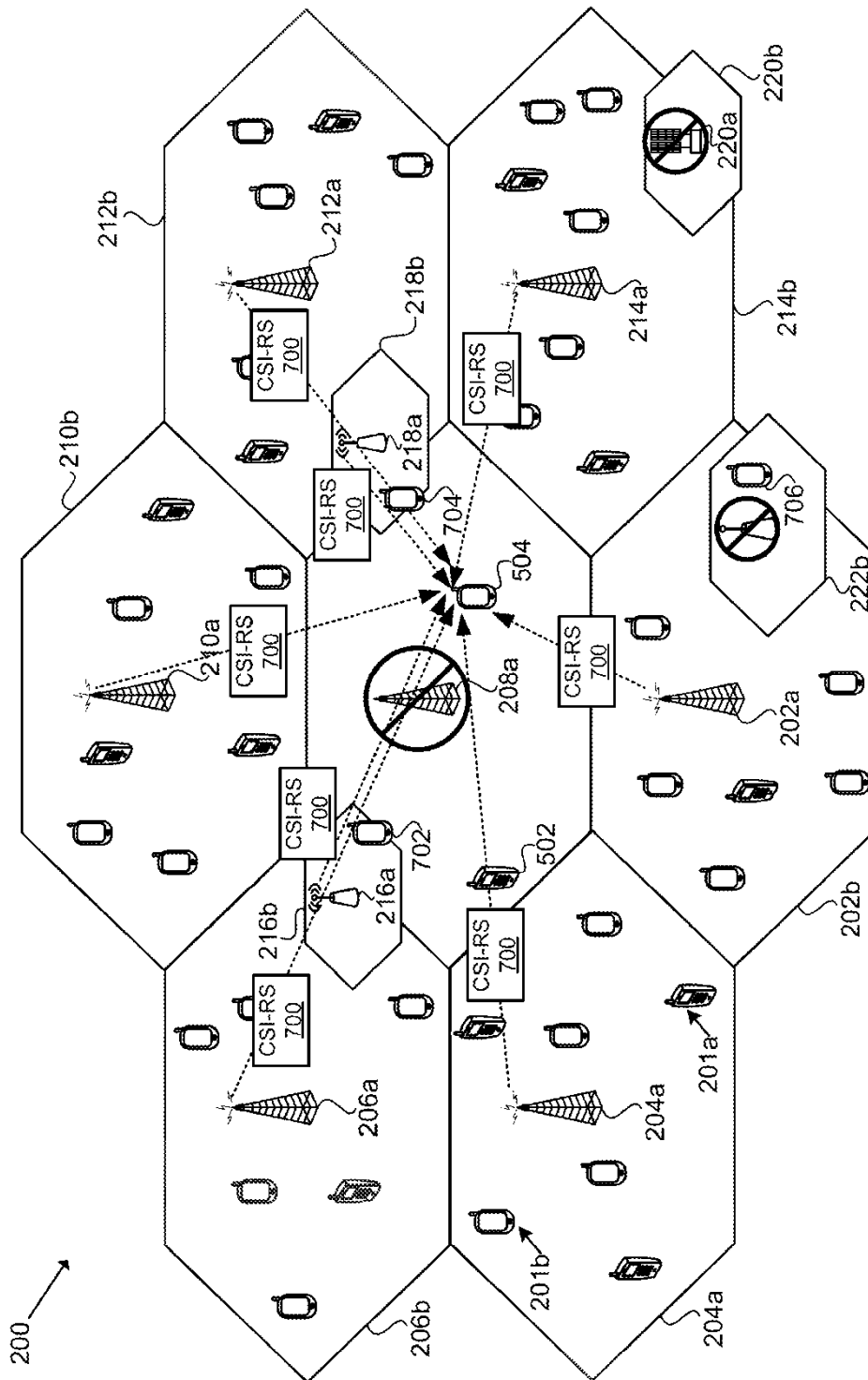


FIG. 7

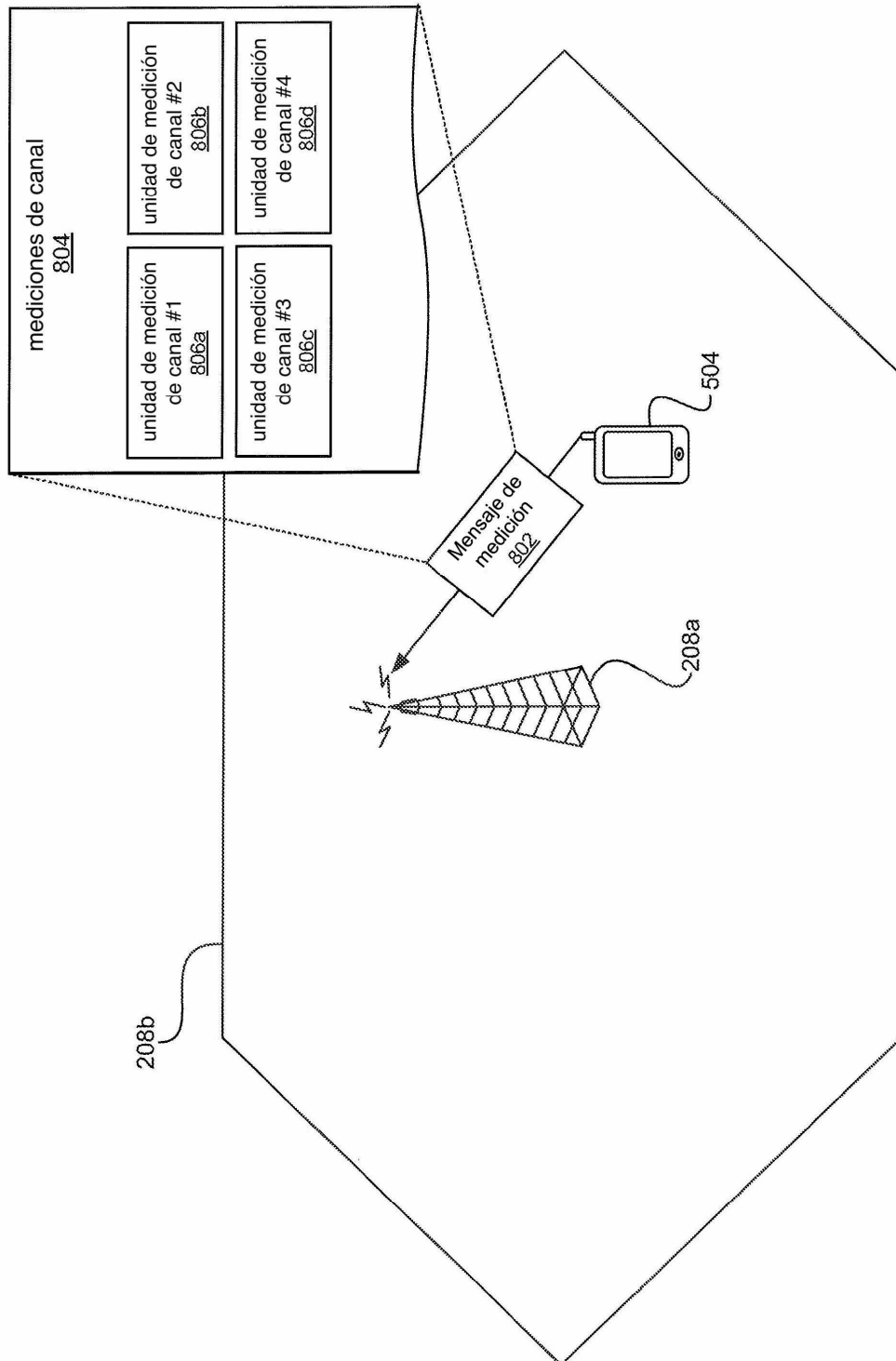


FIG. 8

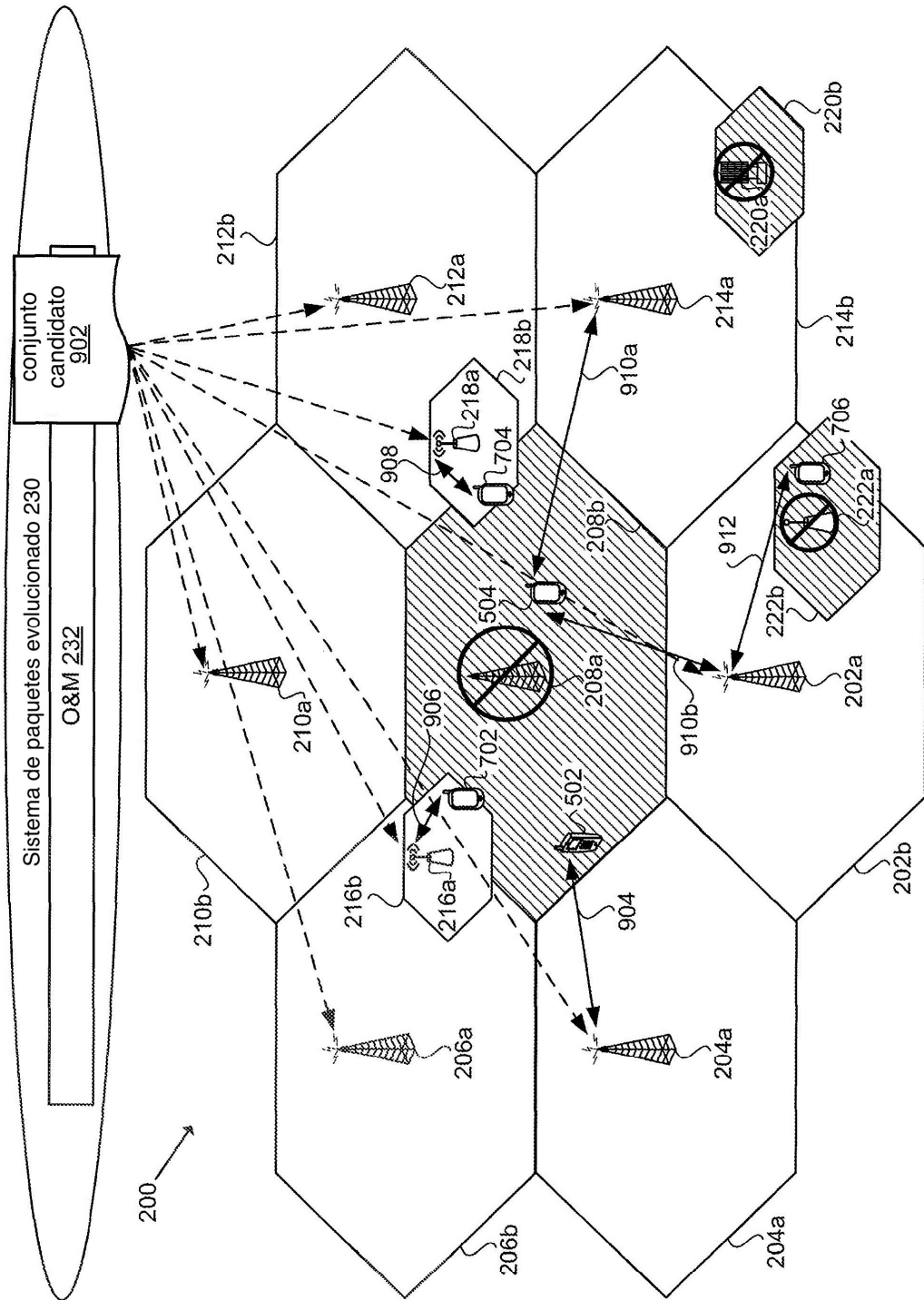


FIG. 9

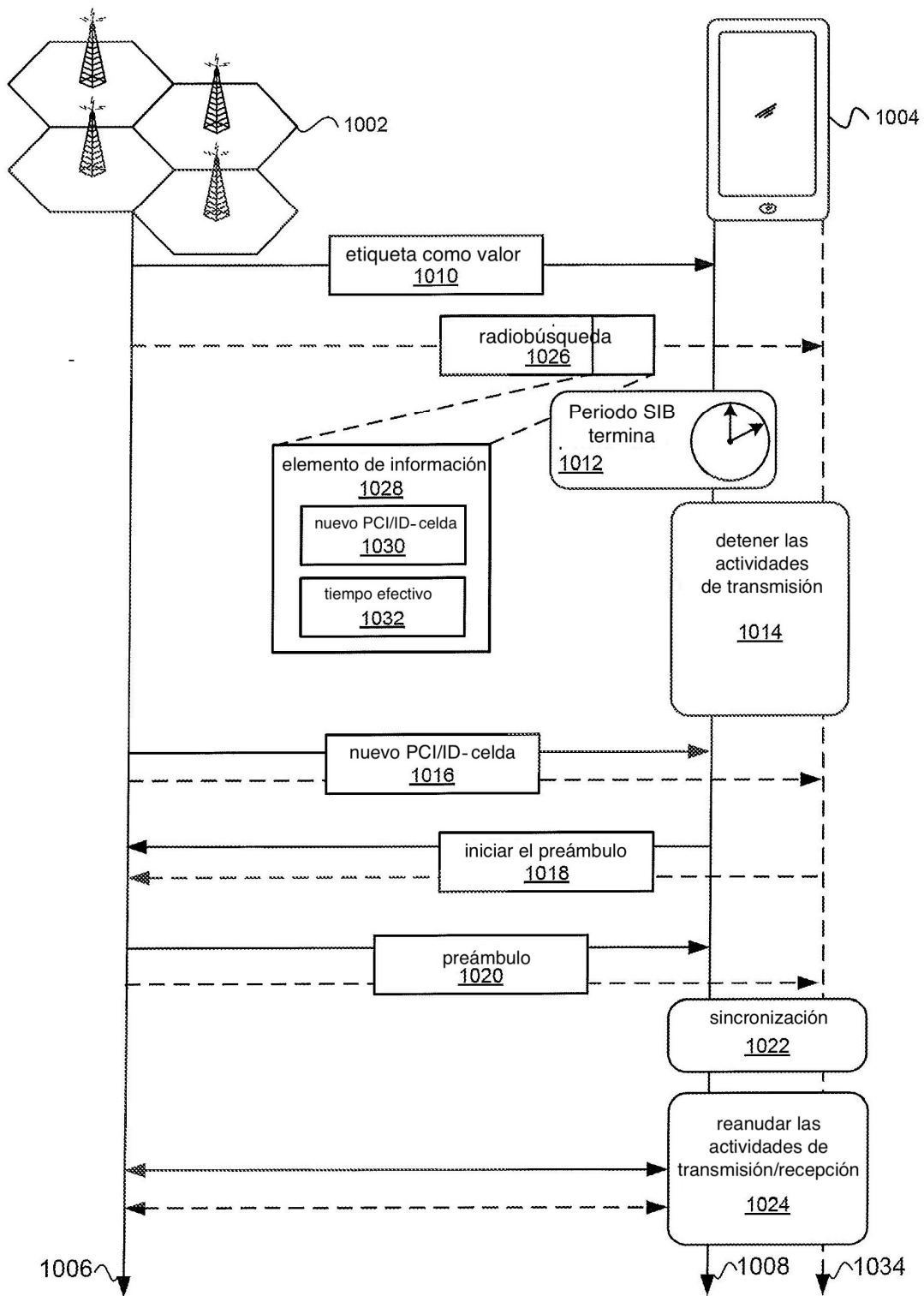


FIG. 10

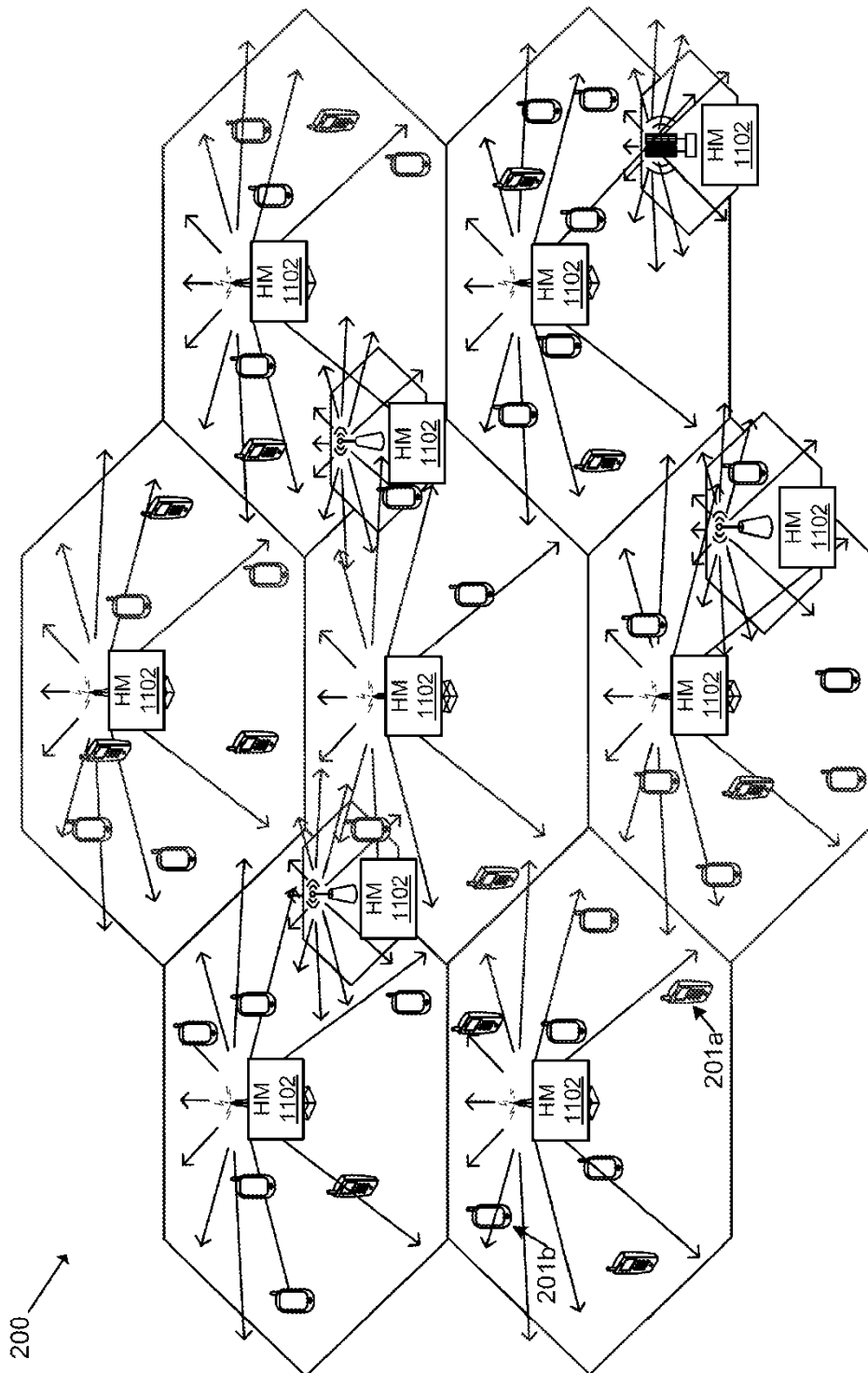


FIG. 11

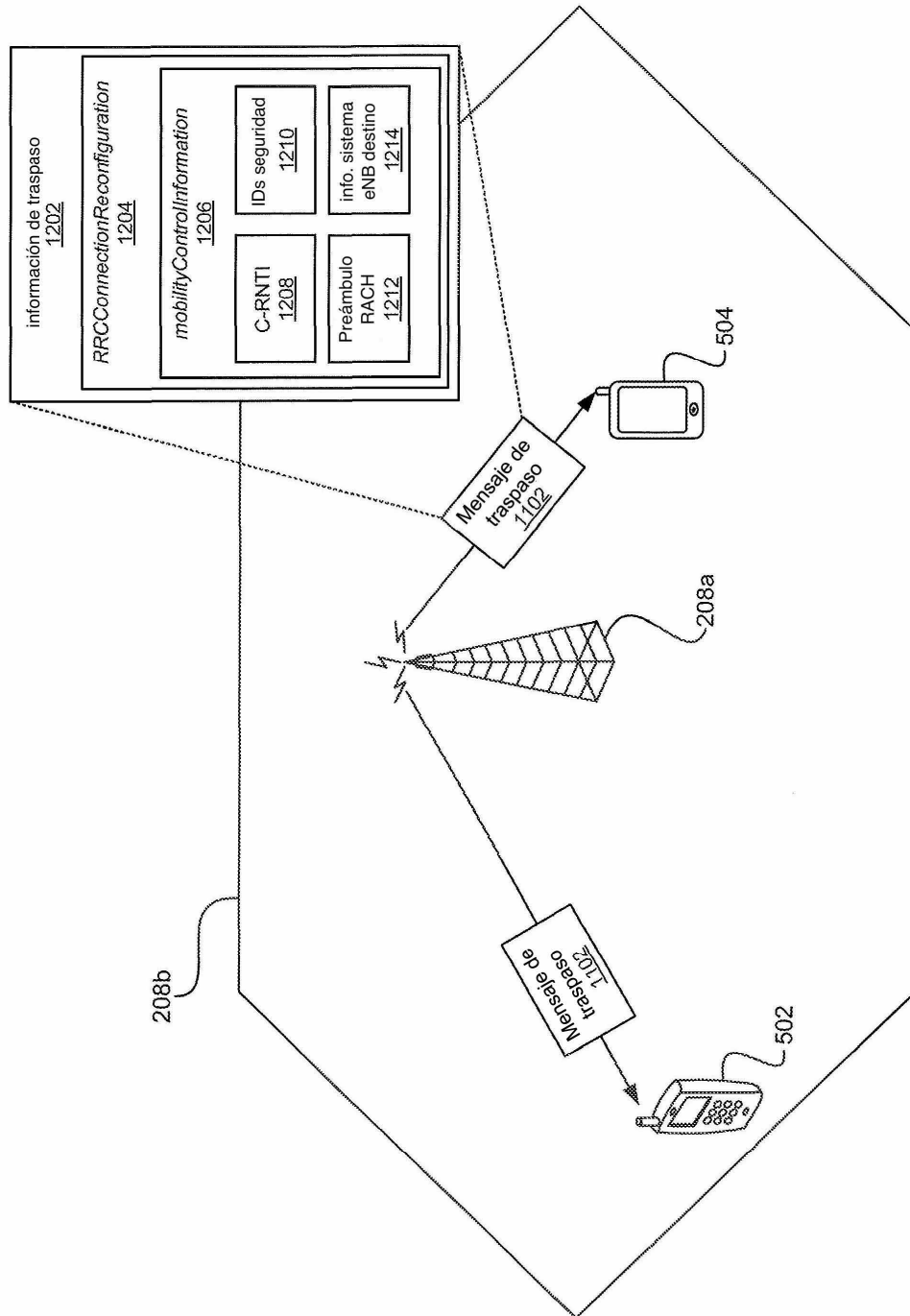


FIG. 12

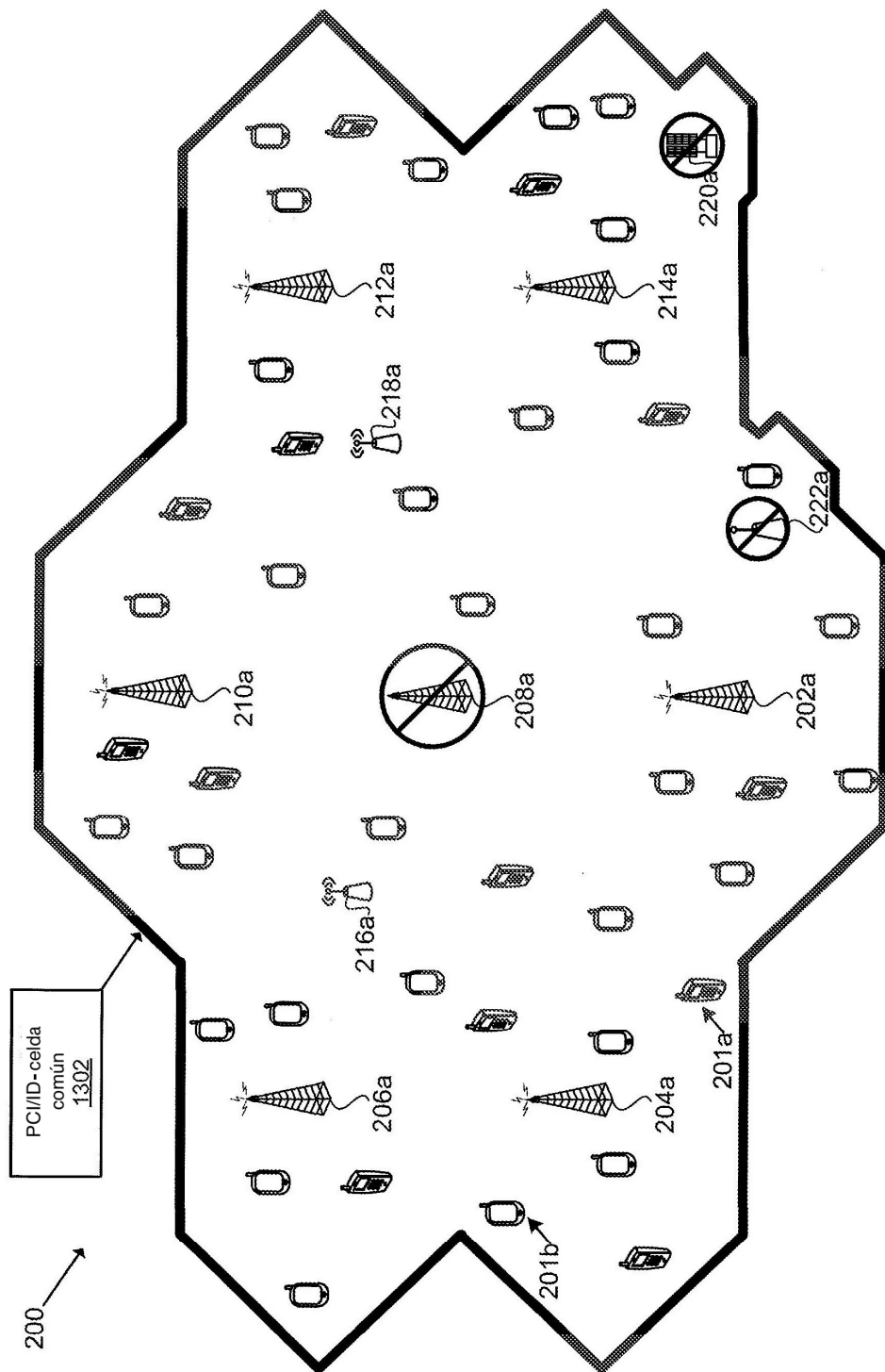


FIG. 13

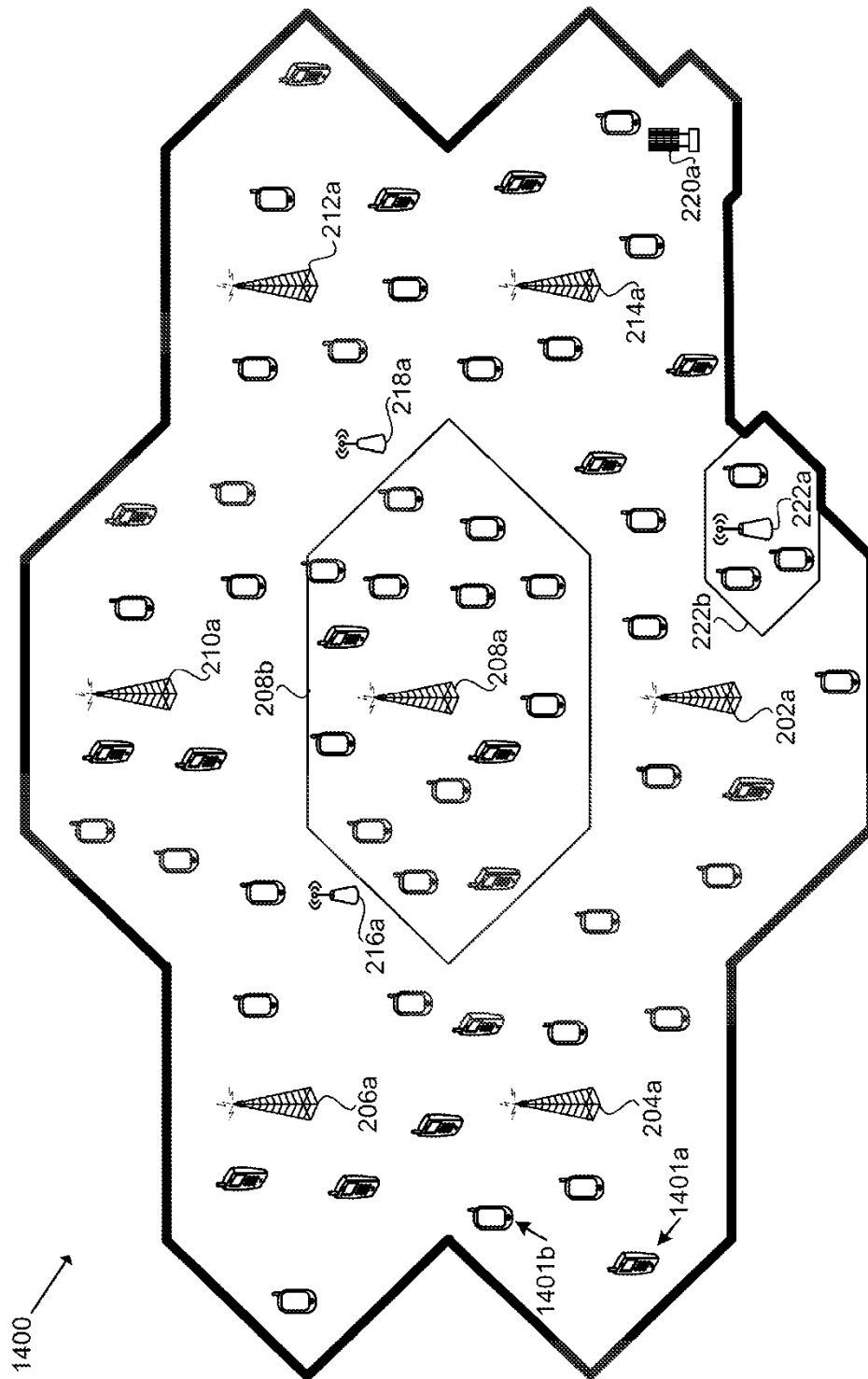


FIG. 14

```

-- ASN1START
CSI-RS-MobMgmt-Config-r12 ::=
  cel-RS-MobMgmt-r12
  release
  setup-cell11
    antennaPortsCount-r12
    resourceConfig-r12
    subframeConfig-r12
    p-C-r12
  }
  setup-cell12
    antennaPortsCount-r12
    resourceConfig-r12
    subframeConfig-r12
    p-C-r12
  }
  ...
  setup-cellN
    antennaPortsCount-r12
    resourceConfig-r12
    subframeConfig-r12
    p-C-r12
  }
}
zerotxPowerCSI-RS-r12 CHOICE {
  release
  setup-cell11
    zerotxPowerResourceConfigList-r12 BIT STRING (SIZE (16)),
    zerotxPowerSubframeConfig-r12 INTEGER (0..154)
  }
  setup-cell12
    zerotxPowerResourceConfigList-r12 BIT STRING (SIZE (16)),
    zerotxPowerSubframeConfig-r12 INTEGER (0..154)
  }
  ...
  setup-cellN
    zerotxPowerResourceConfigList-r12 BIT STRING (SIZE (16)),
    zerotxPowerSubframeConfig-r12 INTEGER (0..154)
  }
}
-- ASN1STOP

```

```

-- Need ON
OPTIONAL,
-- Need ON
OPTIONAL

```

FIG. 15

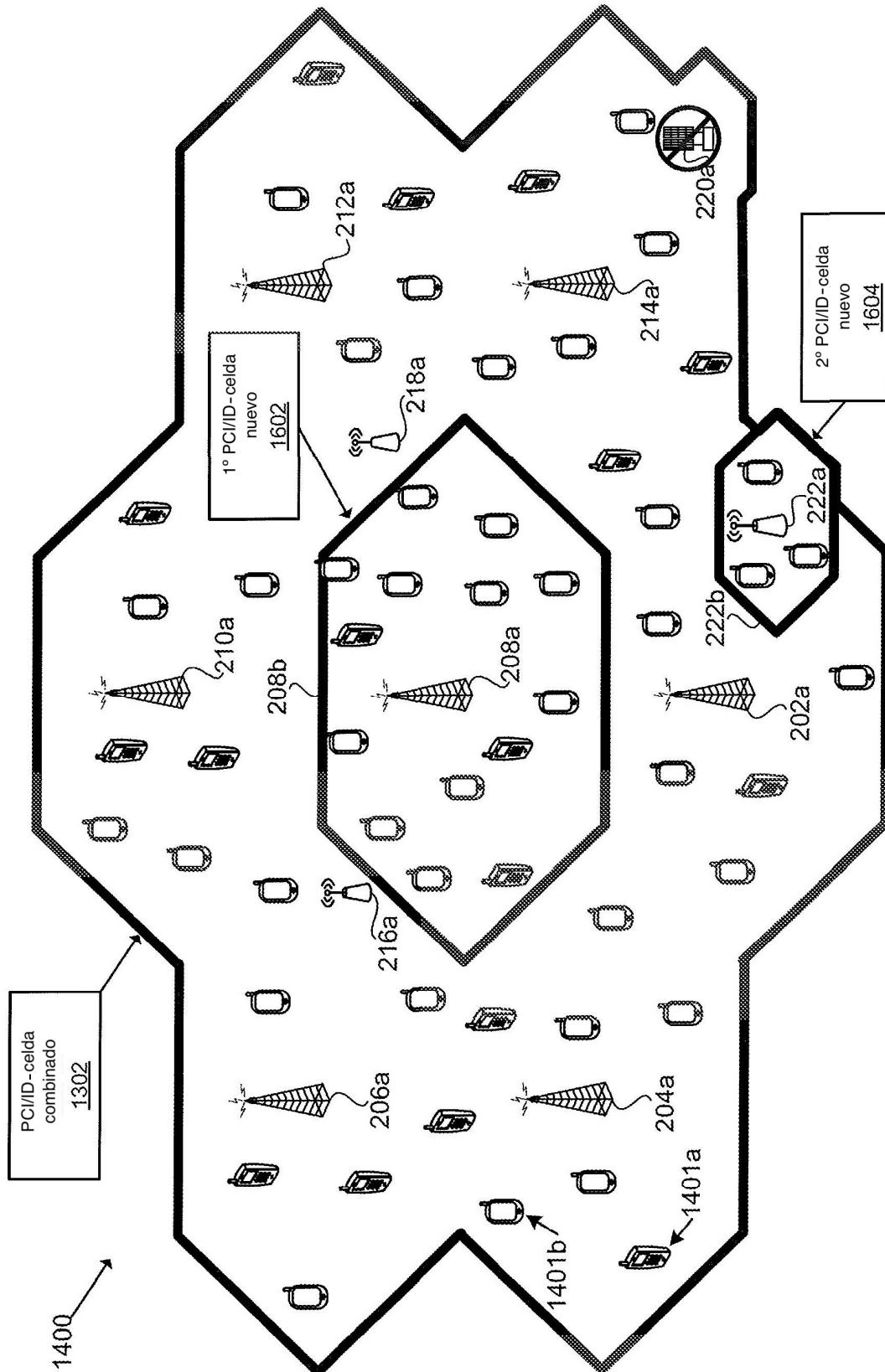


FIG. 16

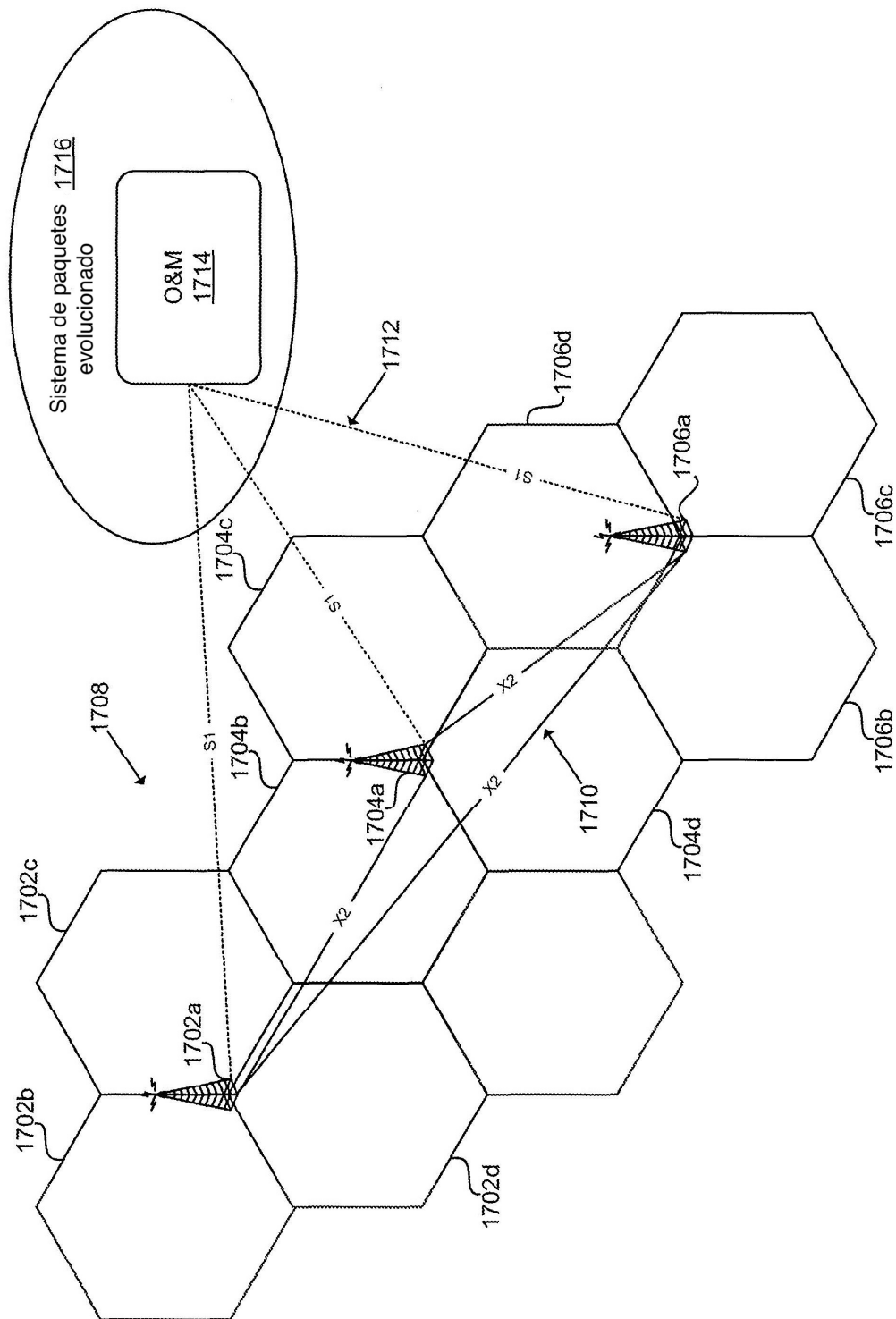


FIG. 17

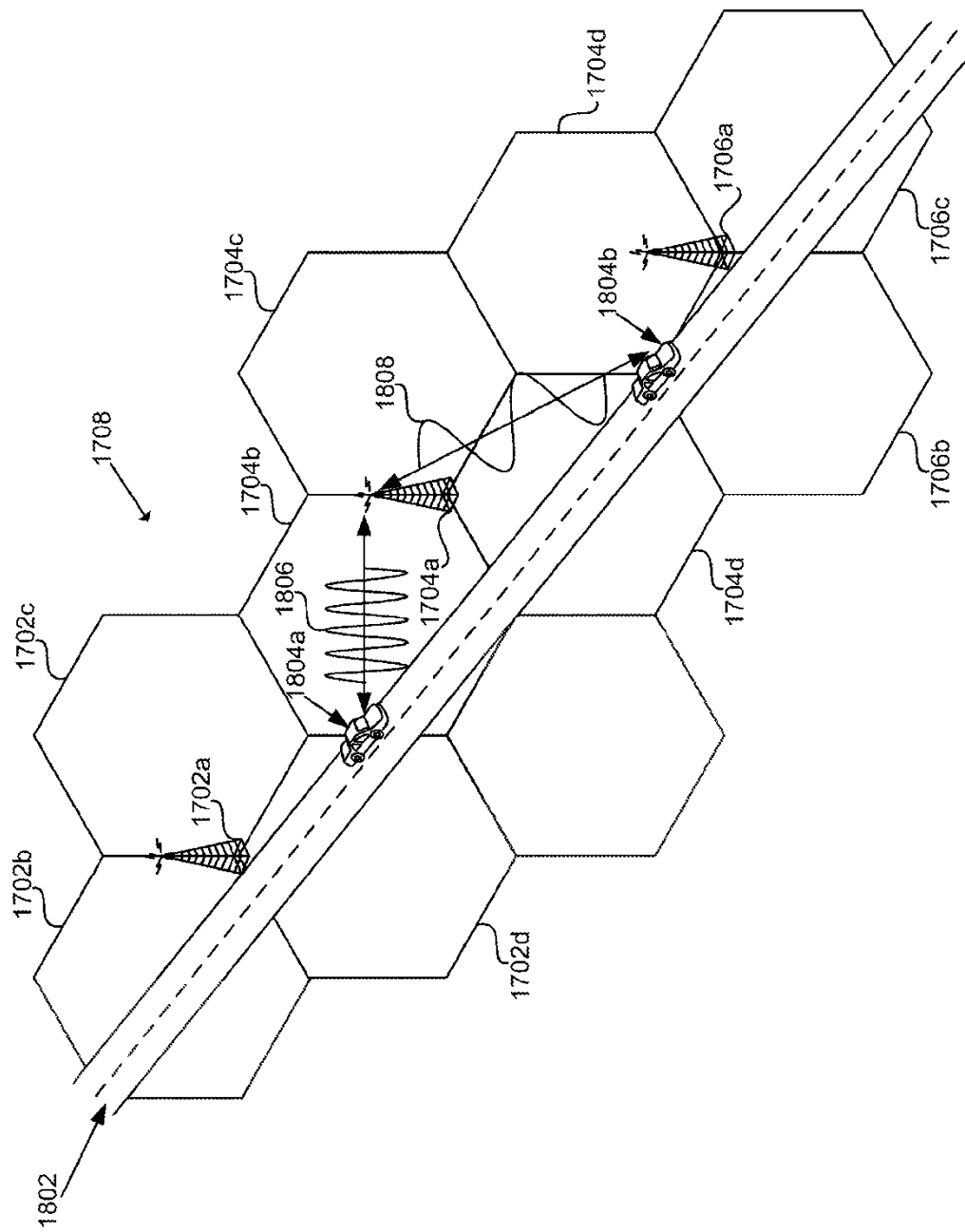


FIG. 18

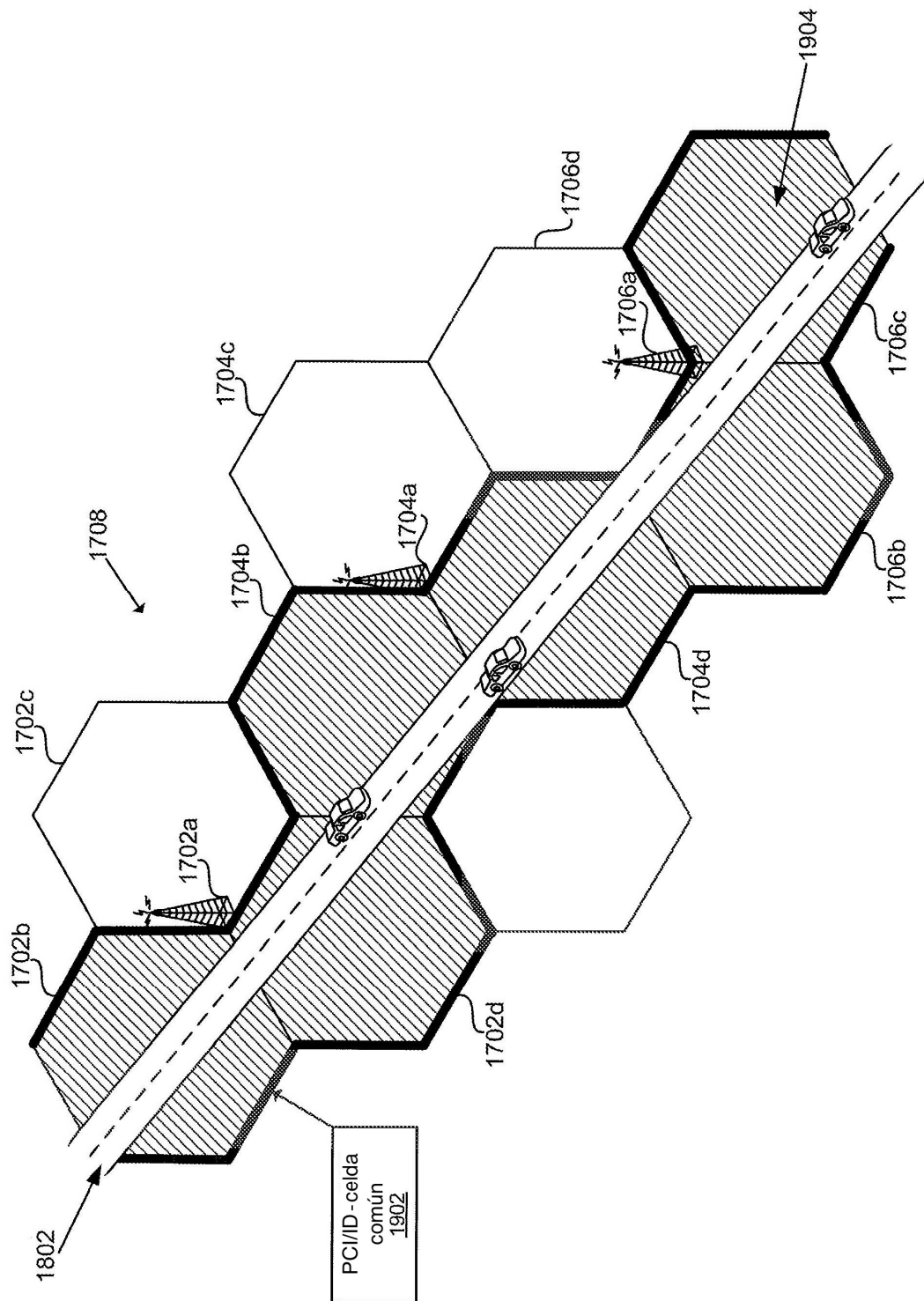


FIG. 19

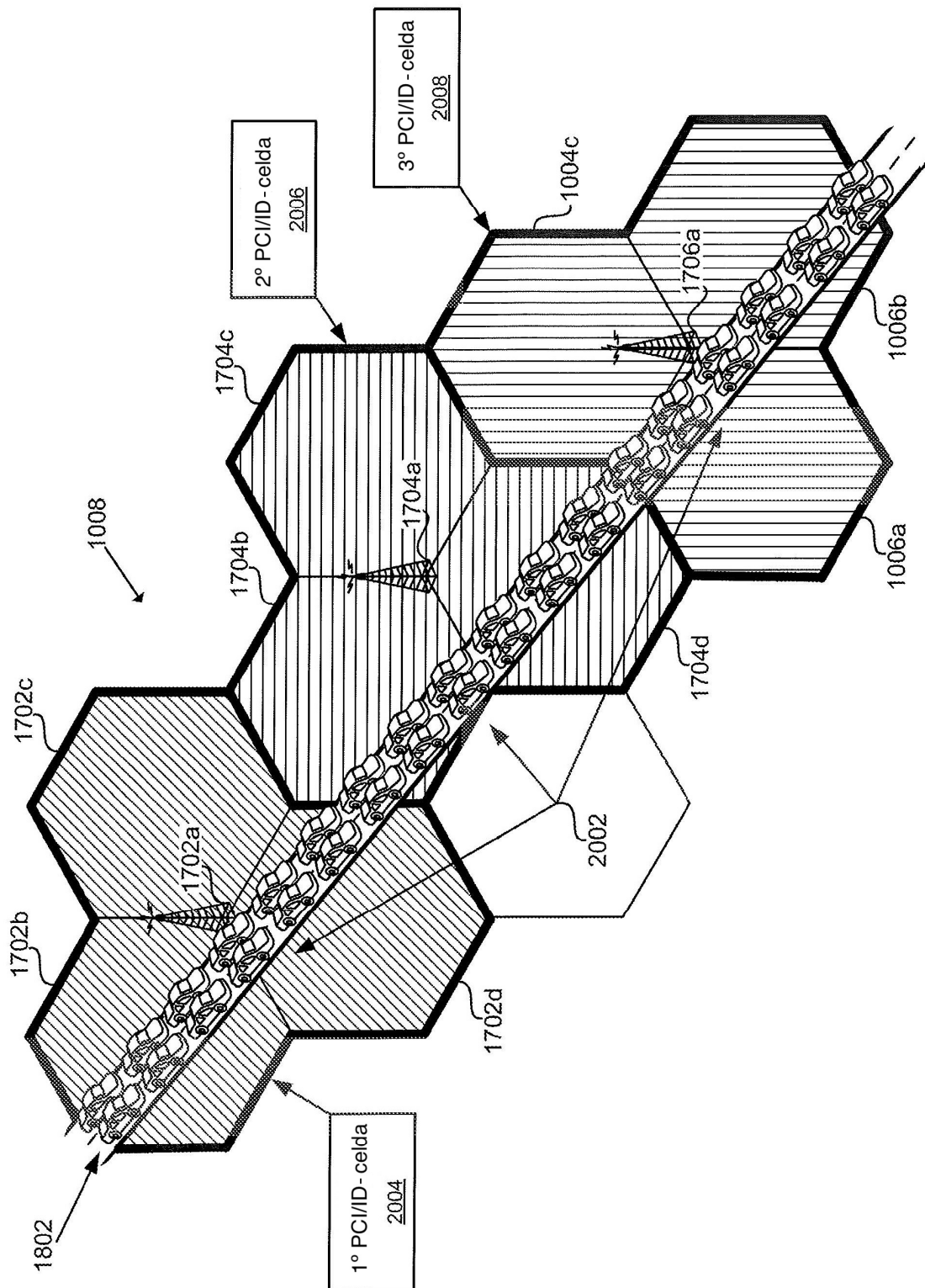


FIG. 20

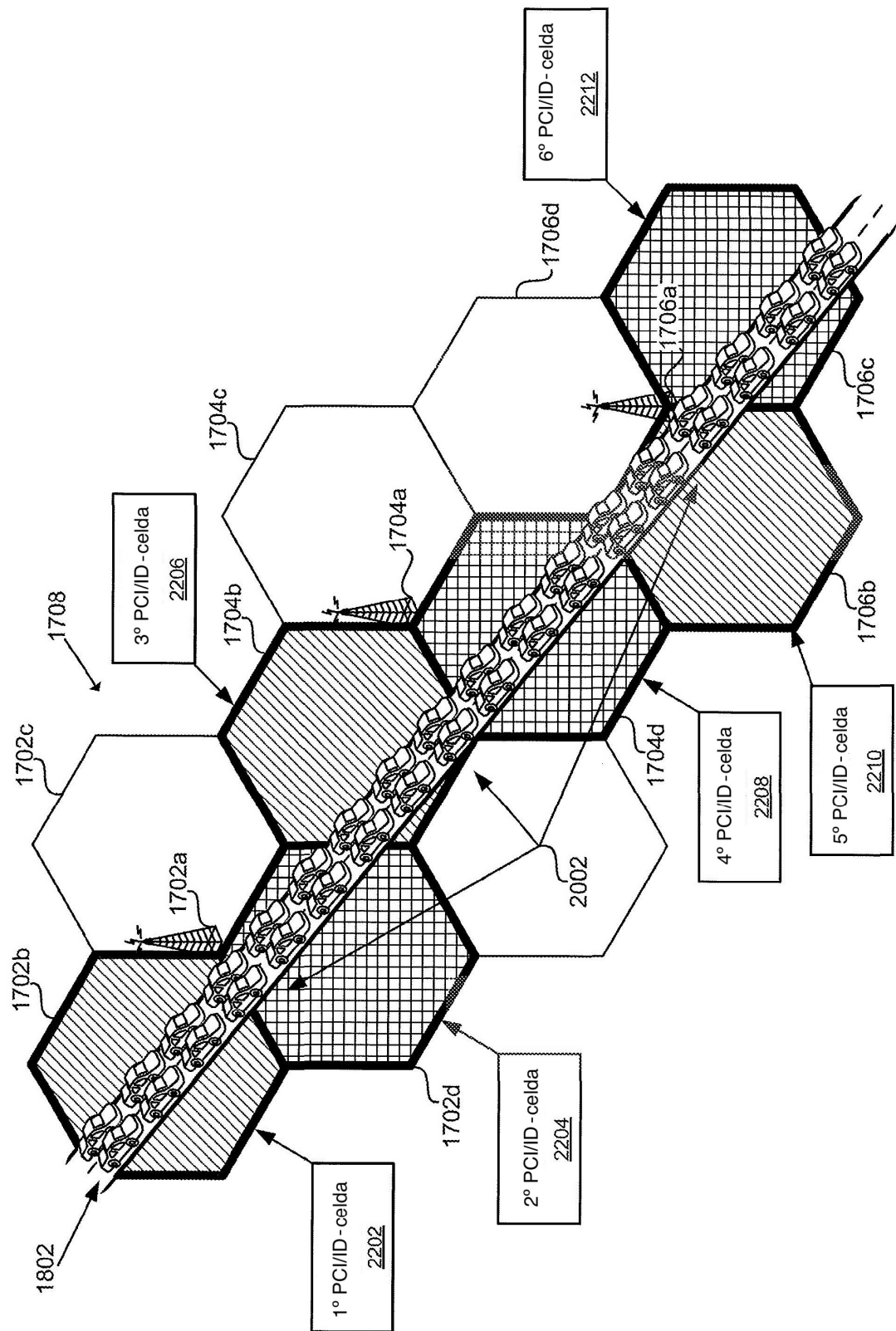


FIG. 21

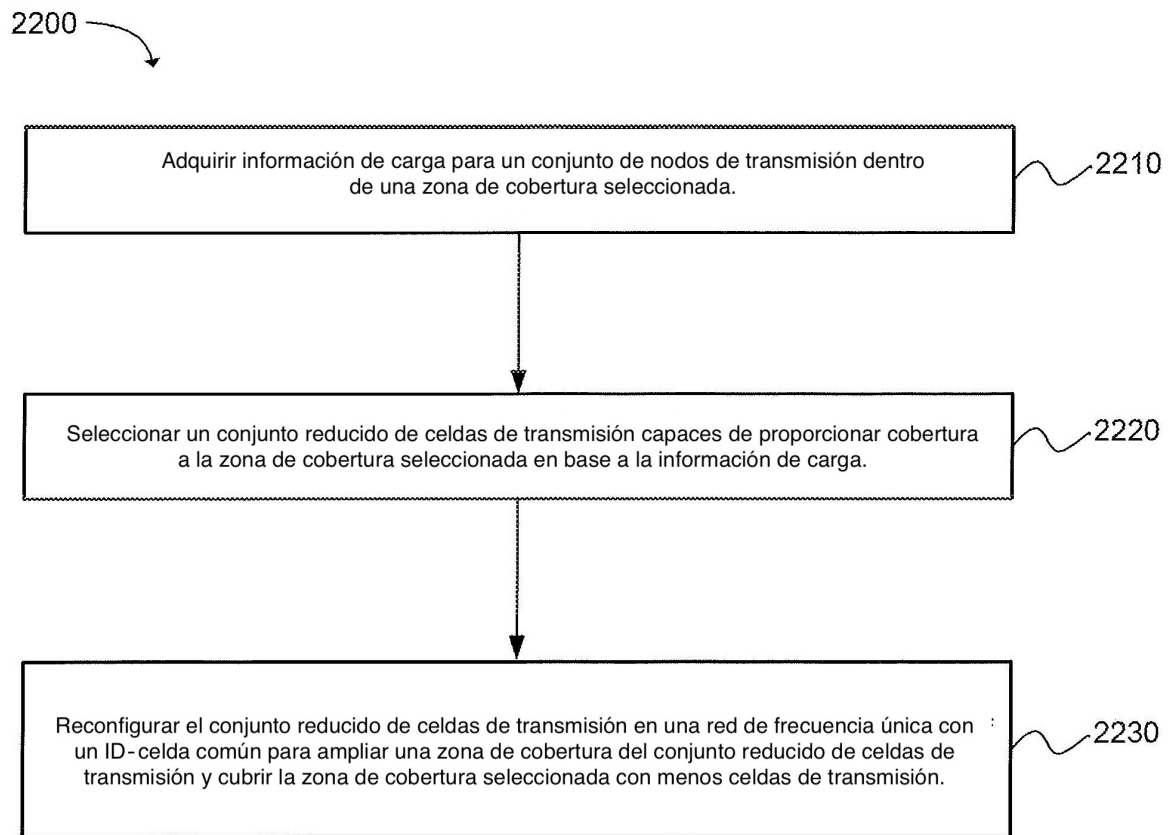


FIG. 22

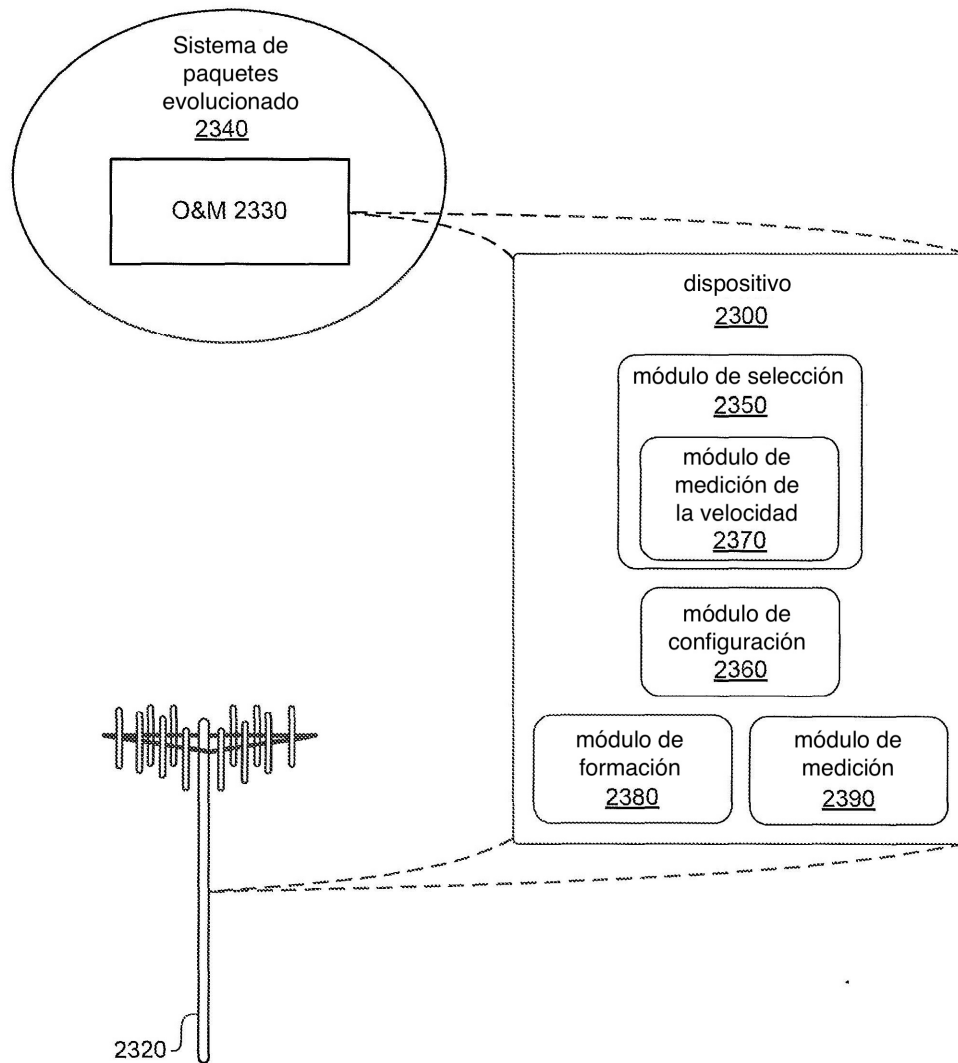


FIG. 23

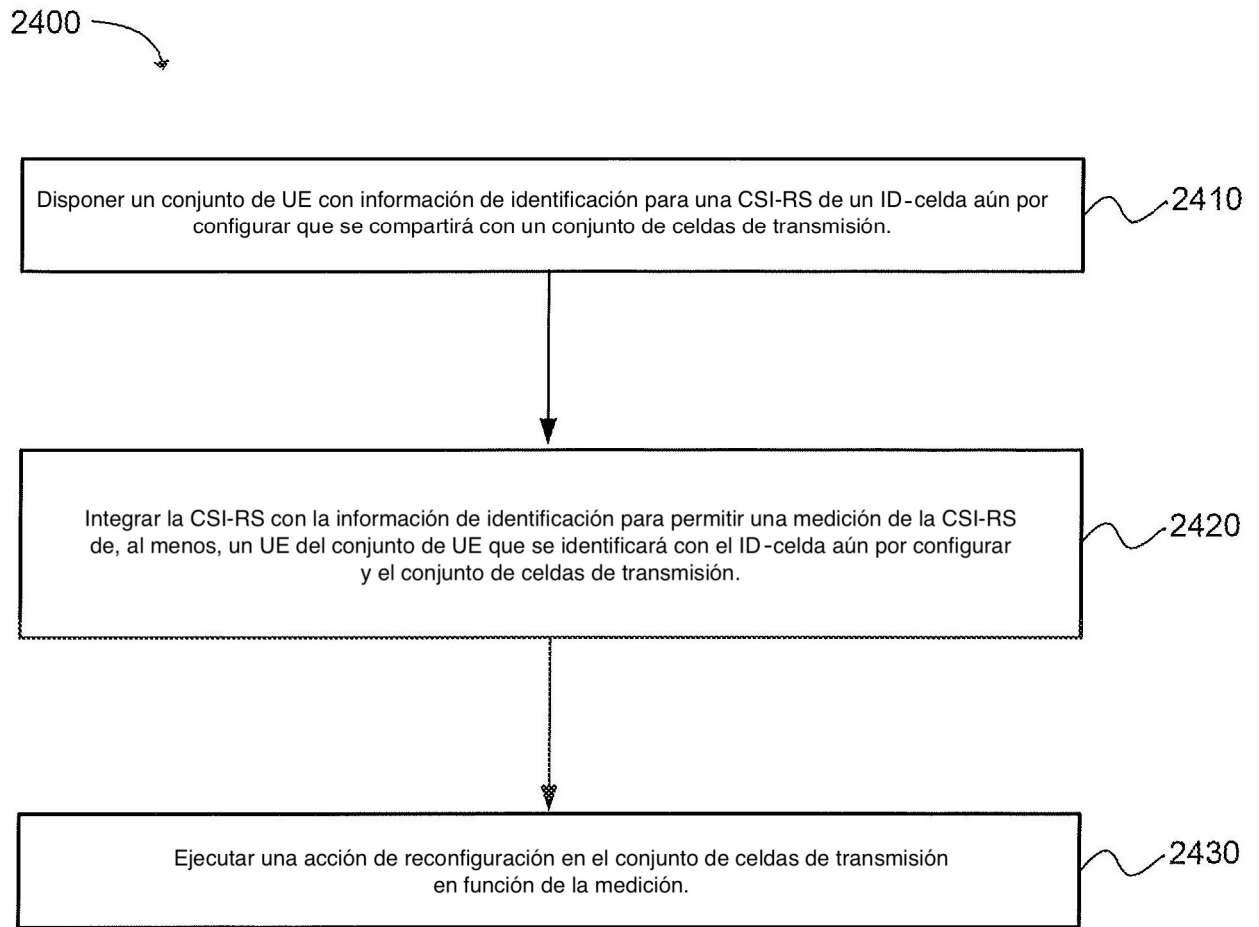


FIG. 24

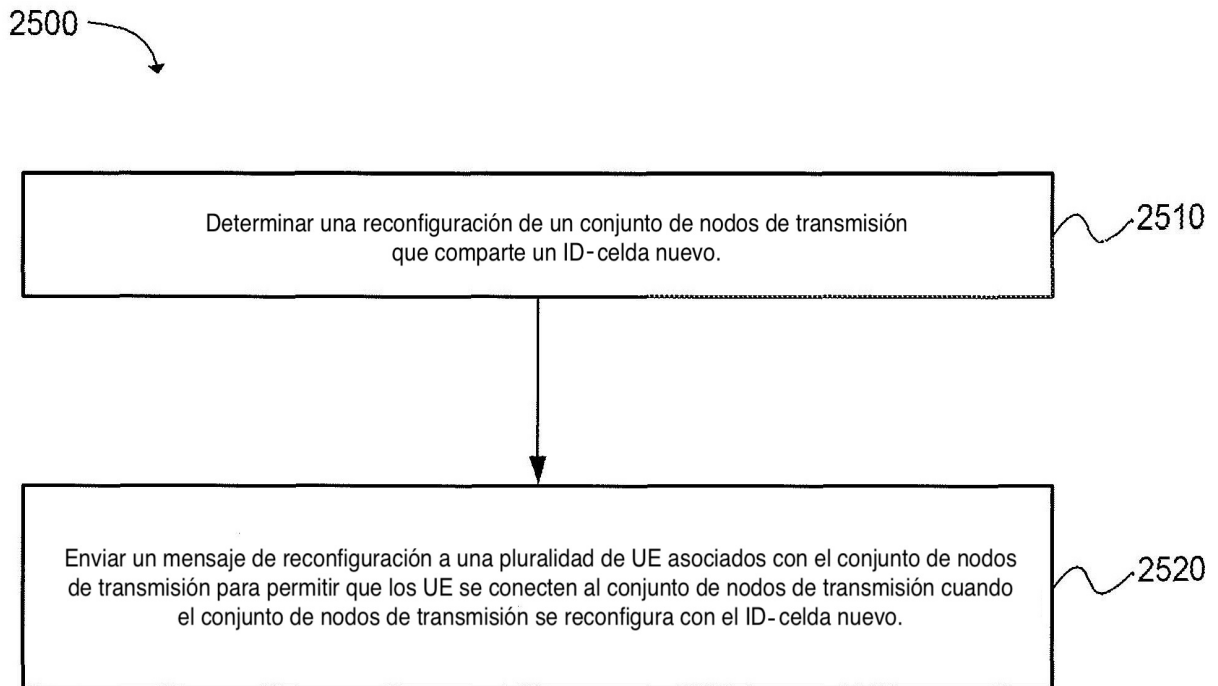


FIG. 25

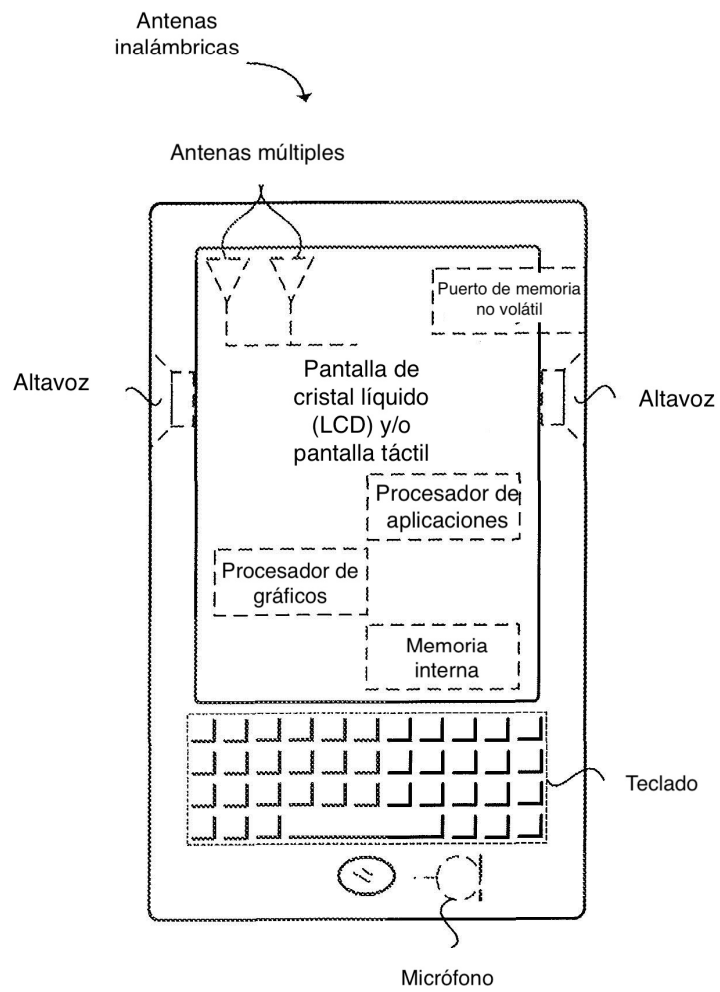


FIG. 26