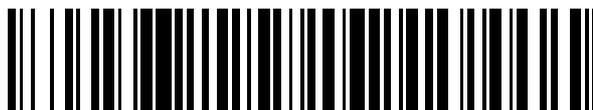


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 123**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04	(2009.01)
H04W 24/02	(2009.01)
H04L 5/00	(2006.01)
H04W 4/00	(2008.01)
H04W 76/19	(2008.01)
H04W 4/70	(2008.01)
H04W 36/00	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2013 PCT/US2013/036305**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2013 WO13155373**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2013 E 13776010 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2837110**

54 Título: **Configuraciones adaptativas de TDD para UL-DL en una red heterogénea**

30 Prioridad:

13.04.2012 US 201261624185 P
04.01.2013 US 201313734355

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2019

73 Titular/es:

INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US

72 Inventor/es:

CHATTERJEE, DEBDEEP;
FWU, JONG-KAE;
KHORYAEV, ALEXEY;
HE, HONG;
SHILOV, MIKHAIL A.;
CHERVYAKOV, ANDREY y
PANTELEEV, SERGEY

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 727 123 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

Configuraciones adaptativas de TDD para UL-DL en una red heterogénea

Antecedentes

5 La tecnología de la comunicación móvil inalámbrica utiliza diversos estándares y protocolos para transmitir datos entre un nodo (por ejemplo, una estación de transmisión o un nodo transceptor) y un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un dispositivo móvil). Algunos dispositivos inalámbricos se comunican utilizando el acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) en una transmisión de enlace descendente (DL) y el acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) en una transmisión de enlace ascendente (UL). Los estándares y protocolos que utilizan la multiplexación ortogonal por división de frecuencia (OFDM) para la transmisión de señales incluyen la evolución a largo plazo (LTE) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP), el estándar 802.16 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) (por ejemplo, 802.16e, 802.16m), que es comúnmente conocido por los grupos de la industria como WiMAX (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas), y el estándar IEEE 802.11, que es comúnmente conocido por los grupos de la industria como WiFi.

15 En los sistemas LTE de la red de acceso radio (RAN) 3GPP, el nodo puede ser una combinación de nodos B de la red de acceso radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN) (también denominados comúnmente nodos B evolucionados, nodos B mejorados, eNodosB o eNB) y controladores de red radio (RNC), que se comunican con el dispositivo inalámbrico, conocido como un equipo de usuario (UE). La transmisión de enlace descendente (DL) puede ser una comunicación desde el nodo (por ejemplo, eNodoB) al dispositivo inalámbrico (por ejemplo, UE), y la transmisión de enlace ascendente (UL) puede ser una comunicación desde el dispositivo inalámbrico al nodo.

20 En redes homogéneas, el nodo, también denominado macronodo, puede proporcionar cobertura inalámbrica básica a dispositivos inalámbricos en una célula. La célula puede ser el área en la que los dispositivos inalámbricos son operativos para comunicarse con el macronodo. Las redes heterogéneas (HetNet) se pueden utilizar para gestionar el aumento de las cargas de tráfico en los macronodos gracias a una mayor utilización y funcionalidad de los dispositivos inalámbricos. Las HetNet pueden incluir una capa de macronodos de alta potencia (o macro-eNB) planificados superpuestos con capas de nodos de baja potencia (eNB pequeños, micro-eNB, pico-eNB, femto-eNB o eNB domésticos [HeNB]) que se pueden utilizar de una forma menos planificada o incluso totalmente descoordinada dentro del área de cobertura (célula) de un macronodo. Los nodos de baja potencia (LPN) generalmente pueden denominarse "nodos de baja potencia", nodos pequeños o células pequeñas.

30 El macronodo se puede utilizar para la cobertura básica. Los nodos de baja potencia se pueden utilizar para rellenar los agujeros de cobertura, para mejorar la capacidad en áreas críticas o en los límites entre las áreas de cobertura de los macronodos, y mejorar la cobertura en interiores donde las estructuras de edificios impiden la transmisión de las señales. La coordinación de interferencia intercelda (ICIC) o ICIC mejorada (eICIC) se puede utilizar para la coordinación de recursos para reducir la interferencia entre nodos, tales como los macronodos y los nodos de baja potencia en una HetNet.

35 Las redes homogéneas o HetNet pueden utilizar duplexado por división de tiempo (TDD) o duplexado por división de frecuencia (FDD) para las transmisiones en DL o UL. El duplexado por división de tiempo (TDD) es una aplicación de la multiplexación por división de tiempo (TDM) para separar las señales de enlace descendente y de enlace ascendente. En TDD, las señales de enlace descendente y las señales de enlace ascendente pueden transmitirse en una misma frecuencia portadora en la que las señales de enlace descendente utilizan un intervalo de tiempo diferente al de las señales de enlace ascendente, por lo que las señales de enlace descendente y las señales de enlace ascendente no generan interferencia entre sí. TDM es un tipo de multiplexación digital en el que dos o más flujos de bits o señales, tal como un enlace descendente o un enlace ascendente, se transfieren al parecer simultáneamente como subcanales en un canal de comunicación, pero se transmiten físicamente en diferentes recursos. En el duplexado por división de frecuencia (FDD), una transmisión de enlace ascendente y una transmisión de enlace descendente pueden funcionar utilizando diferentes portadoras de frecuencia. En FDD, la interferencia puede evitarse porque las señales de enlace descendente utilizan una portadora de frecuencia diferente de las señales de enlace ascendente.

50 El documento 3GPP Tdoc. R4-121905, "Co-channel DL-UL interference analysis for single operator Macro-Pico deployment scenario", 3GPP TSG-RAN WG4 meeting #62bis, marzo de 2012 presenta una evaluación del escenario de macroimplementación y pico al aire libre para el caso en que las macroestaciones y picoestaciones funcionan en cocanal. La evaluación supone que diferentes picoestaciones pueden tener diferentes configuraciones de UL-DL mientras que todas las macroestaciones tienen la misma configuración de UL-DL. El documento 3GPP Tdoc. R4-121905 proporciona un resumen del análisis determinista y los resultados de la evaluación Montecarlo a nivel del sistema. El análisis de interferencia se ha realizado para los casos con y sin uso de la gestión de interferencia.

El documento 3GPP Tdoc. R1-121461, "", 3GPP TSG RAN WG1 meeting #68bis, marzo de 2012, está relacionado con una evaluación del rendimiento para las reconfiguraciones de recursos de TDD para UL-DL según el elemento de estudio sobre gestión de interferencias TDD y adaptación de tráfico acordada en RAN WG1, donde se concluyó

que la reconfiguración de TDD para UL-DL en base a la condición del tráfico proporciona beneficios sobre la configuración de TDD para UL-DL de referencia fija para el escenario de picocélula aislada evaluada y proporciona una ganancia de rendimiento en escenarios multicelulares. El documento enumera diversas cuestiones que deben considerarse al diseñar procedimientos de reconfiguración de TDD para UL-DL, incluido el cambio de SIB, la señalización adicional de capa superior y la señalización de capa física.

- 5 Breve descripción de los dibujos
- Las características y ventajas de la divulgación serán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue, tomada junto con los dibujos adjuntos, que juntos ilustran a modo de ejemplo las características de la divulgación, y en los que:
- 10 la FIG. 1 ilustra un diagrama de utilización de la reconfiguración de enlace ascendente-enlace descendente dinámico (UL-DL) en un sistema de duplexado por división de tiempo (TDD) según un ejemplo;
- la FIG. 2 ilustra un diagrama de subtrama flexible (FlexSF) de una estructura de trama de duplexado por división de tiempo (TDD) de enlace ascendente-enlace descendente (UL-DL) según un ejemplo;
- 15 la FIG. 3 ilustra un diagrama de la estructura de subtrama flexible (FlexSF) para admitir la conmutación bidireccional de UL-DL según un ejemplo;
- la FIG. 4 ilustra un diagrama de recursos de trama radio (por ejemplo, una cuadrícula de recursos) para una transmisión de enlace descendente (DL) según un ejemplo;
- la FIG. 5 ilustra un diagrama de bloques de clústeres de gestión de interferencias (IM) según un ejemplo;
- 20 la FIG. 6A ilustra un diagrama de bloques de una red homogénea que utiliza un sistema multipunto coordinado (CoMP) dentro de un sitio (por ejemplo, escenario CoMP 1) según un ejemplo;
- la FIG. 6B ilustra un diagrama de bloques de una red homogénea con alta potencia de transmisión que utiliza un sistema multipunto coordinado (CoMP) entre sitios (por ejemplo, escenario CoMP 2) según un ejemplo;
- 25 la FIG. 6C ilustra un diagrama de bloques de un sistema multipunto coordinado (CoMP) en una red heterogénea con nodos de baja potencia (por ejemplo, escenario CoMP 3 o 4) según un ejemplo;
- la FIG. 7 ilustra un diagrama de bloques de un nodo agresor que transmite una señal de enlace descendente, un dispositivo inalámbrico que transmite una señal de enlace ascendente y un nodo víctima según un ejemplo;
- 30 la FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques de un nodo de enlace descendente que transmite una señal de enlace descendente, un dispositivo inalámbrico que transmite una señal de enlace ascendente y un nodo de enlace ascendente en una red heterogénea (HetNet) según un ejemplo;
- la FIG. 9 ilustra un diagrama de bloques de una unidad de banda base (BBU) y una configuración de unidad de radio remota (RRU) de una red de acceso radio centralizada (C-RAN) según un ejemplo;
- 35 la FIG. 10 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para adaptar las configuraciones de subtrama de duplexado por división de tiempo (TDD) de enlace ascendente-enlace descendente (UL-DL) en una red heterogénea (HetNet) según un ejemplo;
- la FIG. 11 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para adaptar las configuraciones de subtrama de duplexado por división de tiempo (TDD) de enlace ascendente-enlace descendente (UL-DL) en una red heterogénea (HetNet) según un ejemplo;
- 40 la FIG. 12 ilustra un diagrama de bloques de un nodo de referencia, un nodo vecino y un dispositivo inalámbrico según un ejemplo; y
- la FIG. 13 ilustra un diagrama de un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un UE) según un ejemplo.

A continuación se hará referencia a las realizaciones de ejemplo ilustradas y al lenguaje específico que se utilizará en la presente memoria para describir las mismas. Sin embargo, se entenderá que con ello no se pretende limitar el alcance de la invención.

45 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 los expertos ordinarios 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. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos representan el mismo elemento. Los números proporcionados en los diagramas de flujo y procedimientos se proporcionan para una mayor claridad al ilustrar las etapas y operaciones y no necesariamente indican un orden o secuencia particular.

Realizaciones de ejemplo

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

10 Las implementaciones de red heterogénea (HetNet) pueden ofrecer medios eficaces para aumentar la cobertura y la capacidad celular en comparación con las redes homogéneas tradicionales y pueden implicar la coexistencia de diferentes tecnologías de acceso radio (RAT), técnicas de transmisión-recepción, y potencias de transmisión de los nodos o estaciones base (BS) entre otras posibles combinaciones arquitectónicas. La RAT puede incluir el estándar utilizado, tal como LTE o IEEE 802.16, o la versión del estándar, tal como LTE versión 11, 3GPP LTE V11.0.0, IEEE
 15 802.16n o IEEE 802.16p. En un ejemplo, el estándar de la tecnología de acceso radio (RAT) puede incluir las versiones 8, 9, 10, 11 de LTE o una versión posterior. La técnica de transmisión-recepción puede incluir diversas técnicas de transmisión, tales como la transmisión multipunto coordinada de enlace descendente (DL) (CoMP), la coordinación de interferencia intercelda mejorada (eICIC) y combinaciones de las mismas. Una potencia de transmisión de un nodo puede referirse a la potencia generada por un tipo de nodo, tal como un macronodo (p. ej., un macronodo B evolucionado (eNB)) en una macrocélula y múltiples nodos de baja potencia (LPN o eNB pequeños) en las respectivos respectivas células, según se ilustra en la FIG. 1. La FIG. 1 ilustra una implementación de HetNet de varias capas con diferentes potencias de transmisión de los nodos que utilizan el duplexado por división de tiempo (TDD). Como se emplea en esta memoria, una célula puede referirse al nodo o al área de cobertura del nodo. Un nodo de baja potencia (LPN) puede referirse a un pequeño nodo, que puede incluir un pequeño eNB, un micro-eNB, un piconodo, un pico-eNB, un femto-eNB, un eNB doméstico (HeNB), un cabezal de radio remoto (RRH), un equipo de radio remoto (RRE) o una unidad de radio remota (RRU). Como se emplea en esta memoria, el término "nodo pequeño" se puede utilizar indistintamente con el término "piconodo" (o pico-eNB), y el término "célula pequeña" se puede utilizar indistintamente con el término "picocélula" en los ejemplos para ayudar a distinguir entre el macronodo y el LPN o el nodo pequeño, y la macrocélula y la célula pequeña. El macronodo se
 20 puede conectar a cada LPN a través del enlace de retorno mediante la interfaz X2 o las conexiones de fibra óptica.

Los macronodos pueden transmitir a un nivel de alta potencia, por ejemplo, aproximadamente 5 vatios (W) a 40 W, para cubrir la macrocélula. La HetNet se puede superponer con nodos de baja potencia (LPN), que pueden transmitir a niveles de potencia sustancialmente más bajos, tal como aproximadamente 100 milivatios (mW) a 2 W. En un ejemplo, una potencia de transmisión disponible del macronodo puede ser al menos diez veces una potencia de transmisión disponible del nodo de baja potencia. Un LPN se puede utilizar en puntos de acceso inalámbrico o áreas críticas, en referencia a áreas con una alta carga de tráfico inalámbrico o un alto volumen de dispositivos inalámbricos que transmiten activamente (por ejemplo, equipos de usuario (UE)). Un LPN se puede utilizar en una microcélula, una picocélula, una femtocélula y/o una red doméstica. Femto_Celda0 ilustra el uso del tráfico intensivo de enlace descendente por parte de los dispositivos inalámbricos (por ejemplo, los UE) y Femto_Celda1 ilustra el uso del tráfico intensivo de enlace ascendente por parte de los dispositivos inalámbricos. En un ejemplo de FDD, la macrocélula puede utilizar las bandas de frecuencia F1 para DL y F2 para UL, y las femtocélulas pueden utilizar las bandas de frecuencia F3 para DL y F4 para UL. En un ejemplo de TDD, las bandas de frecuencia F1/F2 pueden usarse para DL y UL con la macrocélula y las bandas de frecuencia F3/F4 pueden usarse para DL y UL con las femtocélulas.

45 Los procedimientos, procesos y sistemas descritos en la presente memoria pueden ser aplicables a diversas configuraciones HetNet, incluidas las HetNet de varias capas con diferentes potencias de transmisión de los nodos. En los sistemas que emplean el duplexado por división de frecuencia (FDD), se pueden utilizar técnicas como la coordinación de interferencia intercelda mejorada (eICIC) y el multipunto coordinado (CoMP), para permitir el funcionamiento eficaz de las HetNet. Comparado con el FDD, el duplexado por división de tiempo (TDD) puede ofrecer oportunidades de implementación flexibles sin utilizar un par de recursos de espectro, y puede permitir una mayor adaptación de la asignación de los recursos radio en el dominio del tiempo entre los recursos de enlace ascendente (UL) y enlace descendente (DL) para adecuarse a diferentes condiciones de tráfico o cualquier otra métrica de rendimiento (por ejemplo, ahorro energético).

El hecho de permitir configuraciones adaptativas de UL-DL en función de las condiciones de tráfico en diferentes células puede mejorar significativamente el rendimiento del sistema en algunos ejemplos. La FIG. 1 ilustra un ejemplo donde diferentes configuraciones de UL-DL pueden considerarse en diferentes células. Las redes (por ejemplo, HetNet o redes homogéneas) pueden involucrar a una misma portadora o diferentes portadoras implementadas por un solo operador o diferentes operadores en la misma banda, y empleando configuraciones de enlace descendente (UL-DL) iguales o diferentes. Cuando sea posible, la interferencia puede incluir la interferencia del canal adyacente (cuando se utilizan diferentes frecuencias portadoras), así como la interferencia cocanal (cuando se utiliza una misma frecuencia portadora) tal como la interferencia de nodo a nodo remota (o interferencia

de BS a BS o interferencia de eNB a eNB). Por ejemplo, los procedimientos, procesos y sistemas descritos en la presente memoria pueden ampliarse directamente a un escenario con dos implementaciones homogéneas que pertenecen a diferentes operadores en canales adyacentes.

5 El TDD de LTE heredado puede admitir asignaciones asimétricas de UL-DL al proporcionar siete configuraciones de enlace ascendente-enlace descendente configuradas de forma semiestática. La Tabla 1 ilustra siete configuraciones de UL-DL utilizadas en LTE, donde "D" representa una subtrama de enlace descendente, "S" representa una subtrama especial y "U" representa una subtrama de enlace ascendente. En un ejemplo, la subtrama especial puede funcionar o ser tratada como una subtrama de enlace descendente.

Tabla 1

Configuración de enlace ascendente-enlace descendente	Número de subtrama									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

10 Según se ilustra en la Tabla 1, la configuración de UL-DL 0 puede incluir 6 subtramas de enlace ascendente en las subtramas 2, 3, 4, 7, 8 y 9, y 4 subtramas de enlace descendente y especiales en las subtramas 0, 1, 5 y 6; y la configuración 5 de UL-DL puede incluir una subtrama de enlace ascendente en la subtrama 2, y 9 subtramas de enlace descendente y especiales en las subtramas 0, 1 y 3-9.

15 Como requisito subyacente en algunos ejemplos, todas las células de la red cambian las configuraciones de UL-DL (TDD) sincrónicamente para evitar la interferencia. Sin embargo, dicho requisito puede restringir las capacidades de gestión del tráfico en las diferentes células de la red. El conjunto de configuraciones de TDD en LTE heredado puede proporcionar asignaciones de subtrama de DL en el intervalo entre 40% y 90%, tal como se muestra en la Tabla 1. La asignación de subtramas de UL y DL dentro de una trama radio se puede reconfigurar a través de
 20 señalización de la emisión de información del sistema (por ejemplo, bloque de información del sistema [SIB]). Por lo tanto, se puede esperar que la asignación de UL-DL una vez configurada varíe de forma semiestática.

Las configuraciones de UL-DL predeterminadas o semiestáticamente configuradas pueden no coincidir con la situación del tráfico instantáneo, lo que puede resultar en una utilización ineficaz de los recursos, especialmente en
 25 células con un número pequeño de usuarios que descargan o cargan grandes cantidades de datos. Las configuraciones adaptativas de UL-DL se pueden utilizar para gestionar la asimetría de tráfico dependiente de la célula e igualar las situaciones de tráfico instantáneo, pero pueden generar diferentes tipos de interferencia si no se tienen en cuenta. Para dichas implementaciones de LTE por división de tiempo (TD-LTE) con diferentes configuraciones de UL-DL en diferentes células, los nuevos tipos de interferencia debidas a las configuraciones de UL-DL asimétricas pueden incluir interferencia nodo a nodo (o BS a BS) y UE a UE, que se puede atenuar utilizando
 30 diversos mecanismos descritos en la presente memoria. El impacto de la interferencia intercelular DL→UL (nodo a nodo) puede reducir significativamente los beneficios obtenidos de la adaptabilidad de las configuraciones de UL-DL en diferentes células. Los procedimientos, procesos y sistemas descritos en la presente memoria pueden proporcionar mecanismos para admitir la asignación dinámica de subtramas de UL-DL compatible con versiones anteriores con una gestión mejorada de los nuevos tipos de interferencia.

35 Por ejemplo, se puede utilizar un entorno para el funcionamiento eficaz de los sistemas TDD-LTE con un soporte eficaz para las configuraciones de subtrama de UL-DL adaptativas en base a las condiciones de tráfico en diferentes células, con consideraciones de compatibilidad con versiones anteriores y gestión de nuevos tipos de interferencia. El entorno puede ampliarse para aplicarse a la adaptación de la configuración de TDD para UL-DL basada no solo

en las condiciones de tráfico, sino que también puede incluir otras métricas de rendimiento (por ejemplo, ahorro energético).

Primero, se presenta una estructura de recursos físicos que dan soporte a las configuraciones adaptativas de UL-DL en las redes TD-LTE junto con diversas consideraciones para asegurar la compatibilidad con versiones anteriores y evitar cualquier efecto perjudicial sobre las capacidades de medición para los UE heredados y avanzados. A continuación, los mecanismos para gestionar los nuevos tipos de interferencia se presentan con énfasis en un caso más significativo de interferencia de nodo a nodo. Finalmente, se presentan algunas soluciones de señalización para admitir las configuraciones adaptativas de UL-DL.

La estructura de trama TDD-LTE heredada se puede modificar para admitir las configuraciones adaptativas de UL-DL y proporcionar compatibilidad con versiones anteriores en una estructura de trama TDD-LTE heredada. En los sistemas TDD-LTE heredados, se pueden definir siete configuraciones de UL-DL diferentes (configuraciones 0-6, tal como se muestra en la Tabla 1) para las tramas LTE de tipo 2 (TDD). Algunas de las subtramas heredadas pueden no cambiar su dirección de transmisión (DL o UL) entre diferentes configuraciones (por ejemplo, las subtramas fijas o subtramas 0, 1, 2 y 5, donde 0 y 5 son subtramas de DL, 1 es una subtrama especial, y 2 es una subtrama de UL), mientras que otras se pueden utilizar para la dirección de transmisión en las direcciones de transmisión en DL o UL en función de la configuración de UL-DL seleccionada.

Por ejemplo, en base a la suposición de que se reutilizan las siete configuraciones de UL-DL existentes y no se introducen configuraciones adicionales, las subtramas cuya dirección de transmisión (UL o DL) se puede reconfigurar se pueden definir como subtramas flexibles (FlexSF), según se ilustra en la FIG. 2. La FIG. 2 ilustra una estructura de trama radio que admite una asignación de configuración de UL/DL heredada para los UE heredados (según las configuraciones de UL/DL admitidas que se muestran en la Tabla 1) y también facilita un mecanismo de indicación de reconfiguración de UL/DL dinámico para los UE avanzados según algunas realizaciones. La estructura de trama radio puede incluir diez subtramas indicadas mediante el índice de subtrama 0 a 9 de izquierda a derecha. Las subtramas 0, 5 y 6 pueden designarse como subtramas de enlace descendente, la subtrama 1 puede designarse como una subtrama especial (es decir, Sp); la subtrama 2 puede designarse como una subtrama de enlace ascendente; y las subtramas 3, 4, 7, 8 y 9 pueden designarse como subtramas flexibles (FlexSF).

Las subtramas flexibles dentro de la trama radio se pueden designar para configurar direcciones de transmisión flexibles, donde cada una de las subtramas flexibles se puede designar dinámicamente como una subtrama de enlace descendente, de enlace ascendente, especial o especial de enlace ascendente para los UE avanzados, que se puede configurar con una subtrama flexible. La subtrama especial de enlace ascendente puede incluir un periodo de transmisión de enlace descendente para transmitir canales de control de enlace descendente, un periodo de guarda (GP) para conmutar entre una transmisión de enlace descendente y enlace ascendente, y un periodo de transmisión de datos de enlace ascendente. En una implementación TDD-LTE, la estructura de trama radio puede tener una duración de tiempo de 10 milisegundos (ms) y cada subtrama dentro de la estructura de trama radio puede tener una duración de 1 ms. En otra configuración (no se muestra), cualquiera de las 10 subtramas puede designarse como subtramas flexibles (no solo las subtramas 3, 4, 7, 8 y 9), que puede ser dinámicamente (por ejemplo, 1 ms) o semiestáticamente (por ejemplo, cada 600 ms) configurada como DL, UL o subtrama especial.

Las FlexSF se pueden utilizar para adaptar la configuración de subtrama de UL-DL según las condiciones de tráfico/carga, así como para fines de gestión de interferencias. Por lo tanto, cada trama LTE de tipo 2 puede incluir FlexSF y subtramas no flexibles (subtramas fijas). Las subtramas fijas pueden tener una dirección de transmisión fija o semiestática (en UL o DL) y pueden no cambiar sus direcciones de transmisión para mantener la compatibilidad con versiones anteriores con los UE heredados.

Un nodo (por ejemplo, macronodo, piconodo o femtonodo) puede utilizar las FlexSF (FIG. 2) y determinar cambiar la dirección de transmisión de las FlexSF de forma dinámica en base a las condiciones de tráfico local y/o las condiciones de interferencia. Las FlexSF pueden inicializarse a una dirección de transmisión por defecto y, posteriormente, las FlexSF pueden ajustarse en base a las configuraciones de UL-DL por defecto (una de las siete configuraciones de UL-DL heredadas diferentes), que pueden ser diferentes del ejemplo que se muestra en la FIG. 2.

En un ejemplo, las FlexSF pueden ser transparentes a los UE heredados (con una dirección de transmisión determinada a partir de una de las siete configuraciones diferentes de UL-DL heredadas) y la configuración de UL-DL se puede cambiar de forma semiestática para los UE heredados (es decir, incapaz de utilizar FlexSF que no se ajusten a una de las siete configuraciones diferentes de UL-DL heredadas) a través de los bits de información del bloque de información del sistema tipo1 (SIB1). El entorno puede maximizar la reutilización de las configuraciones de UL/DL existentes, pero el entorno se puede ampliar directamente para admitir las nuevas configuraciones adicionales de UL-DL. Las nuevas configuraciones de UL-DL pueden definir una nueva relación entre solicitud de repetición automática híbrida y temporización (HARQ-temporización) tanto para la transmisión del canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) y del canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). En un ejemplo, el entorno puede admitir la reconfiguración de subtrama flexible sin ningún impacto negativo en la exactitud de la medición basada en la señal de referencia específica de la célula (basada en CRS) de los UE heredados.

5 Cuando la dirección de transmisión configurada dinámicamente de las FlexSF es diferente de la configuración por defecto tal como se indica en SIB1, las FlexSF no se pueden utilizar ni planificar para los UE heredados. Los UE avanzados pueden permitir que el nodo (p. ej., eNB) configure dinámicamente las FlexSF para que coincidan con la configuración de UL-DL en la situación del tráfico instantáneo de manera eficaz. Los UE avanzados pueden utilizar configuraciones de UL-DL más allá de las siete configuraciones de UL-DL heredadas. La estructura de recursos físicos, incluida la planificación de FlexSF y nodo, puede mantener la sincronización de PDSCH existente, la sincronización entre el canal físico indicador de HARQ y PUSCH (PUSCH-PHICH) y las relaciones de sincronización de concesión de UL, evitando así definiciones adicionales de cualquier nueva relación de sincronización para admitir la FlexSF. Un planteamiento para asegurar la compatibilidad con versiones anteriores y la admisión de mediciones heredadas, incluida la recepción del control de DL (canal físico de control de enlace descendente [PDCCH]), puede implicar imponer restricciones, tales como que solo se puedan utilizar subtramas de UL como FlexSF y la configuración de trama resultante de la reconfiguración adaptativa de una o más FlexSF puede pertenecer a una de las siete estructuras de tramas de tipo 2 de la Tabla 1.

15 Otro planteamiento que permite la conmutación bidireccional entre UL-DL para una subtrama mientras se mantiene la compatibilidad con versiones anteriores y la coexistencia con los UE heredados puede realizarse utilizando subtramas del tipo de red de frecuencia única de difusión/multidifusión (MBSFN), tal como se muestra en la FIG. 3. La FIG. 3 ilustra una subtrama flexible con dirección de transmisión conmutable que se puede conseguir con un parámetro de MBSFN "virtual". El área de datos en FlexSF, cuando se configura como subtrama de MBSFN para los UE heredados, se puede configurar dinámicamente como con una dirección de DL (Patrón A) o una dirección de UL (Patrón B) para los UE avanzados a través de la señalización del campo de indicación de configuración (CIF). Un área de control (por ejemplo, el PDCCH o los dos primeros símbolos de OFDM) en la FlexSF puede no cambiar y puede permanecer como el área de control de DL para mantener la exactitud de la medida y la compatibilidad con versiones anteriores. El área de datos (por ejemplo, los 12 símbolos de OFDM restantes para el prefijo cíclico normal) puede cambiar de forma conmutable las direcciones de transmisión entre UL y DL.

25 En un ejemplo, el PDCCH y el PDSCH heredados pueden representar elementos de una estructura de trama radio transmitida en la capa física (PHY) en una transmisión de enlace descendente entre un nodo (p. ej., eNodeB) y el dispositivo inalámbrico (p. ej., UE) usando una estructura de trama de evolución a largo plazo (LTE) genérica, según se ilustra en la FIG. 4.

30 La FIG. 4 ilustra una estructura de trama radio de enlace descendente de tipo 2. En el ejemplo, una trama radio 100 de una señal utilizada para transmitir los datos puede configurarse para que tenga una duración, T_r , de 10 milisegundos (ms). Cada trama radio se puede segmentar o dividir en diez subtramas 110i que tienen una longitud de 1 ms. Cada subtrama puede subdividirse en dos intervalos 120a y 120b, cada una con una duración, $T_{\text{intervalo}}$, de 0,5 ms. El primer intervalo (n.º 0) 120a puede incluir un canal físico de control de enlace descendente heredado (PDCCH) 160 y/o un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) 166, y el segundo intervalo (n.º 1) 120b puede incluir datos transmitidos utilizando el PDSCH.

35 Cada intervalo para una portadora componente (CC) utilizada por el nodo y el dispositivo inalámbrico puede incluir múltiples bloques de recursos (RB) 130a, 130b, 130i, 130m y 130n en base al ancho de banda de la frecuencia de CC. La CC puede tener una frecuencia portadora con un ancho de banda y una frecuencia central. Cada subtrama de la CC puede incluir información de control de enlace descendente (DCI) que se encuentra en el PDCCH heredado. El PDCCH heredado en el área de control puede incluir de una a tres columnas de los primeros símbolos de OFDM en cada subtrama o RB físico (PRB), cuando se utiliza un PDCCH heredado. Los 11 a 13 símbolos de OFDM restantes en la subtrama pueden asignarse al PDSCH para los datos (para el prefijo cíclico corto o normal).

40 Cada RB (RB físico o PRB) 130i puede incluir 12 subportadoras de 15 kHz 136 (en el eje de la frecuencia) y 6 o 7 símbolos de multiplexación ortogonal por división de frecuencia (OFDM) 132 (en el eje del tiempo) por intervalo. El RB puede utilizar siete símbolos de OFDM si se emplea un prefijo cíclico (CP) corto o normal. El RB puede utilizar seis símbolos de OFDM si se utiliza un prefijo cíclico extendido. El bloque de recursos se puede asignar a 84 elementos de recursos (RE) 140i utilizando un prefijo cíclico corto o normal, o el bloque de recursos se puede mapear a 72 RE (no se muestra) utilizando el prefijo cíclico extendido. El RE puede ser una unidad de un símbolo de OFDM 142 mediante una subportadora (es decir, 15 kHz) 146.

45 Cada RE puede transmitir dos bits 150a y 150b de información en el caso de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK). Se pueden utilizar otros tipos de modulación, por ejemplo, modulación de amplitud en cuadratura 16 (QAM) o QAM 64 para transmitir un mayor número de bits en cada RE, o modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK) para transmitir un menor número de bits (a bit único) en cada RE. El RB puede configurarse para una transmisión de enlace descendente desde el eNodeB al UE, o el RB puede configurarse para una transmisión de enlace ascendente desde el UE al eNodeB.

50 La gestión de interferencias (IM) en los sistemas TDD-LTE se puede utilizar con configuraciones adaptativas de UL-DL, que pueden incluir subtramas flexibles. Como se ha mencionado anteriormente, las configuraciones adaptativas de UL-DL en diferentes células (es decir, configuraciones asimétricas de UL-DL) pueden conducir a nuevos tipos de interferencia, tal como la interferencia de UE a UE y de nodo a nodo. De los diversos tipos de interferencia, el caso de interferencia en DL→UL (p. ej., interferencia de nodo a nodo) puede ser una forma más significativa de

interferencia que, si no se gestiona de manera eficaz, puede reducir las mejoras de rendimiento de la adaptación de las configuraciones de UL-DL para que coincidan las condiciones de tráfico en las respectivas células

Para abordar la interferencia en DL→UL mientras se maximiza el rendimiento global del sistema, se pueden utilizar diversos principios de IM. Por ejemplo, la relación de señal/ruido más interferencia en DL (SINR) puede ser menos sensible a la interferencia de UL y la SINR de UL puede ser más sensible a la interferencia en DL, especialmente de la interferencia en DL causada por una macrocélula. El macronodo puede utilizar subtramas flexibles (FlexSF), también denominadas subtramas de gestión de interferencias (IMS), ya sea con una potencia de transmisión en DL reducida o configuradas como subtrama de UL, cuando la macro de DL provoca una interferencia grave a las células vecinas o a la FlexSF de UL de la mayoría de células pequeñas dentro del área de cobertura de la macrocélula. De forma alternativa, la célula pequeña (p. ej., femtocélula o picocélula) puede utilizar FlexSF con una potencia de transmisión en DL reducida o configurada como subtrama de UL cuando la célula pequeña provoca una interferencia grave a la FlexSF de UL de las células pequeñas dentro del área de cobertura de la célula pequeña o el área de cobertura de la macrocélula. Los principios de IM se pueden utilizar para ayudar a determinar cuándo un macronodo o un nodo de baja potencia (LPN) puede configurar una FlexSF como una subtrama de DL o no configurar la FlexSF como una subtrama de DL y con qué nivel de potencia de transmisión en DL, considerando el impacto de la interferencia generada a cualquier célula cercana que pueda estar funcionando en modo UL.

La agrupación en clústeres de IM puede ser un mecanismo de IM para atenuar la interferencia de nodo a nodo. En la agrupación en clústeres de IM, toda la red se puede dividir en un número de clústeres de células que se pueden considerar aisladas (desacopladas) unas de otras. Las células dentro de cada clúster pueden utilizar una misma configuración de TDD que se adapta según las condiciones de tráfico dentro del clúster, mientras que las células en diferentes clústeres pueden tener configuraciones de subtrama de UL-DL que son independientes de otros clústeres.

La FIG. 5 representa la formación de múltiples clústeres en base a niveles de acoplamiento entre nodos. Como se emplea en esta memoria, el término interferencia de acoplamiento, nivel de acoplamiento y/o nivel de interferencia se refiere a una medición de una transmisión en DL por un nodo en otro nodo, que puede ser una medición de la posible interferencia. La FIG. 5 ilustra cinco LPN diferentes 202a-e con sus correspondientes áreas de cobertura de las células 204a-e. Sin embargo, se puede utilizar cualquier número de nodos y combinaciones de LPN y macronodos. Además, se muestra un nivel de acoplamiento entre cada par de nodos. Los niveles de acoplamiento por encima de un umbral de acoplamiento se representan mediante flechas sólidas y en negrita 208, 210. Los niveles de acoplamiento que no están por encima del umbral de acoplamiento se representan como flechas delgadas y discontinuas. El umbral de acoplamiento puede establecerse a un nivel predeterminado en el que un potencial de interferencia de nodo a nodo y de UE a UE puede comenzar a ser significativo. En un ejemplo, el umbral de acoplamiento puede ser determinado por un SINR.

Los dos niveles de acoplamiento por encima de un umbral de acoplamiento 208, 210 pueden ser la base para formar un primer clúster 212 con el primer nodo 202a y el segundo clúster 202b y un segundo grupo 214 con el cuarto nodo 202d y el quinto nodo 202e. Dado que no existe ningún nivel de acoplamiento por encima del umbral de acoplamiento entre el tercer nodo 202c y cualquier otro nodo, se puede formar un tercer clúster 216, con un solo nodo. Cada clúster puede tener una configuración de TDD/UL-DL diferente, como se indica en la primera configuración de TDD/UL-DL 218 (correspondiente a la configuración n.º 4 de TDD/UL-DL en la Tabla 1) para el primer clúster 212, la segunda configuración de TDD/UL-DL 220 (correspondiente a la configuración de TDD/UL-DL n.º 3 en la Tabla 1) para el segundo clúster 214 y la tercera configuración de TDD/UL-DL 222 (correspondiente a la configuración de TDD/UL-DL n.º 6 en la Tabla 1) para el tercer clúster 216.

Los tres clústeres se representan en la quinta subtrama/intervalo de tiempo (etiquetada como n.º 4), donde existen conflictos potenciales en el tráfico direccional, pero los problemas de interferencia se pueden atenuar con la formación de diferentes clústeres. Los conflictos potenciales también pueden existir en las subtramas octava y novena (etiquetadas como n.º 7 y n.º 8, respectivamente). La formación de diversos clústeres diferentes permite que la red de área amplia inalámbrica (WWAN) 200 se adapte casi en tiempo real a las diferentes cargas de tráfico de transmisión direccional dentro de los diferentes clústeres. Las diferentes cargas de tráfico pueden representarse mediante diferentes números de flechas desde los UE a los nodos y desde los nodos a los UE 206 que representan diferentes demandas relativas para las transmisiones de UL y DL, respectivamente. Las diversas configuraciones de TDD/UL-DL 218, 220 y 222 pueden modificarse para satisfacer estas demandas de transmisiones de UL y DL.

Para facilitar la determinación de las configuraciones de TDD/UL-DL 218, 220 y 222, los nodos pueden comunicar sus necesidades de tráfico direccional entre sí a través de la infraestructura de red de retorno de baja latencia. Los nodos individuales dentro de un clúster pueden configurarse para enviar información de dirección de tráfico sobre las necesidades de dirección de tráfico y recibir dicha información de dirección de tráfico. Las decisiones sobre una configuración de TDD/UL-DL común o un conjunto restringido de configuraciones de UL-DL para un clúster 212, 214 y 216 se pueden tomar sobre la base de las necesidades conjuntas de UL y DL en todo el clúster y/o las diferencias de separación entre las demandas de tráfico de UL y DL en los nodos individuales del clúster.

Las decisiones sobre las configuraciones de TDD/UL-DL se pueden tomar en los nodos individuales y/o a nivel de red. Las determinaciones para las configuraciones de TDD/UL-DL para los diferentes clústeres se pueden hacer y

actualizar de forma continua independientes entre sí para responder a las cargas de tráfico direccionales dinámicamente variables que se supervisan dentro de los clústeres individuales.

Según se describe, un clúster aislado puede ser un grupo de células (o clúster) para el cual el rendimiento de DL y UL (por ejemplo, SINR) de las células en el clúster no se considera sensible a la dirección de transmisión de las células vecinas fuera del clúster (en otros clústeres), y el cambio de dirección de transmisión en las células del clúster puede no degradar el rendimiento de las células vecinas fuera del clúster (en otros clústeres). Los clústeres se pueden fusionar en un clúster más grande, cuando los clústeres aislados se superponen con una o más células que son comunes a ambos clústeres. Los clústeres pueden dividirse en clústeres más pequeños, cuando un grupo de células dentro del grupo ya no son sensibles a la dirección de transmisión de otros clústeres de células dentro del grupo.

La identificación de los clústeres de IM puede estar basada en la comparación de los valores de la pérdida en el trayecto correspondientes a los canales de nodo a nodo entre células diferentes y un umbral predeterminado, que puede ser específico de la célula. En un ejemplo, las configuraciones de los clústeres de IM se pueden actualizar de forma semiestática. En otro ejemplo, las configuraciones de un clúster de IM o un subconjunto del clúster de IM pueden cambiar dinámicamente en base a las condiciones de tráfico en las células. Por ejemplo, un solo clúster se puede desacoplar en dos o más subclústeres si ciertas células que acoplan estos clústeres más pequeños están desactivadas (por ejemplo, no tienen tráfico activo). En otra configuración, el clúster de IM se puede ampliar para incluir la coordinación semiestática entre los clústeres de IM y la coordinación dinámica entre los subclústeres dentro de un clúster de IM.

En un ejemplo para generar el clúster de IM, cada nodo puede buscar nodos vecinos y adquirir la sincronización de tiempo y frecuencia con una célula vecina en una misma frecuencia y detectar el identificador de célula vecina (ID) utilizando las señales de sincronización recibidas previamente durante el encendido. La información de sincronización de tiempo y frecuencia de los nodos vecinos también puede estar disponible en cada nodo mediante el intercambio de información a través de la red de retorno. El nodo puede realizar las mediciones correspondientes de la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) y/o la calidad recibida de la señal de referencia (RSRQ) para cada célula adyacente detectada. En un ejemplo, las mediciones de RSRP y/o RSRQ se pueden tomar en subtramas fijas para permitir la compatibilidad con versiones anteriores y permitir el uso de subtramas flexibles. Cada nodo puede generar un informe de medición y enviar el informe de medición a otros nodos vecinos o a una entidad de red (por ejemplo, módulo de procesamiento central [CPM], unidad de procesamiento centralizada o un nodo específico). La entidad de red (NE) se puede asignar para generar clústeres de IM y/o coordinar las configuraciones de UL-DL entre las células. El informe de medición puede incluir la identidad de la célula de capa física (PCI) de una célula vecina, un valor de RSRP y/o un valor de RSRQ. La NE puede recibir los resultados de medición notificados desde los nodos vecinos para generar una identificación de célula aislada (ICI) y determinar si admite la funcionalidad de configuración de UL-DL en los nodos vecinos, donde los nodos vecinos pueden activarse automáticamente (es decir, la reconfiguración automática de UL-DL). La NE puede calcular y/o determinar un estado de indicación de configuración de UL-DL y enviar una indicación de configuración de UL-DL a un nodo vecino y células vecinas cuando se cambia la indicación de configuración de UL-DL en comparación con los estados anteriores en base a la salida de la función de configuración de UL-DL automática. La indicación de configuración de UL-DL se puede utilizar para informar al nodo vecino que la funcionalidad de reconfiguración de UL-DL está habilitada o deshabilitada. El nodo vecino puede establecer la decisión de habilitar o deshabilitar la reconfiguración de UL-DL en base a la indicación de configuración de UL-DL recibida de la NE.

Según se ilustra, para obtener información de tipo RSRP para los canales nodo a nodo, se puede utilizar un poco de coordinación de temporización para que una célula realice mediciones de tipo RSRP en el enlace ascendente de la célula desde las células vecinas de la célula. Más específicamente, ciertas subtramas pueden configurarse para estar en modo UL en la célula de medición, mientras que la célula a medir funciona en modo DL. A continuación, una vez que se consigue la sincronización, la célula de medición puede utilizar la estimación de la pérdida en el trayecto en base a CRS (o señales de referencia de información de estado del canal [CSI-RS]) para estimar la pérdida en el trayecto. En un ejemplo, la coordinación entre nodos vecinos se puede facilitar a través de la coordinación de la red (por ejemplo, NE). Una célula puede estar en un modo de medición cuando la célula no tiene una carga activa. Las mediciones de la pérdida en el trayecto de una célula pueden realizarse mientras la célula está en modo DL (transmitiendo subtramas regulares o MBSFN), mientras que la célula de medición puede estar en modo UL durante las mediciones. La información relativa a las señales de sincronización, los puertos CRS, los recursos de CSI-RS y/o la información de la potencia de transmisión se pueden transmitir a la célula de medición a través de la red de retorno (X2 y/o conexión de fibra de punto a punto). También se puede utilizar una mayor coordinación entre las células en el clúster de IM, por ejemplo, el intercambio de información respecto a las condiciones de tráfico o una configuración de UL-DL preferible. De forma alternativa, las mediciones de la pérdida en el trayecto entre nodos vecinos se pueden realizar con una señalización adicional que se puede definir específicamente para la agrupación en clústeres de IM o se puede implementar mediante un procedimiento específico del proveedor y/o protocolo.

Además, para los clústeres de células definidos anteriormente que funcionan en modo DL, el rendimiento de la capacidad de proceso de DL puede mejorarse aún más mediante el uso de una técnica adecuada de multipunto coordinado (CoMP) de DL dentro del clúster de IM en función de las condiciones de carga e interferencia dentro del clúster de IM. Sin embargo, en función del clúster de IM y los tamaños del conjunto de medición de CoMP de DL, la

configuración del conjunto de CoMP puede, en general, ser independiente de la configuración del clúster de IM. De manera similar, las técnicas de eCIC también se pueden utilizar junto con los procedimientos de IM (por ejemplo, agrupación en clústeres de IM) para mejorar aún más el rendimiento a través de la coordinación estática y/o semiestática de las macrotransmisiones en un área de red más grande.

- 5 Se puede utilizar un sistema multipunto coordinado (CoMP) para reducir la interferencia de nodos vecinos tanto en redes homogéneas como en HetNet. En el sistema multipunto coordinado (CoMP), los nodos, denominados nodos cooperantes, también pueden agruparse junto con otros nodos donde los nodos de múltiples células pueden transmitir señales al dispositivo inalámbrico y recibir señales del dispositivo inalámbrico. Los nodos cooperantes pueden ser nodos en la red homogénea o macronodos y/o nodos de baja potencia (LPN) en HetNet. El funcionamiento de CoMP puede aplicarse a las transmisiones de enlace descendente y las transmisiones de enlace ascendente.

- 10 El funcionamiento de CoMP de enlace descendente se puede dividir en dos categorías: planificación coordinada o conformación de haz coordinada (CS/CB o CS/CBF), y procesamiento conjunto o transmisión conjunta (JP/JT). Con CS/CB, una subtrama determinada puede transmitirse desde una célula a un dispositivo inalámbrico dado (por ejemplo, UE), y la planificación, incluida la conformación de haz coordinada, se coordina dinámicamente entre las células a fin de controlar y/o reducir la interferencia entre las diferentes transmisiones. Para el procesamiento conjunto, la transmisión conjunta puede ser realizada por múltiples células a un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, UE), en el que múltiples nodos transmiten al mismo tiempo utilizando los mismos recursos radio de tiempo y frecuencia y/o selección dinámica de células.

- 20 Se pueden utilizar dos procedimientos para la transmisión conjunta: la transmisión no coherente, que utiliza la recepción de combinación suave de la señal OFDM; y la transmisión coherente, que realiza la precodificación entre células para la combinación en fase en el receptor. Al coordinar y combinar señales de múltiples antenas, CoMP permite a los usuarios móviles disfrutar de un rendimiento y una calidad constantes para los servicios de alto ancho de banda, ya sea que el usuario móvil esté cerca del centro de una célula o en los bordes exteriores de la célula.

- 25 El funcionamiento de CoMP de enlace ascendente se puede dividir en dos categorías: recepción conjunta (JR) y planificación coordinada y conformación de haz (CS/CB). Con JR, se puede recibir un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) transmitido por el dispositivo inalámbrico (por ejemplo, UE) en puntos múltiples de una trama de tiempo. El conjunto de puntos múltiples puede constituir el conjunto de puntos de recepción de CoMP (RP), y puede incluirse en una parte del conjunto cooperante de CoMP de UL o en un conjunto cooperante de CoMP de UL completo. JR se puede utilizar para mejorar la calidad de la señal recibida. En CS/CB, las decisiones de selección de planificación y precodificación del usuario se pueden hacer con la coordinación entre los puntos correspondientes al conjunto cooperante de CoMP de UL. Con CS/CB, el PUSCH transmitido por el UE se puede recibir en un punto.

- 35 La FIG. 6A ilustra un ejemplo de un área de coordinación 308 (delineada con una línea en negrita) de un sistema de CoMP dentro de un sitio en una red homogénea, que puede ilustrar el escenario 1 de LTE CoMP. Cada nodo 310A y 312B-G puede servir a múltiples células (o sectores) 320A-G, 322A-G y 324A-G. La célula puede ser una definición lógica generada por el nodo o área de transmisión geográfica o subárea (dentro de un área de cobertura total) cubierta por el nodo, que puede incluir una identificación de célula específica (ID) que define los parámetros para la célula, tales como los canales de control, señales de referencia y frecuencias de las portadoras componentes (CC).
- 40 Al coordinar la transmisión entre múltiples células, la interferencia de otras células se puede reducir y la potencia recibida de la señal deseada se puede aumentar. Los nodos fuera del sistema de CoMP pueden ser nodos no cooperantes 312B-G. En un ejemplo, el sistema de CoMP puede ilustrarse como una pluralidad de nodos cooperantes (no se muestran) rodeados por una pluralidad de nodos no cooperantes.

- 45 La FIG. 6B ilustra un ejemplo de un sistema de CoMP entre sitios con cabezales de radio remotos de alta potencia (RRH) en una red homogénea, que puede ilustrar el escenario 2 de LTE CoMP. Un área de coordinación 306 (delineada con una línea en negrita) puede incluir los eNB 310A y los RRH 314H-M, donde cada RRH puede configurarse para comunicarse con el eNB a través de un enlace de retorno (enlace óptico o cableado). Los nodos cooperantes pueden incluir eNB y RRH. En un sistema de CoMP, los nodos pueden agruparse como nodos cooperantes en células adyacentes, donde los nodos cooperantes de múltiples células pueden transmitir señales al dispositivo inalámbrico 302 y recibir señales del dispositivo inalámbrico. Los nodos cooperantes pueden coordinar la transmisión/recepción de señales desde/hacia el dispositivo inalámbrico 302 (por ejemplo, UE). El nodo cooperante de cada sistema de CoMP puede incluirse en un conjunto de coordinación.

- 55 La FIG. 6C ilustra un ejemplo de un sistema de CoMP con nodos de baja potencia (LPN) en un área de cobertura de macrocélula. La FIG. 6C puede ilustrar los escenarios 3 y 4 de LTE CoMP. En el ejemplo de CoMP dentro de un sitio ilustrado en la FIG. 6C, los LPN (o RRH) de un macronodo 310A pueden ubicarse en diferentes ubicaciones en el espacio, y la coordinación de CoMP puede estar dentro de una sola macrocélula. Un área de coordinación 304 puede incluir los eNB 310A y los LPN 380N-S, donde cada LPN puede configurarse para comunicarse con el eNB a través de un enlace de retorno 332 (enlace óptico o cableado). Una célula 326A de un macronodo puede subdividirse adicionalmente en subcélulas 330N-S. Los LPN (o RRH) 380N-S pueden transmitir y recibir señales para una subcélula. Un dispositivo inalámbrico 302 puede estar en un borde de subcélula (o borde de célula) y la

coordinación CoMP dentro del sitio se puede producir entre los LPN (o RRH) o entre el eNB y los LPN. En el escenario 3 de CoMP, las RRH de baja potencia que proporcionan puntos de transmisión/recepción dentro del área de cobertura de la macrocélula pueden tener ID de célula diferentes a la macrocélula. En el escenario 4 de CoMP, las RRH de baja potencia que proporcionan puntos de transmisión/recepción dentro del área de cobertura de la macrocélula pueden tener el mismo ID de célula que la macrocélula.

Una red puede admitir la coordinación de interferencia intercelda en el dominio de la frecuencia (ICIC) o ICIC mejorada en el dominio del tiempo (eICIC). En un ejemplo, la ICIC se puede utilizar para disminuir la interferencia intercelular o nodos vecinos (p. ej., nodos de coordinación o nodos de cooperación) al disminuir la potencia de una parte de los subcanales en el dominio de la frecuencia que posteriormente se puede recibir cerca del nodo. Los subcanales no interfieren con los mismos subcanales utilizados en las células vecinas y, por lo tanto, los datos pueden enviarse a dispositivos inalámbricos que están cerca de la célula con menos interferencia en estos subcanales.

Otra técnica de ICIC es la ICIC mejorada (eICIC) utilizada en el dominio del tiempo para redes heterogéneas (HetNet), donde una macrocélula de alta potencia puede complementarse con nodos de baja potencia como las picocélulas (puntos de acceso en centros comerciales o aeropuertos) o femtocélulas (puntos de acceso en áreas pequeñas como hogares o negocios). Los nodos de baja potencia pueden existir dentro de un área de cobertura de la macrocélula. La macrocélula puede transmitir señales de alta potencia de largo alcance, y los nodos de baja potencia pueden transmitir señales de baja potencia en distancias cortas. En un ejemplo para atenuar la interferencia entre la macrocélula y los diversos nodos de baja potencia ubicados dentro del área de cobertura de la macrocélula, la eICIC puede coordinar el borrado de las subtramas en el dominio del tiempo en la macrocélula utilizando subtramas de tipo MBSFN. Como se emplea en esta memoria, una célula puede referirse al nodo (por ejemplo, eNB) configurado para comunicarse con dispositivos inalámbricos dentro de un área geográfica que se denomina área de cobertura de la célula.

En otro ejemplo, el enlace de retorno se puede utilizar para informar a la célula víctima (por ejemplo, que funciona en modo UL) sobre información parcial o completa con respecto a las transmisiones desde una célula agresora acoplada (por ejemplo, que funciona en modo DL), de manera que la célula víctima puede cancelar parcial o totalmente la interferencia de la transmisión en DL de la célula agresora antes de decodificar las transmisiones en UL de los UE en la célula víctima mediante la cancelación sucesiva de la interferencia. De forma alternativa, en un caso de procesamiento centralizado, los cabezales de radio remotos (RRH) basados en la red de acceso radio centralizada (CRAN o C-RAN) se pueden conectar directamente a un módulo de procesamiento centralizado (CPM) o unidad de procesamiento centralizada (p. ej., utilizando un cable óptico, o enlace cableado o inalámbrico) donde la información sobre una señal de transmisión para el conjunto de RRH y/o macrocélulas puede estar disponible y puede utilizarse para compensar la interferencia intercelular entre RRH y/o eNB (es decir, entre diferentes tipos de células que tienen direcciones de transmisión opuestas).

La FIG. 7 ilustra un ejemplo de interferencia entre nodos 880 (incluida la interferencia intercelular) entre los nodos 810 y 812 (por ejemplo, la interferencia de nodo a nodo) y la interferencia entre usuarios 884 entre usuarios o dispositivos inalámbricos 850 y 852 (por ejemplo, interferencia de UE a UE) para un escenario de implementación de red homogénea. Los diferentes tipos de interferencia, incluidas la interferencia intercelular y la interferencia entre usuarios, si no se tienen en cuenta, pueden limitar los beneficios potenciales de adaptar los sistemas de TDD a las condiciones dinámicas del tráfico.

Debido a la potencia de transmisión relativamente alta de los nodos, la interferencia intercelular (por ejemplo, la interferencia de nodo a nodo) puede ser un problema grave. Por ejemplo, las características de propagación entre nodos (p. ej., macronodos) pueden estar en la línea de visión (LOS) con una potencia de transmisión de aproximadamente 25-30 decibelios (dB) más alta que la potencia de un terminal de usuario o un dispositivo inalámbrico. El decibelio (dB) es una unidad logarítmica que indica la relación de una cantidad física (normalmente potencia o intensidad) en relación con un nivel de referencia específico o implícito. Por lo tanto, el nivel de potencia de una señal de enlace ascendente 872 del dispositivo inalámbrico 850 puede ser menor que la potencia de la señal de interferencia entre nodos 870 del nodo agresor. Las redes TDD síncronas que utilizan la misma configuración de TDD síncrona en toda la red se han utilizado para evitar la interferencia entre nodos.

La interferencia entre nodos se puede compensar o cancelar en un nodo receptor (por ejemplo, un nodo víctima o un nodo de enlace ascendente) permitiendo configuraciones de DL y UL asimétricas en el entorno multicelular con interferencia reducida y mayor eficacia de las redes TDD. Un nodo (por ejemplo, eNB) puede ser un nodo víctima o un nodo agresor en base a la configuración de DL o UL del nodo en un intervalo de tiempo especificado. Por ejemplo, si en un intervalo de tiempo, el nodo 810 recibe una transmisión de enlace ascendente (UL) desde un dispositivo inalámbrico 850, mientras que otro nodo 812 transmite una transmisión de enlace descendente (DL), el nodo se puede denominar un nodo víctima o nodo de enlace ascendente. Si en otro intervalo de tiempo, el nodo 812 transmite una transmisión en DL a un dispositivo inalámbrico 852, mientras que otro nodo 810 recibe una transmisión en UL, el nodo se puede denominar nodo agresor o un nodo de enlace descendente.

En un ejemplo, el nodo víctima 810 puede recibir información de señal DL de un nodo agresor 812 a través de un enlace de comunicación de red de retorno 844, tal como la señalización X2 mediante una conexión por cable o una

conexión por fibra óptica. En el nodo víctima, se puede estimar una respuesta al impulso de canal 880 para un canal entre el nodo agresor y el nodo víctima utilizando la información de la señal de enlace descendente. Una señal de interferencia entre nodos para el canal puede estimarse utilizando la información de la señal de enlace descendente y la respuesta al impulso de canal. El nodo víctima puede recibir una señal de enlace ascendente 860 desde un dispositivo inalámbrico 850 después de que se reciba la información de la señal de enlace descendente del nodo agresor y se estime la señal de interferencia entre nodos. La señal de interferencia entre nodos estimada se puede restar de la señal de enlace ascendente para formar una señal de enlace ascendente compensada por la interferencia entre nodos, que puede cancelar sustancialmente la interferencia entre nodos del nodo agresor en la señal de enlace ascendente permitiendo así una transmisión fiable y de alta capacidad de proceso entre el nodo víctima y el dispositivo inalámbrico.

Aunque, la FIG. 7 ilustra una red homogénea, los procedimientos, sistemas, dispositivos e interferencias descritos en la presente memoria también pueden ser aplicables a las redes heterogéneas. En otro ejemplo, tal como en una red de acceso radio centralizada (C-RAN) o en una HetNet, la cancelación de interferencias entre nodos se puede proporcionar en un módulo de procesamiento central (CPM). En un ejemplo, el CPM se puede utilizar como una unidad de banda base (BBU) para múltiples estaciones de la red.

La FIG. 8 ilustra un CPM 840 en comunicación con un macronodo 814 y nodos de baja potencia (LPN) 830 y 832 a través de un enlace de comunicación de red de retorno 842, tal como la señalización X2 (u otras conexiones y protocolos específicos del proveedor) mediante una conexión por cable o una conexión por fibra óptica. El CPM puede generar una señal de enlace descendente para un nodo de enlace descendente 814. El CPM puede estimar una respuesta al impulso de canal 890 para un canal entre el nodo de enlace descendente y un nodo de enlace ascendente 830 utilizando la señal de enlace descendente transmitida por el nodo de enlace descendente. El CPM puede determinar una señal de interferencia entre nodos para el canal utilizando la señal de enlace descendente y la respuesta al impulso de canal. La señal de enlace descendente 874 puede transmitirse a través del nodo de enlace descendente. El CPM puede recibir una señal de enlace ascendente 864 desde un dispositivo inalámbrico a través del nodo de enlace ascendente sustancialmente al mismo tiempo que se transmite la señal de enlace descendente. La señal de interferencia entre nodos recibida se puede restar de la señal de enlace ascendente para formar una señal de enlace ascendente compensada por la interferencia entre nodos para cancelar sustancialmente la interferencia entre nodos del nodo de enlace descendente en la señal de enlace ascendente.

La cancelación de interferencias entre nodos puede proporcionar un mecanismo para cancelar, reducir o posiblemente incluso eliminar la interferencia entre nodos en redes TDD para configuraciones dinámicas de trama de DL/UL no alineadas entre nodos o células. Además, la cancelación de interferencias entre nodos se puede utilizar para proporcionar la coexistencia de redes TDD y FDD.

En referencia de nuevo a la FIG. 7 de una implementación de red homogénea que funciona en modo de TDD dinámico en un intervalo de tiempo específico, un nodo víctima 810 en un área celular de nodo víctima 816 puede estar en las proximidades de un nodo agresor 812 en un área celular de nodo agresor 818. Se puede proporcionar una cancelación de interferencias entre nodos para el nodo víctima que funciona en UL (célula víctima) y el nodo agresor que funciona en DL (célula agresora). La señal de enlace ascendente recibida por el nodo víctima 860 puede representarse por $y_{eNB_1}^{(t)} = h_{eNB_1-UE_1} \otimes s_U^{(t)} + h_{eNB_1-eNB_2} \otimes s_D^{(t)} + n^{(t)}$,

donde $s_U^{(t)}$ 872 es una señal de enlace ascendente transmitida por un dispositivo inalámbrico de la célula víctima (es decir, un dispositivo inalámbrico) 850 al nodo víctima, $s_D^{(t)}$ 870 es una señal de enlace descendente transmitida por el nodo agresor a un dispositivo inalámbrico de la célula agresora (es decir, un segundo dispositivo inalámbrico) 852, $n^{(t)}$ es un ruido aditivo de otras fuentes, $h_{eNB_1-UE_1}$ 882 es una respuesta al impulso de canal entre el dispositivo inalámbrico de la célula víctima y el nodo víctima, $h_{eNB_1-eNB_2}$ 880 es una respuesta al impulso de canal entre el nodo agresor y el nodo víctima.

La Fig. 7 también ilustra una señal de enlace descendente recibida por el dispositivo inalámbrico de la célula agresora 862, incluida la señal de enlace descendente con la respuesta al impulso de canal 886 entre el dispositivo inalámbrico de la célula agresora y el nodo agresor, y la señal de enlace ascendente que actúa como interferencia con la respuesta al impulso de canal 884 entre el dispositivo inalámbrico de la célula víctima y el dispositivo inalámbrico de la célula agresora.

Sin interferencia, la señal de enlace ascendente recibida puede representarse por $h_{eNB_1-UE_1} \otimes s_U^{(t)}$, la convolución lineal de la respuesta al impulso de canal entre el dispositivo inalámbrico de la célula víctima y el nodo víctima combinado con la señal de enlace ascendente transmitida por un dispositivo inalámbrico de la célula víctima. La potencia de la señal de interferencia $h_{eNB_1-eNB_2} \otimes s_D^{(t)}$ generada por el nodo agresor puede ser mucho mayor que la potencia de la señal de enlace ascendente útil $h_{eNB_1-UE_1} \otimes s_U^{(t)}$. El hecho de eliminar el término aditivo $h_{eNB_1-eNB_2} \otimes s_D^{(t)}$ de la señal de interferencia entre nodos desde un nodo vecino (p. ej., un nodo agresor) puede permitir que el nodo víctima reciba satisfactoriamente la señal de enlace ascendente $s_U^{(t)}$ en algunos escenarios.

El nodo de interferencia (es decir, el nodo agresor) 812 puede proporcionar, a través del enlace de retorno 844, información de la señal de enlace descendente en la señal transmitida 870 al nodo receptor (es decir, el nodo víctima) 810. Tanto el nodo de interferencia como el nodo receptor pueden recibir la información de la señal de enlace descendente entre sí, ya que ambos nodos pueden proporcionar la transmisión de enlace descendente en diferentes intervalos de tiempo. El intercambio de información de la señal de enlace descendente se puede implementar de diferentes maneras. En una realización, la información de la señal de enlace descendente puede incluir una forma de onda directa $s_D^{(t)}$ 870.

En otra realización, la información de la señal de enlace descendente puede incluir la información específica utilizada para reconstruir la forma de onda transmitida $s_D^{(t)}$ en el nodo víctima. Dicha información específica puede incluir bits de información, una asignación de recursos, un modo de transmisión de entrada múltiple-salida múltiple (MIMO), una modulación y tasa de codificación, y la combinación de esta información específica. La señal transmitida por el nodo agresor puede llegar a ser total o parcialmente conocida y disponible en el nodo víctima.

Una vez que la forma de onda de la interferencia intercelular transmitida $s_D^{(t)}$ 870 está disponible en el nodo víctima 810, el nodo víctima puede utilizar la forma de onda de la interferencia intercelular para estimar la respuesta al impulso de canal $h_{eNB_1-eNB_2}$ 880 o la función de transferencia de canal entre el nodo víctima y el nodo agresor. La exactitud de la estimación del canal de la respuesta al impulso de canal puede ser muy alta debido a una gran ganancia de procesamiento que procede del conocimiento de la forma de onda transmitida $s_D^{(t)}$. De forma alternativa, la estimación del canal se puede realizar con información adicional proporcionada por señales de referencia (RS) o señales de sincronización en el sistema, o la estimación del canal puede ser proporcionada por la red cuando la estimación del canal se ha medido previamente.

El nodo víctima 810 puede estimar o reconstruir la señal de interferencia intercelular recibida $h_{eNB_1-eNB_2} \otimes s_D^{(t)}$ y restar la señal de interferencia intercelular de la señal recibida $y_{eNB_1}^{(t)}$ 860, suprimiendo así la interferencia intercelular. Cuando la estimación del canal de interferencia intercelular puede estimarse con exactitud, la señal de enlace ascendente compensada por la interferencia entre nodos en el nodo víctima $x_{eNB_1}^{(t)}$ puede representarse por:

$$x_{eNB_1}^{(t)} = y_{eNB_1}^{(t)} - h_{eNB_1-eNB_2} \otimes s_D^{(t)} = h_{eNB_1-UE_1} \otimes s_U^{(t)} + n(t)$$

que puede cancelar sustancialmente la interferencia entre nodos desde el nodo agresor en la señal de enlace ascendente.

Por lo tanto, la cancelación de interferencias entre nodos puede eliminar la mayor parte de la interferencia entre nodos, lo que puede hacer que la recepción de la señal de enlace ascendente sea viable en una configuración de UL-DL asimétrica entre nodos vecinos. La cancelación de interferencias entre nodos puede proporcionar a las redes TDD una opción adicional para controlar dinámicamente la configuración de TDD en cada célula de la red en base a la asimetría del tráfico de DL y UL instantáneo.

La cancelación de interferencias entre nodos se puede utilizar en HetNet o en una red de acceso radio centralizada, cooperativa o en la nube (CRAN o C-RAN), donde la funcionalidad del nodo se puede subdividir entre un grupo de procesamiento de unidades de banda base (BBU) y una unidad de radio remota (RRU) o un cabezal de radio remoto (RRH) con fibra óptica que conecta la BBU a la RRU. La C-RAN puede proporcionar una RAN con infraestructura en la nube de procesamiento centralizado, radio cooperativa y en tiempo real.

Según se ilustra en la FIG. 9, la C-RAN puede estar compuesta de tres partes: un conjunto de radios remotas 430 equipado con unidades de radio remotas (RRU) 432A-I con antenas, una estación base virtual compartida o un grupo de procesamiento de banda base 410 que incluye unidades de banda base (BBU) 412A-C, y una fibra o cable 422A-D y 424G en una red de transporte físico 420 que conecta, al menos, una de las RRU del grupo de radios remotas a, al menos, una de las BBU del grupo de banda base. El grupo de procesamiento de banda base puede ser centralizado. Cada BBU puede incluir un procesador de propósito general de alto rendimiento, un procesador de virtualización en tiempo real y/o un procesador de capa física (PHY) y/o un procesador de capa MAC 414A-F. Las BBU se pueden acoplar a un equilibrador de carga y al conmutador 418A-B a través del cableado eléctrico u óptico 426C. La red de transporte físico puede ser una red de transporte de baja latencia, una red eficaz en el ancho de banda y/o una red de transporte óptico 420 que utiliza fibra óptica o cableado óptico.

En otro ejemplo, la red de transporte físico puede ser una red de transporte eléctrico de alta velocidad. La red de transporte físico puede proporcionar un enlace de comunicación físico entre la BBU y la RRU. El enlace de comunicación físico puede incluir un enlace de fibra óptica o un enlace eléctrico cableado. La BBU puede denominarse controlador de elemento radio (REC). La RRU puede denominarse cabezal de radio remoto (RRH), equipo de radio remoto (RRE), estación retransmisora (RS) o equipo de radio (RE). Cada RRU puede estar separada de la BBU por una distancia seleccionada. Cada RRU puede incluir un sector, célula o área de cobertura 438E para un dispositivo inalámbrico, tal como un equipo de usuario (UE) 434A-J, donde el dispositivo inalámbrico

puede ubicarse dentro de múltiples sectores, células o áreas de cobertura. Las RRU distribuidas de la C-RAN pueden proporcionar una RAN con alta capacidad y una amplia área de cobertura.

Las RRU 432A-I pueden ser más pequeñas, más fáciles de instalar, más fáciles de mantener y consumen menos potencia que las BBU 412A-C. El grupo de procesamiento de banda base 110 puede añadir la potencia de procesamiento de la BBU a través de la tecnología de virtualización en tiempo real y proporcionar la capacidad de procesamiento de señales a las BTS o RRU virtuales en el grupo. La red de transporte físico puede distribuir las señales procesadas a las RRU en el grupo de radios remotas 430. El grupo de BBU centralizadas puede reducir el número de salas de nodos utilizadas para las BBU y puede hacer que la agrupación de recursos y la transmisión/recepción de radio cooperativa a gran escala sea posible. La C-RAN puede cambiar dinámicamente la conectividad de una pasarela de servicio (S-GW) desde una primera BBU a una segunda BBU en el grupo de BBU. En otro ejemplo, la C-RAN puede cambiar dinámicamente la conectividad de una BBU desde una primera RRU a una segunda RRU en el grupo de RRU.

En referencia de nuevo a la FIG. 8, una implementación de red heterogénea que funciona en modo de TDD dinámico en un intervalo de tiempo específico puede proporcionar la cancelación de interferencias entre nodos en las HetNet y/o una C-RAN. La cancelación de interferencias entre nodos puede aplicarse a los nodos en una red cooperativa heterogénea con un módulo de procesamiento central (CPM) o unidad de procesamiento centralizada y cabezales de radio remotos (o macronodo o LPN).

En un ejemplo, el CPM se puede utilizar como una unidad de banda base (BBU) para múltiples estaciones de la red. Cuando se utiliza el CPM, un enlace de retorno para la transmisión de información de la señal de enlace descendente a un nodo de enlace ascendente puede no ser necesario y el procesamiento, por ejemplo, de la construcción de una forma de onda de transmisión, la estimación del canal entre nodos y la sustracción de la señal de interferencia entre nodos de la señal de enlace ascendente recibida, puede implementarse directamente en el CPM, que también puede controlar el funcionamiento de diversas células, nodos o cabezales de radio remotos (RRH).

La FIG. 8 ilustra un CPM 840 en comunicación con un macronodo 814 y nodos de baja potencia (LPN) 830 y 832 a través de un enlace de comunicación de red de retorno 842, tal como la señalización X2 mediante una conexión por cable o una conexión por fibra óptica. El CPM puede generar una señal de enlace descendente para un nodo de enlace descendente 814. El CPM puede estimar una respuesta al impulso de canal 890 para un canal entre el nodo de enlace descendente y un nodo de enlace ascendente 830 utilizando la señal de enlace descendente o la información de la señal de enlace descendente. El CPM puede determinar una señal de interferencia entre nodos para el canal utilizando la señal de enlace descendente y la respuesta al impulso de canal. La señal de enlace descendente 874 puede transmitirse a través del nodo de enlace descendente. El CPM puede recibir una señal de enlace ascendente 864 desde un dispositivo inalámbrico a través del nodo de enlace ascendente sustancialmente al mismo tiempo que se transmite la señal de enlace descendente. La señal de interferencia entre nodos recibida se puede restar de la señal de enlace ascendente para formar una señal de enlace ascendente compensada por la interferencia entre nodos para cancelar sustancialmente la interferencia entre nodos del nodo de enlace descendente en la señal de enlace ascendente.

Se puede proporcionar una cancelación de interferencias entre nodos para el nodo de enlace ascendente 830 u 832 que funciona en un UL en las proximidades del nodo de enlace descendente 814 que funciona en un DL. La señal de enlace ascendente recibida 864 por el nodo de enlace ascendente 830 puede representarse por

$$y_{RRH_1}(t) = h_{RRH_1-UE_1} \otimes s_{U_1}(t) + h_{RRH_1-eNB} \otimes s_D(t) + n(t),$$

donde $s_{U_1}(t)$ 876 es una señal de enlace ascendente transmitida por un dispositivo inalámbrico 854 al nodo de enlace ascendente, $s_D(t)$ 874 es una señal de enlace descendente transmitida por el nodo de enlace descendente 214 a un segundo dispositivo inalámbrico 856, $n(t)$ es un ruido aditivo de otras fuentes, $h_{RRH_1-UE_1}$ 892 es una respuesta al impulso de canal entre el dispositivo inalámbrico y el nodo de enlace ascendente, h_{RRH_1-eNB} 890 es una respuesta al impulso de canal entre el nodo de enlace descendente y el nodo de enlace ascendente.

La FIG. 8 también ilustra una segunda señal de enlace ascendente recibida $y_{RRH_2}(t)$ 866 por un segundo nodo de enlace ascendente 832, donde $s_{U_2}(t)$ 878 es una segunda señal de enlace ascendente transmitida por un tercer dispositivo inalámbrico 858 al segundo nodo de enlace ascendente, $h_{RRH_2-UE_2}$ 896 es un la respuesta al impulso de canal entre el tercer dispositivo inalámbrico y el segundo nodo de enlace ascendente, y h_{RRH_2-eNB} 894 es una respuesta al impulso de canal entre el nodo de enlace descendente y el segundo nodo de enlace ascendente. La FIG. 8 también ilustra una señal de enlace descendente recibida por el segundo dispositivo inalámbrico, que incluye la señal de enlace descendente con la respuesta al impulso de canal h_{UE_3-eNB} 898 entre el segundo dispositivo inalámbrico y el nodo de enlace descendente.

La cancelación de interferencias entre nodos se puede utilizar en combinación con las técnicas de conformación de haz MIMO. Por ejemplo, la conformación de haz de transmisión en el nodo agresor o en el nodo de enlace descendente puede proporcionar una dirección nula en la dirección del nodo víctima o el nodo de enlace ascendente

para minimizar la potencia de transmisión de la señal emitida en la dirección del nodo víctima o el nodo de enlace ascendente. La conformación de haz del receptor (RX) y la cancelación de interferencias en el lado del nodo víctima o el nodo de enlace ascendente pueden proporcionar una compensación de la interferencia intercelular preliminar provocada por el nodo agresor o el nodo de enlace descendente.

5 En otro ejemplo, la cancelación de la interferencia intercelular se puede aplicar a las transmisiones asíncronas en DL y UL en diferentes células utilizando una forma de onda de la señal de interferencia de referencia intercambiada a través del enlace de retorno entre los nodos vecinos. La cancelación de la interferencia intercelular puede incluir la reconstrucción de las formas de onda de la señal de DL desde las células agresoras y/o la adaptación a la asimetría de tráfico de DL y UL en redes TDD.

10 En otra configuración, la señalización explícita e implícita puede admitir configuraciones adaptativas de UL-DL en sistemas TDD-LTE. El diseño de la señalización para indicar la reconfiguración de la configuración de UL-DL puede depender de la frecuencia de la reconfiguración para adaptarse a las condiciones de tráfico. Según se ha indicado previamente, la configuración de UL-DL para los UE heredados se puede cambiar de forma semiestática a través de los bits de información SIB1. La reconfiguración para adaptarse a las condiciones de tráfico, si se realiza de forma semiestática, también puede ser admitida a través de la señalización explícita de la configuración de UL-DL (incluida la subtrama flexible) mediante una capa de control de los recursos radio (RRC) o mediante un control de acceso a los medios-elemento de control (MAC-CE).

Si la adaptación se realiza dinámicamente, el PDCCH o el canal físico de control de enlace descendente mejorado (ePDCCH) que transporta la DCI pertinente (UL/DL) se puede utilizar para informar explícitamente a los UE avanzados de la configuración de UL-DL de una forma dinámica. En un planteamiento de señalización dinámica, se puede diseñar un formato de DCI específico (del mismo tamaño que el formato de DCI 1C en LTE) que también puede admitir la adaptación de la configuración de subtrama de UL-DL para múltiples portadoras componentes (CC), o el campo de indicación de configuración (CIF) se puede añadir a los formatos de DCI existentes compatibles con versiones anteriores. En un ejemplo, el formato de DCI específico que admite la adaptación de la configuración de subtrama de UL-DL para múltiples CC puede incluir múltiples CIF y/o utilizar un indicador de configuración - 25 identificador temporal de red radio (CI-RNTI). Si bien las adaptaciones rápidas (en una escala de pocos milisegundos) pueden ser favorables en términos de igualar las condiciones de tráfico en las células respectivas, las adaptaciones rápidas pueden llevar a una sobrecarga de señalización excesiva si se utiliza la señalización explícita de la configuración de subtrama de UL-DL.

30 La señalización implícita en base a una técnica de emparejamiento de subtramas también se puede utilizar para indicar dinámicamente las configuraciones de UL-DL. La señalización implícita puede depender de las relaciones de temporización existentes en las concesiones de UL, la temporización de la solicitud de repetición automática híbrida de PDSCH - acuse de recibo (HARQ-ACK) y la temporización de PHICH en redes heredadas sin señalización explícita. Durante la señalización implícita, el nodo puede no indicar o informar explícitamente al UE de la dirección de transmisión de FlexSF (por ejemplo, UL o DL). Para la señalización implícita, el dispositivo inalámbrico (por ejemplo, UE) puede considerar una FlexSF como una subtrama de DL en ausencia de una concesión de UL en la DCI transportada por el PDCCH en una subtrama de DL pertinente (en base a la temporización de la concesión de UL). En una subtrama de enlace ascendente, el dispositivo inalámbrico puede utilizar una subtrama de tipo MBSFN de patrón B (es decir, una subtrama falsa de MBSFN) con un PDCCH, tal como se muestra en la FIG. 3. Por lo tanto, la señalización implícita puede habilitar la señalización dinámica de la configuración de subtrama de UL-DL sin aumentar la sobrecarga de señalización. El diseño de la subtrama de tipo MBSFN que se muestra en la FIG. 3 puede habilitar un esquema de señalización implícita. La señalización implícita puede usarse para reducir el ancho de banda de señalización y/o proporcionar ahorro de energía o de potencia.

45 La solicitud de repetición automática es un mecanismo de retroalimentación mediante el cual un terminal receptor solicita la retransmisión de paquetes que se han detectado como erróneos. El ARQ híbrido es una combinación simultánea de la solicitud de retransmisión automática (ARQ) y corrección de errores hacia adelante (FEC) que permite que la sobrecarga de la corrección de errores se adapte dinámicamente en función de la calidad del canal. Cuando se utiliza HARQ y si los errores pueden ser corregidos por la FEC, entonces no se puede solicitar la retransmisión; de lo contrario, si los errores se pueden detectar pero no se pueden corregir, se puede solicitar una retransmisión. Una señal de acuse de recibo (ACK) se puede transmitir para indicar que uno o más bloques de datos, tales como en un PDSCH, se han recibido y decodificado satisfactoriamente. La información de HARQ-ACK/acuse de recibo negativo (NACK o NAK) puede incluir retroalimentación de un receptor al transmisor a fin de confirmar la recepción correcta de un paquete o solicitar una nueva retransmisión (mediante NACK o NAK).

55 El nodo puede ser responsable de la planificación adecuada de la transmisión de datos para los UE heredados para asegurar que los recursos PUSCH y los recursos HARQ-ACK correspondientes de PDSCH y PUSCH siguen siendo válidos incluso cuando la configuración de TDD se cambia para los UE avanzados. En un ejemplo, las FlexSF con direcciones de transmisión configuradas dinámicamente también pueden ser utilizadas por los UE avanzados al mismo tiempo que mantienen una retroalimentación HARQ-ACK adecuada con una línea de tiempo HARQ predefinida enlazada y/o correspondiente a una configuración de UL-DL configurada.

Pueden existir algunas discrepancias relacionadas con los recursos de las señales de referencia de sondeo (SRS), especialmente las transmisiones de SRS en base al tipo de activación LTE 0 (es decir, a través de la señalización de capa superior, como la señalización RRC), para el caso de la adaptación dinámica. Por ejemplo, la subtrama utilizada para transmitir SRS, tal como lo determina el UE mediante el índice de subtrama K_{srs} dentro de la trama y los valores $T_{desplazamiento}$ de desplazamiento de la subtrama SRS en LTE (especificación técnica 3GPP [TS] 36.213 subsección 8.2 V11.0.0 [2012-09] y versiones posteriores), se pueden configurar de forma semiestática. Por ejemplo, si una subtrama de este tipo es una FlexSF, la FlexSF no puede cambiarse a una subtrama de DL para evitar eventos como una transmisión SRS perdida. Las señales de referencia de sondeo pueden incluir señales de referencia transmitidas en un enlace ascendente (UL) para permitir que el nodo realice el sondeo del canal, que se puede utilizar para dar soporte a la planificación en el dominio de la frecuencia.

Los diversos procesos, procedimientos, configuraciones y sistemas descritos anteriormente se pueden combinar en una operación del sistema TDD (por ejemplo, la operación del sistema TD-LTE) con configuraciones adaptativas de UL-DL. Por ejemplo, un procedimiento de una operación TDD con una configuración adaptativa de TDD para UL-DL puede comenzar a partir de una configuración por defecto inicial de UL-DL para las células. La configuración de TDD para UL-DL se puede transmitir a los UE en las células respectivas mediante mensajes SIB1. Los nodos (p. ej., los eNB) pueden medir la condición del tráfico local, las condiciones de interferencia y evaluar las condiciones de la agrupación en clústeres de IM y/o las particiones a fin de mejorar y/u optimizar las métricas de rendimiento objetivo, por ejemplo, la capacidad de proceso del sistema o la eficacia espectral (SE). El nodo puede coordinarse a través de un enlace de retorno (por ejemplo, interfaz X2 y/o conexión de fibra punto a punto) y determinar el cambio de una configuración para algunas células o clústeres de IM. El nodo puede enviar cualquier información de reconfiguración a una célula objetivo o clústeres de células objetivo. La célula objetivo o los clústeres de células objetivo pueden utilizar una estructura de trama flexible para cambiar la configuración de TDD para UL-DL de la célula objetivo o de los clústeres de células objetivo. Cualquier información de reconfiguración puede ser transmitida a los UE ya sea explícitamente (mediante señalización RRC, un MAC-CE y/o el PDCCH o ePDCCH) o utilizando implícitamente la temporización de concesión de UL. El nodo puede coordinar la configuración de UL-DL y la planificación de datos, así como las transmisiones de SRS, considerando la compatibilidad con versiones anteriores y la coexistencia con UE heredados, diferentes RAT, técnicas de transmisión y/o potencias de transmisión de los nodos. Los nodos también pueden coordinarse para emplear técnicas de CoMP o eCIC que atenúan eficazmente la interferencia intercelular. Los nodos pueden supervisar el tráfico, las condiciones de interferencia y volver a evaluar las condiciones de agrupación en clústeres de IM y/o las particiones a fin de optimizar las métricas de rendimiento objetivo. Si existen ciertas condiciones de tráfico, de interferencia y/o de agrupación en clústeres de IM, el nodo puede coordinarse nuevamente a través de un enlace de retorno y determinar el cambio de una configuración para algunas células o clústeres de IM, y el procedimiento puede repetirse nuevamente.

El procedimiento y/o el sistema pueden incluir un entorno general de diseño de sistemas de TDD (por ejemplo, un entorno de diseño TD-LTE) para proporcionar un funcionamiento eficaz en sistemas avanzados (por ejemplo, 3GPP LTE V11.0.0 o LTE versión 11 y versiones posteriores) con un soporte eficaz para las configuraciones de subtrama de UL-DL adaptativas en base a una métrica de rendimiento o criterios preferibles (por ejemplo, condiciones de tráfico o capacidad de proceso global del sistema) en diferentes células. El procedimiento y/o el sistema pueden proporcionar un esquema para mejorar y/u optimizar las métricas de rendimiento objetivo (por ejemplo, capacidad de proceso del sistema o SE) por nodos (por ejemplo, eNB) que utilizan la información que incluye (entre otros) la condición del tráfico local, las condiciones de interferencia, y/o posibles condiciones de agrupación en clústeres de IM y/o particiones para realizar la reconfiguración de la subtrama de UL-DL adaptativa. El procedimiento y/o el sistema pueden tener en cuenta consideraciones sobre la compatibilidad con versiones anteriores y la gestión de nuevos tipos de interferencia. En un ejemplo, el procedimiento y/o el sistema pueden proporcionar un diseño completo para un soporte eficaz de las configuraciones de subtrama de UL-DL adaptativas. Por ejemplo, el sistema puede incluir al menos tres componentes funcionales principales: una estructura de trama que utiliza una estructura de subtrama flexible, esquemas de gestión de interferencia (IM) para sistemas de TDD y soporte de señalización, incluida la señalización explícita e implícita. Pueden estar disponibles diversas opciones de diseño detallado para que el componente funcional se pueda ampliar, modificar o mejorar dentro del entorno de diseño completo. El entorno de diseño de TDD puede utilizar diferentes estructuras de tramas TDD reconfigurables, esquemas de gestión de interferencias (IM) y/o diferentes diseños de señalización de control para mejorar y/u optimizar el rendimiento del sistema. El entorno de diseño de TDD puede utilizar un nodo para coordinar la configuración de UL-DL y la planificación de datos, así como las transmisiones de SRS, considerando la compatibilidad con versiones anteriores y aspectos de coexistencia tales como los UE heredados, diferentes RAT, técnicas de transmisión y/o potencias de transmisión de los nodos. El entorno de diseño de TDD puede utilizar un nodo para coordinar y emplear técnicas de CoMP o eCIC que atenúan eficazmente la interferencia intercelular.

En otro ejemplo, un procedimiento de una operación TDD con una configuración adaptativa de TDD para UL-DL puede comenzar a partir de una configuración por defecto inicial de UL-DL para las células en la red o el sistema. La configuración de TDD para UL-DL se puede transmitir a los UE en las células respectivas mediante mensajes SIB1. Los nodos (p. ej., los eNB) pueden medir la condición del tráfico local, las condiciones de interferencia y evaluar las condiciones de la agrupación en clústeres de IM y/o las particiones a fin de mejorar y/u optimizar las métricas de rendimiento objetivo, por ejemplo, la capacidad de proceso del sistema o la eficacia espectral (SE). La red se puede dividir en grupos de nodos vecinos. Dicha agrupación se puede determinar en base a las capacidades de la red de

retorno y las conexiones entre nodos. En cada uno de estos grupos, en base a una periodicidad y/o configuración predefinidas, un conjunto particular de células puede realizar mediciones en ciertas subtramas, tales como las subtramas de UL. Las transmisiones de UL, que pueden transmitirse durante las subtramas especiales de TDD, desde los UE no pueden planificarse para obtener una intensidad del canal a largo plazo (por ejemplo, información de tipo RSRP) de otro conjunto de células vecinas para evaluar las condiciones de agrupación en clústeres de IM. Un segundo conjunto de células puede funcionar en el modo DL, y las mediciones pueden realizarse en el CRS o CSI-RS transmitido desde los nodos agresores.

El intercambio de condiciones de carga de tráfico local en cada célula puede facilitarse mediante el intercambio de información a través de la interfaz de red de retorno, donde las células en cuestión pueden notificar dicha información, incluida cualquier información pertinente de tipo RSRP, a una unidad de procesamiento centralizado (CPU) o CPM. El intercambio de condiciones de carga de tráfico local puede incluir información de tráfico tanto de DL como de UL, cuya información puede indicar implícitamente una configuración de subtrama de DL-UL preferible en cada célula. Un nodo maestro, un CPM o una CPU puede coordinarse a través de un enlace de retorno (por ejemplo, interfaz X2 y/o conexión de fibra punto a punto) y determinar el cambio de una configuración para algunas células o clústeres de IM. El nodo maestro, el CPM o la CPU pueden enviar cualquier información de reconfiguración a la célula objetivo o a los clústeres de las células a través del enlace de retorno. La coordinación también se puede realizar de forma distribuida entre las células y los nodos participantes.

La célula objetivo o los clústeres de células objetivo pueden utilizar una estructura de trama flexible para cambiar la configuración de TDD para UL-DL de la célula objetivo o de los clústeres de células objetivo. En un ejemplo, solo una subtrama de enlace ascendente puede cambiar al modo DL en base a la estructura de tramas FlexSF ilustrada en la FIG. 2.

Cualquier información de reconfiguración se puede transmitir a un UE avanzado (por ejemplo, un UE que utilice el estándar de la versión 12 de LTE o la versión posterior) utilizando la señalización explícita de la capa 1 (es decir, la capa física o PHY). La información se puede transmitir a los UE mediante un campo de indicación de configuración (CIF) añadido a los formatos de DCI existentes (por ejemplo, LTE versión 10 y/u 11).

Los UE heredados pueden funcionar según la configuración de TDD indicada a través del mensaje SIB1 tal como se ha configurado inicialmente. El nodo puede coordinar la configuración de UL-DL y la planificación de datos, así como las transmisiones de SRS, considerando la compatibilidad con versiones anteriores y la coexistencia con UE heredados, diferentes RAT, técnicas de transmisión-recepción y/o potencias de transmisión de los nodos. Para los clústeres de IM con células que funcionan en el modo DL, se pueden utilizar técnicas de multipunto coordinado (CoMP) de DL para mejorar la eficacia espectral (SE) de DL dentro del clúster. El nodo puede supervisar el tráfico, las condiciones de interferencia y volver a evaluar las posibles condiciones de agrupación en clústeres de IM y/o las particiones a fin de optimizar las métricas de rendimiento objetivo, que pueden ser facilitadas por la información de medición de tipo RSRP, tal como se ha descrito anteriormente. Si se cumplen las condiciones para una reconfiguración de los clústeres de IM, el nodo maestro, el CPM o la CPU pueden coordinarse nuevamente a través de un enlace de retorno y determinar el cambio de una configuración para algunas células o clústeres de IM, y el procedimiento puede repetirse nuevamente.

Otro ejemplo proporciona un procedimiento 500 para adaptar las configuraciones de subtrama de duplexado por división de tiempo (TDD) de enlace ascendente-enlace descendente (UL-DL) en una red heterogénea (HetNet), tal como se muestra en el diagrama de flujo en la FIG. 10. El procedimiento puede ejecutarse como instrucciones en una máquina o circuitería informática, donde las instrucciones se incluyen en, al menos, un medio legible por ordenador o un medio de almacenamiento no transitorio legible por máquina. El procedimiento incluye la operación de determinar una configuración de UL-DL adaptativa preferible, tal como en el bloque 510. Sigue con la operación de recibir, en un nodo B de referencia mejorado (eNB), información de configuración de nodo para, al menos, un nodo vecino, tal como en el bloque 520. La siguiente operación del procedimiento puede ser reconfigurar una configuración de UL-DL adaptativa para, al menos, uno del eNB de referencia y, al menos, un nodo vecino en base a la información de configuración de los nodos y la planificación de subtrama de la señal de referencia de sondeo (SRS) del eNB de referencia y el, al menos uno, nodo vecino, tal como en el bloque 530.

La información de configuración de nodo puede incluir una configuración de UL-DL, un estándar de tecnología de acceso radio (RAT) o la potencia de transmisión nominal de un nodo. En un ejemplo, el eNB de referencia puede estar en una célula diferente del, al menos uno, nodo vecino. En otro ejemplo, el eNB de referencia y el, al menos uno, nodo vecino pueden compartir un identificador (ID) de célula común.

La recepción y transmisión de información de configuración de nodo y otra información entre el eNB de referencia y el, al menos uno, nodo vecino puede utilizar un enlace de retorno mediante una conexión por cable, una conexión inalámbrica o una conexión por fibra óptica. En un ejemplo, el procedimiento puede incluir además enviar, desde el eNB de referencia, la reconfiguración de UL-DL adaptativa al, al menos uno, nodo vecino; y la planificación de datos de UL, datos de DL y transmisiones SRS en el eNB de referencia en base a la reconfiguración de UL-DL adaptativa. Los datos de UL, los datos de DL y las transmisiones SRS también pueden planificarse en el, al menos uno, nodo vecino en base a la reconfiguración de UL-DL adaptativa.

En una configuración, la operación de determinar la configuración de UL-DL adaptativa preferible puede incluir además: determinar un criterio para optimizar al menos una métrica de rendimiento del sistema en base a al menos una métrica de operación del sistema; medir la, al menos una, métrica de operación del sistema en el eNB de referencia; recibir, en el eNB de referencia, al menos una medición de una métrica de operación del sistema desde al menos un nodo vecino; y configurar la configuración de UL-DL adaptativa preferible en base a al menos una medición de una métrica de operación del sistema para mejorar la, al menos una, métrica de rendimiento del sistema. La métrica de rendimiento del sistema puede incluir una capacidad de proceso del sistema, eficacia espectral (SE), una métrica de retardo, una métrica de calidad de servicio (QoS) o una métrica de calidad de experiencia (QoE). La métrica de operación del sistema puede incluir una condición de tráfico, carga de tráfico, un tipo de interferencia o una condición de interferencia.

En otra configuración, la operación de determinar la configuración de UL-DL adaptativa preferible puede incluir además: medir la interferencia en una subtrama de enlace ascendente (UL) del eNB de referencia durante una subtrama de enlace descendente (DL) de al menos un nodo vecino; recibir, en el eNB de referencia, una medición de la interferencia de al menos un nodo vecino, en el que la medición de la interferencia incluye una medición de la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) o de la calidad recibida de la señal de referencia (RSRQ) en un canal de UL del eNB de referencia; determinar los clústeres de gestión de interferencias (IM) en base a las mediciones de la interferencia recopiladas a causa de los dos vecinos y la configuración de la configuración adaptativa de UL-DL preferible para cada clúster de IM. Los nodos que generan interferencias entre sí por encima de un umbral específico se pueden agrupar en un mismo clúster de IM.

En un ejemplo, el procedimiento puede incluir además la configuración de los nodos en cada clúster de IM que funcionan en modo de enlace descendente (DL) con una técnica de transmisión en base a las condiciones de carga e interferencia para mejorar la eficacia espectral o atenuar la interferencia intercelular dentro del clúster de IM. La técnica de transmisión puede incluir una transmisión multipunto coordinada (CoMP) de enlace descendente (DL), coordinación de interferencia intercelda mejorada (eICIC) y combinaciones de las mismas.

En otro ejemplo, la operación de determinar los clústeres de IM puede incluir además: estimar una pérdida en el trayecto de los canales de nodo a nodo entre los nodos que tienen una misma identidad de célula o diferentes identidades de célula utilizando una señal de referencia específica de la célula (CRS) o una señal de referencia de información de estado del canal (CSI-RS); y comparar la pérdida en el trayecto estimada con el umbral especificado.

En otra configuración, la operación de reconfigurar la configuración de UL-DL adaptativa puede incluir además: determinar las subtramas de enlace ascendente (UL) utilizadas para transmitir señales de referencia de sondeo (SRS); y cambiar una subtrama flexible (FlexSF) de la configuración de UL-DL adaptativa utilizada para un UL a un enlace descendente (DL) cuando la FlexSF no se ha planificado para transmitir SRS.

En un ejemplo, la operación de reconfigurar la configuración de UL-DL adaptativa se puede configurar de forma semiestática mediante los bits de información del bloque de información del sistema tipo1 (SIB1), la señalización de control de los recursos radio (RRC) o un elemento de control de control de acceso al medio (MAC) (MAC-CE). En otro ejemplo, la operación de reconfiguración de la configuración de UL-DL adaptativa se puede configurar dinámicamente mediante un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) o un canal físico de control de enlace descendente mejorado (ePDCCH) que transporta una información de control de enlace descendente (DCI) pertinente o implícitamente donde una subtrama flexible (FlexSF) de la configuración adaptativa de UL-DL funciona como una subtrama de enlace descendente (DL) cuando la DCI pertinente no incluye una concesión de enlace ascendente (UL).

En otra configuración, la operación de determinar la configuración de UL-DL adaptativa preferible puede incluir además: medir la condición de tráfico en el eNB de referencia y la condición de interferencia; recibir, en el eNB de referencia, una condición de tráfico y una condición de interferencia de una pluralidad de nodos vecinos; determinar una condición de agrupamiento en clústeres de gestión de interferencias (IM) y partición para el eNB de referencia y la pluralidad de nodos vecinos; agrupar el eNB de referencia y la pluralidad de nodos vecinos en base a la condición de tráfico, la condición de interferencia, la condición y partición de la agrupación en clústeres de IM, una capacidad de red de retorno, una periodicidad de la configuración de UL-DL o una configuración de UL-DL. La condición de interferencia puede incluir interferencia de canal adyacente e interferencia cocanal. En otro ejemplo, el procedimiento puede incluir además supervisar la condición de tráfico, la condición de interferencia y la condición y partición de la agrupación en clústeres de IM del eNB de referencia y el, al menos uno, nodo vecino para mejorar una métrica de rendimiento.

Otro ejemplo proporciona un procedimiento 600 para adaptar las configuraciones de subtrama de duplexado por división de tiempo (TDD) de enlace ascendente-enlace descendente (UL-DL) en una red heterogénea (HetNet), tal como se muestra en el diagrama de flujo en la FIG. 11. El procedimiento puede ejecutarse como instrucciones en una máquina o circuitería informática, donde las instrucciones se incluyen en, al menos, un medio legible por ordenador o un medio de almacenamiento no transitorio legible por máquina. El procedimiento incluye la operación de agrupar una pluralidad de nodos en clústeres de gestión de interferencias (IM) cuando una pérdida en el trayecto de los canales de nodo a nodo está por encima de un umbral específico, tal como en el bloque 610. Sigue con la operación de generar una configuración de UL-DL adaptativa preferible para cada uno de los clústeres de IM, en el

que al menos una configuración de UL-DL adaptativa preferible incluye una subtrama flexible (FlexSF) configurada para conmutar entre una subtrama de enlace ascendente (UL) y una subtrama de enlace descendente (DL), tal como en el bloque 620. La siguiente operación del procedimiento puede ser reconfigurar la configuración de UL-DL adaptativa para cada uno de los clústeres de IM para proporcionar compatibilidad con versiones anteriores en base a la información de configuración de nodo y la planificación de subtrama de la señal de referencia de sondeo (SRS), tal como en el bloque 630. El procedimiento puede incluir además transmitir la reconfiguración de UL-DL adaptativa a, al menos, un nodo en un clúster de IM seleccionado mediante un enlace de retorno a través de una conexión por cable, una conexión inalámbrica o una conexión por fibra óptica, tal como en el bloque 640.

En un ejemplo, el procedimiento puede incluir además un nodo que señala dinámicamente un dispositivo inalámbrico en el clúster de IM con la configuración de UL-DL adaptativa utilizando explícitamente un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) o un canal físico de control de enlace descendente mejorado (ePDCCH) que transporta una información de control de enlace descendente (DCI) o implícitamente cuando la FlexSF funciona como una subtrama de enlace descendente (DL) cuando la DCI pertinente no incluye una concesión de enlace ascendente (UL). La información de configuración de nodo puede incluir una configuración de UL-DL, un estándar de tecnología de acceso radio (RAT) o la potencia de transmisión nominal de un nodo.

En una configuración, la operación de generar la configuración de UL-DL adaptativa preferible puede incluir además: determinar un criterio para optimizar al menos una métrica de rendimiento del sistema en base a al menos una métrica de operación del sistema; medir la, al menos una, métrica de operación del sistema en un eNB; recopilar, al menos una medición de una métrica de operación del sistema desde una pluralidad de nodos; y configurar la configuración de UL-DL adaptativa preferible en base a al menos una medición de una métrica de operación del sistema para mejorar la, al menos una, métrica de rendimiento del sistema. En un ejemplo, la, al menos una, métrica de rendimiento del sistema puede incluir una capacidad de proceso del sistema, eficacia espectral (SE), una métrica de retardo, una métrica de calidad de servicio (QoS) o una métrica de calidad de experiencia (QoE). En otro ejemplo, la, al menos una, métrica de operación del sistema puede incluir una condición de tráfico, carga de tráfico, un tipo de interferencia o una condición de interferencia.

En otra configuración, la operación de generar la configuración de UL-DL adaptativa preferible puede incluir además: medir la condición de tráfico de un nodo, la condición de interferencia o la condición de agrupación en clústeres de IM y la partición, en el que la condición de interferencia incluye la interferencia del canal adyacente y la interferencia cocanal; recopilar las condiciones de tráfico, las condiciones de interferencia, o la condición de agrupación en clústeres de IM y la partición de una pluralidad de nodos; reagrupar la pluralidad de nodos en base a la condición de tráfico, la condición de interferencia, la condición y partición de la agrupación en clústeres de IM, una capacidad de red de retorno, una periodicidad de la configuración de UL-DL o una configuración de UL-DL; configurar los nodos en cada clúster de IM que funcionan en modo de enlace descendente (DL) con una técnica de transmisión; y supervisar la condición de tráfico, la condición de interferencia, o la condición de agrupación en clústeres de IM y la partición de la pluralidad de nodos para mejorar una métrica de rendimiento. La técnica de transmisión (o la técnica de transmisión-recepción) puede incluir una transmisión multipunto coordinada de enlace descendente (DL) (CoMP), una coordinación de interferencia intercelda mejorada (eICIC) y combinaciones de las mismas.

La FIG. 12 ilustra un nodo de ejemplo (por ejemplo, el nodo de referencia 710 y el nodo vecino 730) y un dispositivo inalámbrico de ejemplo 720. El nodo puede incluir un dispositivo de nodo 712 y 732. El dispositivo de nodo o el nodo se pueden configurar para comunicarse con el dispositivo inalámbrico. El dispositivo de nodo puede configurarse para adaptar las configuraciones de subtrama de duplexado por división de tiempo (TDD) de enlace ascendente-enlace descendente (UL-DL) en una red heterogénea (HetNet). El dispositivo de nodo o el nodo se pueden configurar para comunicarse con otros nodos a través de un enlace de retorno 740 (enlace óptico, inalámbrico o cableado), tal como un protocolo de aplicación X2 (X2AP). El dispositivo de nodo puede incluir un módulo de procesamiento 714 y 734, un módulo de transceptor 716 y 736, un planificador 718 y 738, y un módulo de estimación 708 y 728.

En un ejemplo, las funciones del planificador y/o el módulo de estimación pueden realizarse por el módulo de procesamiento. El módulo de transceptor puede configurarse para recibir información de configuración de nodo para, al menos, un nodo vecino y transmitir una configuración de UL-DL al, al menos uno, nodo vecino. El módulo de transceptor puede configurarse además para comunicarse con el nodo vecino a través de la señalización X2, el protocolo de aplicación X2 (X2AP) o la señalización de enlace de retorno a través de una conexión por cable, una conexión inalámbrica o una conexión por fibra óptica. El módulo de procesamiento puede habilitarse para reconfigurar una configuración de UL-DL adaptativa para al menos uno de una pluralidad de nodos, incluido el, al menos uno, nodo vecino en base a la información de configuración de nodo. La pluralidad de nodos puede utilizar una identidad de célula común o identidades de célula distintas.

La reconfiguración de la configuración de UL-DL adaptativa puede incluir el cambio de una subtrama flexible (FlexSF) de un enlace ascendente (UL) a un enlace descendente (DL). La información de configuración de nodo puede incluir una configuración de UL-DL, un estándar de tecnología de acceso radio (RAT) o la potencia de transmisión nominal de un nodo. El nodo (por ejemplo, el nodo de referencia 710 y el nodo vecino 730) puede incluir una estación base (BS), un nodo B (NB), un nodo B evolucionado (eNB), una unidad de banda base (BBU), un

cabezal de radio remoto (RRH), un equipo de radio remoto (RRE), una unidad de radio remota (RRU) o un módulo de procesamiento central (CPM).

5 En una configuración, el módulo de procesamiento 714 y 734 puede ser operativo para reconfigurar la FlexSF de la configuración de UL-DL adaptativa de una subtrama de UL a una subtrama de DL cuando la FlexSF no se ha planificado para transmitir una señal de referencia de sondeo (SRS). En otra configuración, el planificador 718 y 738 se puede configurar para planificar transmisiones de datos de UL, datos de DL y señales de referencia de sondeo (SRS) en base a la reconfiguración de UL-DL adaptativa.

10 En otra configuración, el módulo de procesamiento 714 y 734 puede ser operativo para determinar al menos una métrica de operación del sistema para supervisar, medir la, al menos una, métrica de operación del sistema y configurar una configuración de UL-DL adaptativa para mejorar una métrica de rendimiento del sistema en base a al menos una medición de una métrica de operación del sistema de una pluralidad de eNB. La métrica de rendimiento del sistema puede incluir una capacidad de proceso del sistema, eficacia espectral (SE), una métrica de retardo, una métrica de calidad de servicio (QoS) o una métrica de calidad de experiencia (QoE). La, al menos una, métrica de operación del sistema puede incluir una condición de tráfico, carga de tráfico, un tipo de interferencia y una condición de interferencia. El módulo de transceptor 716 y 736 puede ser operativo además para recibir al menos una medición de una métrica de operación del sistema desde el, al menos uno, nodo vecino.

20 En otra configuración, los módulos de estimación 708 y 728 pueden configurarse para estimar una pérdida en el trayecto de los canales de nodo a nodo entre los nodos que tienen una identidad de célula común o identidades de célula distintas utilizando una señal de referencia específica de la célula (CRS) o una señal de referencia de información de estado del canal (CSI-RS). El módulo de transceptor 716 y 736 puede ser operativo además para recibir una medición de la interferencia desde el, al menos uno, nodo vecino. La medición de la interferencia puede incluir una medición de la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) o la calidad recibida de la señal de referencia (RSRQ) en un canal de UL del, al menos uno, nodo vecino que genera la medición de la interferencia. El módulo de procesamiento 714 y 734 puede ser operativo para medir la interferencia en una subtrama de UL del nodo durante una subtrama de DL del, al menos uno, nodo vecino, comparar la pérdida en el trayecto estimada de los canales de nodo a nodo para cada par de nodos a un umbral especificado, agrupar los nodos en un mismo clúster de gestión de interferencias (IM) cuando la pérdida en el trayecto estimada asociada con los nodos supera el umbral especificado, y configurar la configuración de UL-DL adaptativa para cada clúster de IM.

30 En un ejemplo, el módulo de procesamiento 714 y 734 puede ser operativo para configurar los nodos en cada clúster de IM que funciona en modo de enlace descendente (DL) con una técnica de transmisión para mejorar la eficacia espectral o atenuar la interferencia intercelular dentro del clúster de IM. La técnica de transmisión puede incluir una transmisión multipunto coordinada (CoMP) de enlace descendente (DL), coordinación de interferencia intercelda mejorada (eICIC) y combinaciones de las mismas.

35 En otro ejemplo, el módulo de transceptor 716 y 736 puede funcionar además para recibir información de la señal de enlace descendente desde un nodo vecino. El módulo de procesamiento 714 y 734 puede ser operativo para estimar una respuesta al impulso de canal para un canal entre el nodo vecino y el nodo utilizando la información de la señal de enlace descendente, estimar una señal de interferencia entre nodos para el canal utilizando la información de la señal de enlace descendente y la respuesta al impulso de canal, y restar la señal de interferencia entre nodos estimada de una señal recibida para cancelar sustancialmente la interferencia entre nodos desde el nodo vecino antes de descodificar una señal de enlace ascendente deseada. El módulo de transceptor puede configurarse además para recibir la señal de enlace ascendente desde un dispositivo inalámbrico antes de restar la señal de interferencia entre nodos estimada de la señal de enlace ascendente, y la información de la señal de enlace descendente puede recibirse antes de la recepción de la señal de enlace ascendente.

45 En otra configuración, el módulo de procesamiento 714 y 734 puede ser operativo para reconfigurar dinámicamente la configuración de UL-DL adaptativa mediante el uso explícito de un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) o un canal físico de control de enlace descendente mejorado (ePDCCH) que transporta una información de control de enlace descendente (DCI) pertinente o implícitamente donde la FlexSF funciona como una subtrama de enlace descendente (DL) cuando la DCI pertinente no incluye una concesión de enlace ascendente (UL).

50 El dispositivo inalámbrico 720 puede incluir un módulo de transceptor 724 y un módulo de procesamiento 722. El módulo de procesamiento puede configurarse para generar una SRS y una señal de enlace ascendente y procesar una señal de enlace descendente. El módulo de transceptor puede configurarse para transmitir la SRS y la señal de enlace ascendente y recibir la señal de enlace descendente.

55 La FIG. 13 proporciona una ilustración de ejemplo del dispositivo inalámbrico, como puede ser un equipo de usuario (UE), una estación móvil (MS), un dispositivo móvil inalámbrico, un dispositivo de comunicación móvil, una tableta, un auricular telefónico u otro tipo de dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico puede incluir una o más antenas configuradas para comunicarse con un nodo, macronodo, nodo de baja potencia (LPN), o estación de transmisión, tal como una estación base (BS), un nodo evolucionado B (eNB), una unidad de banda base (BBU), un cabezal de radio remoto (RRH), un equipo de radio remoto (RRE), una estación retransmisora (RS), un equipo de radio (RE) u otro tipo de punto de acceso a la red de área amplia inalámbrica (WWAN). El dispositivo inalámbrico

puede configurarse para comunicarse mediante, al menos, un estándar de comunicación inalámbrica que incluye LTE 3GPP, WiMAX, acceso de paquetes a alta velocidad (HSPA), Bluetooth y WiFi. El dispositivo inalámbrico puede comunicarse mediante antenas separadas para cada estándar de comunicación inalámbrica o antenas compartidas para múltiples estándares de comunicación inalámbrica. El dispositivo inalámbrico puede comunicarse en una red inalámbrica de área local (WLAN), una red de área personal inalámbrica (WPAN) y/o una WWAN.

La FIG. 13 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 inalámbrico. La pantalla de visualización puede ser una visor de pantalla de cristal líquido (LCD) u otro tipo de pantalla como una pantalla de diodo emisor de luz orgánico (OLED). 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 inalámbrico. Un teclado puede integrarse con el dispositivo inalámbrico o conectarse de forma inalámbrica con el dispositivo inalámbrico para proporcionar una entrada de usuario adicional. También se puede proporcionar un teclado virtual mediante la pantalla táctil.

Diversas técnicas, o ciertos aspectos o partes de las mismas, pueden tomar la forma de código de programa (es decir, instrucciones) materializadas en medios tangibles, tales como discos flexibles, CD-ROM, discos duros, medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, 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 pone en práctica las diversas técnicas. La circuitería puede incluir hardware, firmware, código de programa, código ejecutable, instrucciones de ordenador y/o software. Un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio puede ser un medio de almacenamiento legible por ordenador que no incluye señal. 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 legible por el procesador (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. La memoria volátil y no volátil y/o los elementos de almacenamiento pueden ser una RAM, EPROM, una unidad flash, una unidad óptica, una unidad de disco duro magnética, una unidad de estado sólido u otro medio para el almacenamiento de datos electrónicos. El nodo y el dispositivo inalámbrico también pueden incluir un módulo de transceptor, un módulo de contador, un módulo de procesamiento y/o un módulo de reloj o un módulo de temporizador. Uno o más programas que pueden implementar o utilizar las diversas técnicas descritas en la presente memoria pueden usar una interfaz de programación de aplicaciones (API), 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 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.

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 también puede implementarse en dispositivos de 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.

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, una realización de la presente invención. Así, cuando aparecen frases como "en un ejemplo" en diversos lugares de esta memoria descriptiva, no se refieren todas necesariamente a la misma realización.

- 5 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 de la misma lista basándose solamente en su presentación en un grupo común sin indicaciones contrarias. Además, se pueden hacer referencia a diversas realizaciones y ejemplos de la presente invención en la presente memoria junto con alternativas para los diversos componentes de las mismas. Se entiende que dichas realizaciones, 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.
- 10 Por otro lado, las funciones, estructuras o características descritas pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. En las descripciones precedentes, se proporcionan numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de diseños, distancias, ejemplos de redes, etc. que proporcionan una comprensión completa de las realizaciones 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 específicos o con otros procedimientos, componentes, diseños, etc. En otros casos, las estructuras, materiales u funcionamientos bien conocidos no se muestran o se describen en detalle para evitar la ocultación de aspectos de la invención.
- 15 Aunque los ejemplos anteriores son ilustrativos de los principios de la presente invención, en una o más aplicaciones particulares, será evidente para las personas con experiencia ordinaria en la técnica que se pueden hacer numerosas modificaciones en la forma, el uso y los detalles de la implementación sin el ejercicio de facultades inventivas, y sin apartarse de los principios y conceptos de la invención. Por consiguiente, no se pretende que la invención esté limitada, excepto por las reivindicaciones que se exponen a continuación.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para adaptar las configuraciones de subtrama de duplexado por división de tiempo, TDD, de enlace ascendente-enlace descendente, UL-DL, en una red heterogénea, HetNet, el procedimiento que comprende las etapas de:
- 5 determinar (510), en un nodo B de referencia mejorado, eNB (710), una configuración de UL-DL adaptativa preferible; y
- recibir (520), en el eNB de referencia (710), información de configuración de nodo para al menos un nodo vecino (730); y
- 10 que comprende además la reconfiguración (530), en el eNB de referencia (710), de la configuración de UL-DL adaptativa para el eNB de referencia (710) y el, al menos uno, nodo vecino (730) en base a la información de configuración de nodo y la planificación de subtrama de la señal de referencia de sondeo, SRS, del eNB de referencia (710) y el, al menos uno, nodo vecino (730).
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la información de configuración de nodo se selecciona del grupo que consiste en una configuración de UL-DL, una tecnología de acceso radio, RAT, estándar, la potencia de transmisión nominal de un nodo y combinaciones de las mismas.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que determinar la configuración de UL-DL adaptativa preferible comprende además:
- determinar un criterio para optimizar al menos una métrica de rendimiento del sistema en base a al menos una métrica de operación del sistema;
- 20 medir la al menos una métrica de operación del sistema en el eNB de referencia (710);
- recibir, en el eNB de referencia (710), al menos una medición de una métrica de operación del sistema desde el, al menos uno, nodo vecino (730); y
- configurar la configuración de UL-DL adaptativa preferible en base a al menos una medición de una métrica de operación del sistema para mejorar la al menos una métrica de rendimiento del sistema, en el que
- 25 la métrica de rendimiento del sistema se selecciona del grupo que consiste en una capacidad de proceso del sistema, eficacia espectral, SE, una métrica de retardo, una métrica de calidad de servicio, QoS, una métrica de calidad de experiencia, QoE, y combinaciones de los mismos; y
- la métrica de operación del sistema se selecciona del grupo que consiste en una condición de tráfico, carga de tráfico, un tipo de interferencia, una condición de interferencia y combinaciones de las mismas.
- 30 4. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 3, en el que determinar la configuración de UL-DL adaptativa preferible comprende además:
- medir la interferencia en una subtrama de enlace ascendente, UL, del eNB de referencia (710) durante una subtrama de enlace descendente, DL, del, al menos uno, nodo vecino (730);
- 35 recibir, en el eNB de referencia (710), una medición de la interferencia de, al menos, un nodo vecino (730), en el que la medición de la interferencia incluye una medición de la potencia recibida de la señal de referencia, RSRP, o la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ, en un canal de UL del eNB de referencia (710);
- determinar los clústeres de gestión de interferencias, IM, en base a las mediciones de la interferencia recopiladas debidas a los nodos vecinos (730), en el que los nodos que generan interferencias entre sí por encima de un umbral específico se agrupan en una misma agrupación en clústeres de IM; y
- 40 configurar la configuración de UL-DL adaptativa preferible para cada clúster de IM.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, que además comprende:
- configurar los nodos en cada clúster de IM que funcionan en el modo de enlace descendente, DL, con una técnica de transmisión en base a las condiciones de carga e interferencia para mejorar la eficacia espectral o atenuar la interferencia intercelular dentro del clúster de IM, en el que la técnica de transmisión se selecciona del grupo que
- 45 consiste en transmisión de multipunto coordinado, CoMP, de enlace descendente, DL, coordinación de interferencia intercelda mejorada, eICIC y combinaciones de los mismos.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la reconfiguración de la configuración de UL-DL adaptativa comprende además:

determinar las subtramas de enlace ascendente, UL, utilizadas para transmitir señales de referencia de sondeo, SRS; y

cambiar una subtrama flexible, FlexSF, de la configuración de UL-DL adaptativa utilizada para un UL a un enlace descendente, DL, cuando la FlexSF no se ha planificado para transmitir SRS.

5 7. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la reconfiguración de la configuración de UL-DL adaptativa se configura de forma semiestática mediante los bits de información del bloque de información del sistema tipo1, SIB1, la señalización de control de los recursos radio, RRC, o un elemento de control de control de acceso al medio, MAC, MAC-CE; o la reconfiguración de la configuración de UL-DL adaptativa se configura dinámicamente mediante el uso explícito de un canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, o un canal físico de control de enlace descendente mejorado, ePDCCH, que transporta una información de control de enlace descendente pertinente, DCI, o implícitamente donde una subtrama flexible, FlexSF, de la configuración de UL-DL adaptativa funciona como una subtrama de enlace descendente, DL, cuando la DCI pertinente no incluye una concesión de enlace ascendente, UL.

10 8. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que determinar la configuración de UL-DL adaptativa preferible comprende además:

medir la condición de tráfico y la interferencia del eNB de referencia (710), en el que la condición de interferencia incluye la interferencia del canal adyacente y la interferencia cocanal;

recibir, en el eNB de referencia (710), una condición de tráfico y una condición de interferencia de una pluralidad de nodos vecinos (730);

20 20 determinar una condición y partición de la agrupación en clústeres de gestión de interferencias, IM, para el eNB de referencia (710) y la pluralidad de nodos vecinos (730);

agrupar el eNB de referencia (710) y la pluralidad de nodos vecinos (730) en base a la información seleccionada del grupo que consiste en la condición de tráfico, la condición de interferencia, la condición y partición de la agrupación en clústeres de IM, una capacidad de red de retorno, una periodicidad de la configuración de UL-DL, una configuración de UL-DL, y combinaciones de los mismos.

25 9. Un programa informático que comprende un medio de código de programa informático que está adaptado para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8.

30 10. Un dispositivo de nodo de un nodo configurado para adaptar las configuraciones de subtrama de duplexado por división de tiempo, TDD, de enlace ascendente-enlace descendente, UL-DL, en una red heterogénea, HetNet, que comprende:

un módulo de transceptor (716) para recibir información de configuración de nodo para al menos un nodo vecino (730) y transmitir una configuración de UL-DL al, al menos uno, nodo vecino (730); y

un módulo de procesamiento (714) configurado para determinar una configuración de UL-DL adaptativa preferible;

35 el módulo de procesamiento (714) está además configurado para reconfigurar la configuración de UL-DL adaptativa para el nodo y el, al menos uno, nodo vecino (730) en base a la información de configuración de nodo y la planificación de subtrama de la señal de referencia de sondeo, SRS, del eNB de referencia (710) y el, al menos uno, nodo vecino (730).

40 11. El dispositivo de nodo de la reivindicación 10, en el que el módulo de procesamiento (714) es operativo para reconfigurar una FlexSF de la configuración de UL-DL adaptativa de una subtrama de UL a una subtrama de DL cuando la FlexSF no se ha planificado para transmitir la SRS.

45 12. El dispositivo de nodo según una de las reivindicaciones 10 y 11, en el que el módulo de transceptor (716) está además configurado para comunicarse con los nodos vecinos (730) mediante señalización X2 o la señalización de enlace de retorno a través de una conexión por cable, una conexión inalámbrica o un conexión por fibra óptica; y la información de configuración de nodo se selecciona del grupo que consiste en una configuración de UL-DL, una tecnología de acceso radio, RAT, estándar, la potencia de transmisión nominal de un nodo y combinaciones de los mismos.

13. El dispositivo de nodo según una de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende además: un planificador (718) para planificar los datos de UL, los datos de DL y las transmisiones de la señal de referencia de sondeo, SRS, en base a la reconfiguración de UL-DL adaptativa.

50 14. El dispositivo de nodo según una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que:

el módulo de procesamiento (714) además es operativo para determinar al menos una métrica de operación del sistema para supervisar, medir la, al menos una, métrica de operación del sistema y configurar una configuración de

- 5 UL-DL adaptativa para mejorar una métrica de rendimiento del sistema en base a al menos una medición de una métrica de operación del sistema desde una pluralidad de eNB, en el que la métrica de rendimiento del sistema se selecciona del grupo que consiste en una capacidad de proceso del sistema, eficacia espectral, SE, una métrica de retardo, una métrica de calidad de servicio, Qos, una métrica de calidad de experiencia, QoE, y combinaciones de los mismos; y la, al menos una, métrica de operación del sistema se selecciona del grupo que consiste en una condición de tráfico, carga de tráfico, un tipo de interferencia, una condición de interferencia y combinaciones de las mismas; y
- el módulo de transceptor (716) también es operativo para recibir al menos una medición de una métrica de operación del sistema desde el, al menos uno, nodo vecino (730).
- 10 15. El dispositivo de nodo según una de las reivindicaciones 10 a 14 que comprende además:
- un módulo de estimación (708) para estimar una pérdida en el trayecto de los canales de nodo a nodo entre los nodos que tienen una identidad de célula común o identidades de célula distintas utilizando una señal de referencia específica de la célula, CRS, o una señal de referencia de información de estado del canal, CSI-RS; en el que
- 15 el módulo de transceptor (716) es además operativo para recibir una medición de la interferencia de al menos un nodo vecino (730), en el que la medición de la interferencia incluye una medición de la potencia recibida de la señal de referencia, RSRP, o de la calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ, en un canal de UL del, al menos uno, nodo vecino (730) que genera la medición de la interferencia;
- 20 el módulo de procesamiento (714) es además operativo para medir la interferencia en una subtrama de UL del nodo durante una subtrama de DL del, al menos uno, nodo vecino (730), comparar la pérdida en el trayecto estimada de los canales de nodo a nodo para cada par de nodos a un umbral especificado, agrupar los nodos en un mismo clúster de gestión de interferencias, IM, cuando la pérdida en el trayecto estimada asociada con los nodos supera el umbral especificado, y configurar la configuración de UL-DL adaptativa para cada clúster de IM;
- el módulo de transceptor (716) además es operativo para recibir información de la señal de enlace descendente desde un nodo vecino (730); y
- 25 el módulo de procesamiento (714) es además operativo para estimar una respuesta al impulso de canal para un canal entre el nodo vecino (730) y el nodo utilizando la información de la señal de enlace descendente, estimar una señal de interferencia entre nodos para el canal utilizando la información de la señal de enlace descendente y la respuesta al impulso de canal, y restar la señal de interferencia entre nodos estimada de una señal recibida para cancelar la interferencia entre nodos desde el nodo vecino (730) antes de descodificar una señal de enlace ascendente deseada,
- 30 en el que el módulo de transceptor (716) está configurado además para recibir la señal de enlace ascendente de un dispositivo inalámbrico antes de restar la señal de interferencia entre nodos estimada de la señal de enlace ascendente, y la información de la señal de enlace descendente se recibe antes de la recepción de la señal de enlace ascendente.

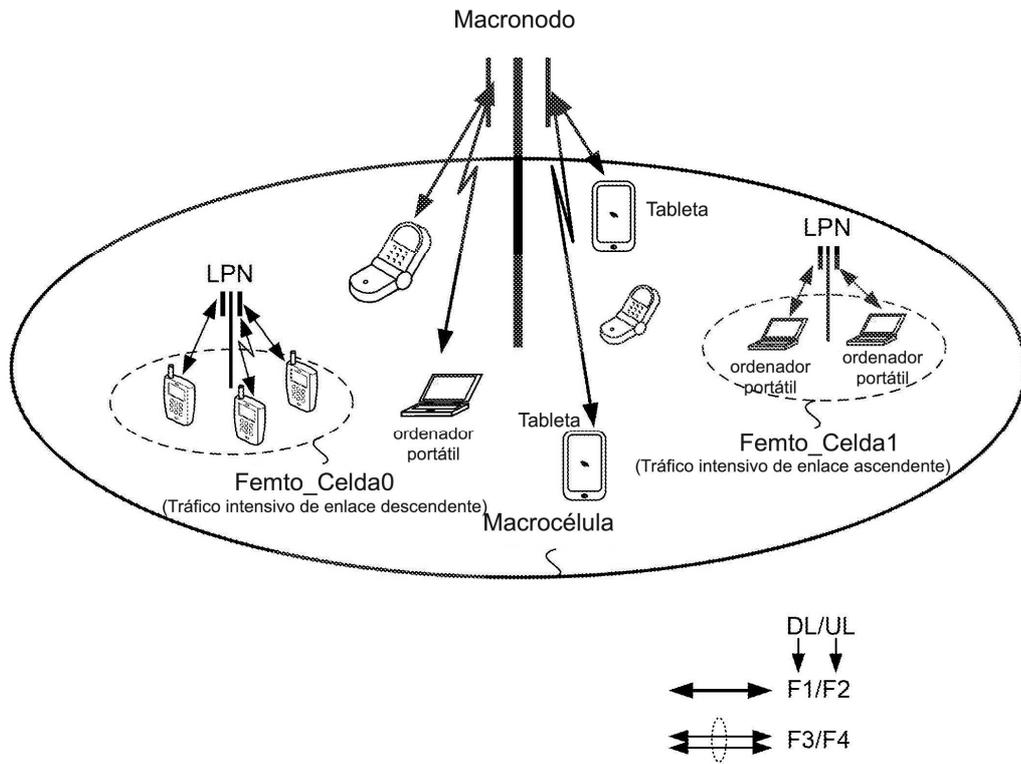


FIG. 1

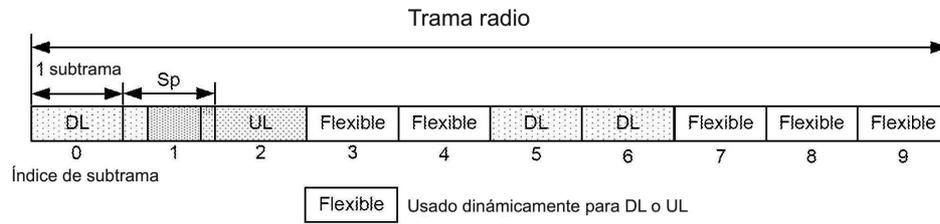


FIG. 2

Commutación dinámica a través de CIF



Patrón A

Patrón B

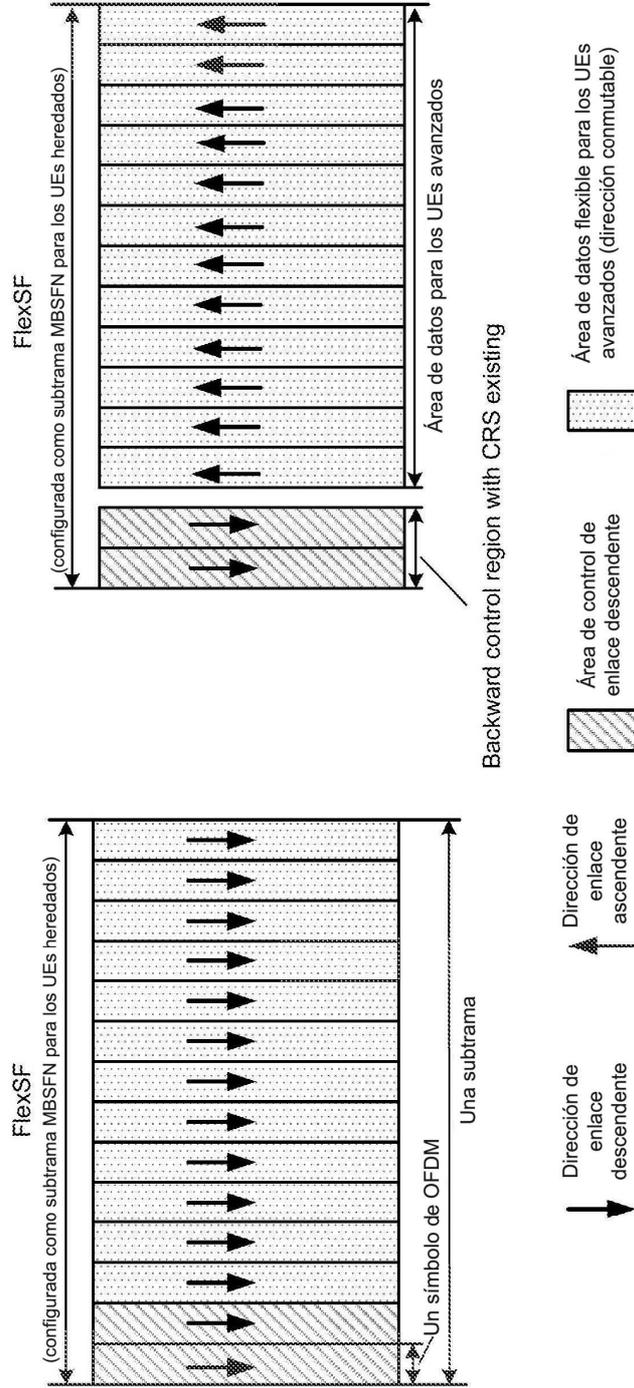


FIG. 3

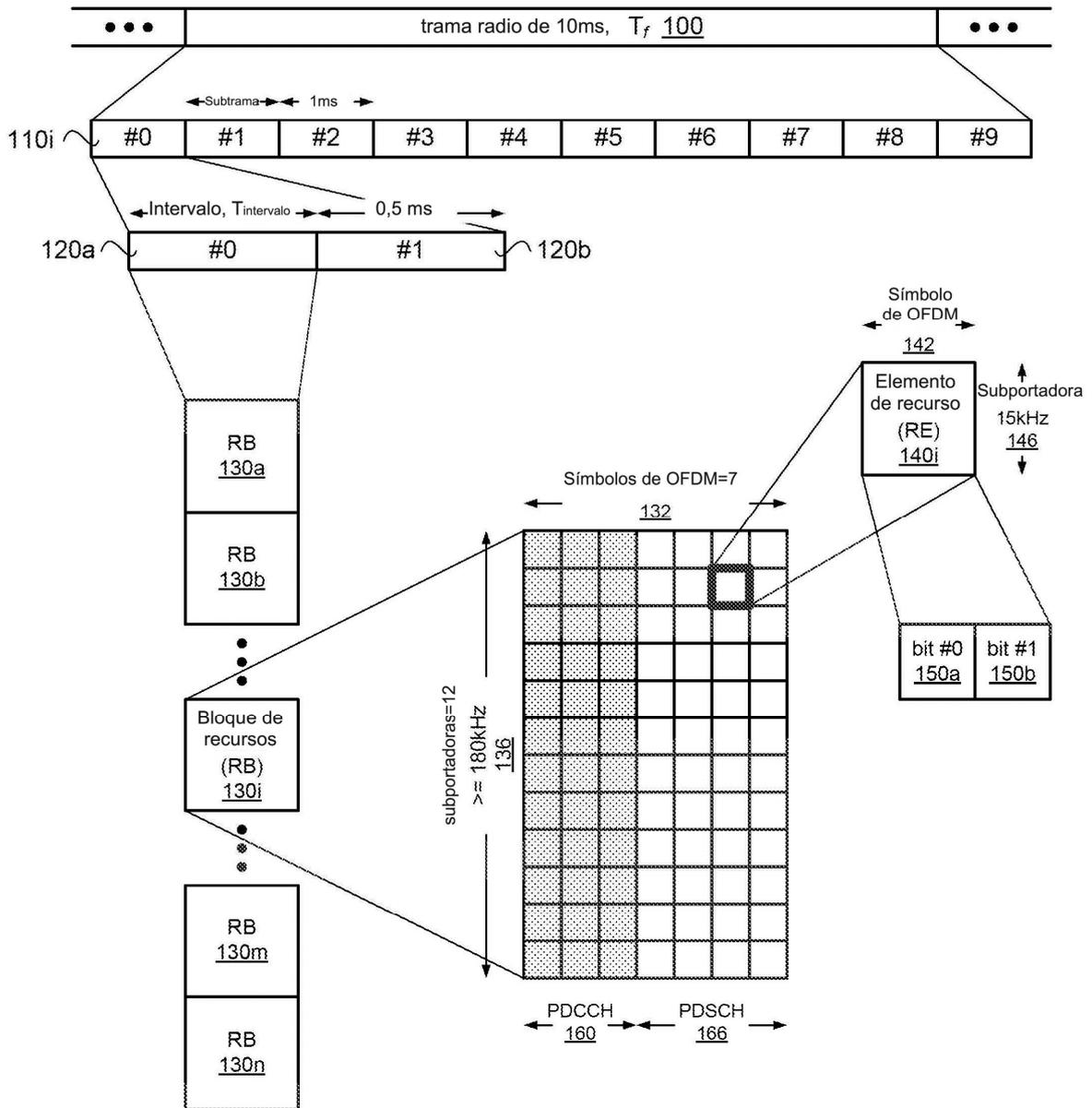


FIG. 4

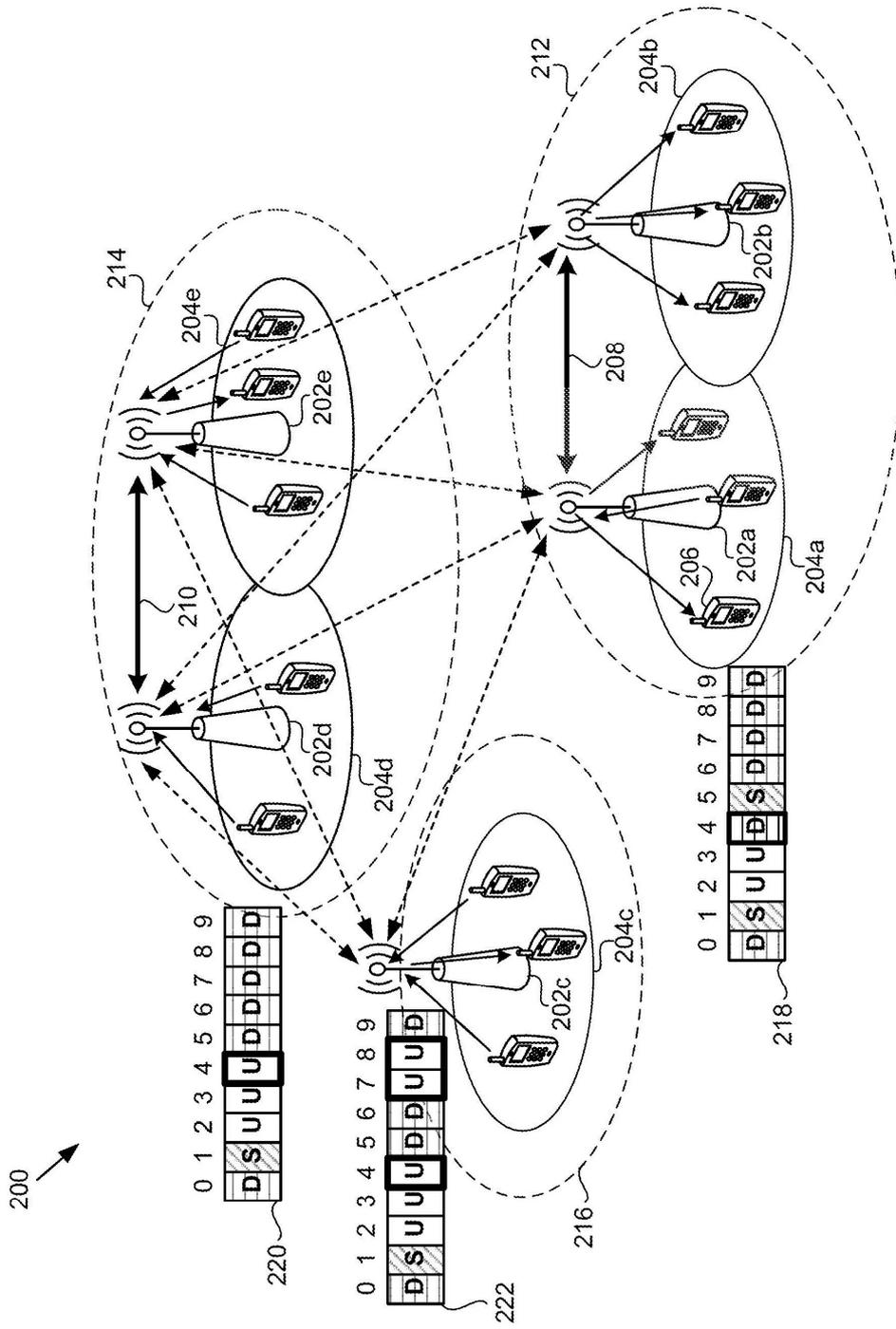


FIG. 5

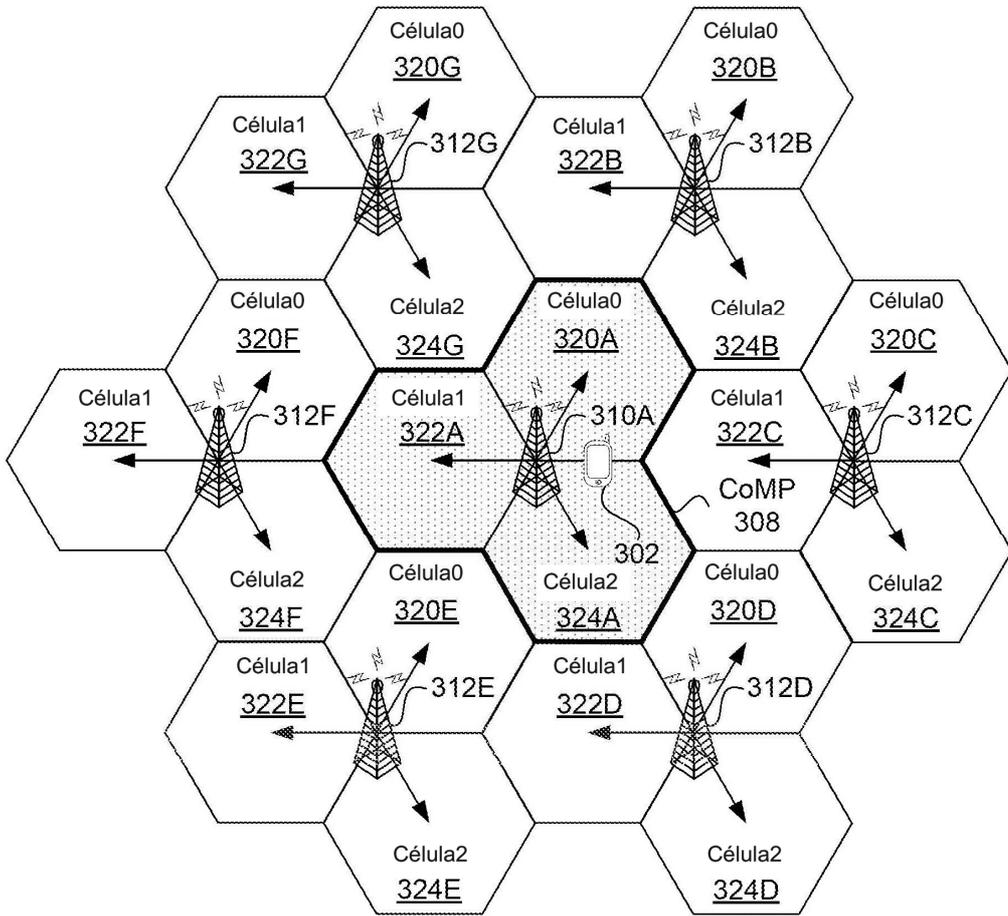


FIG. 6A

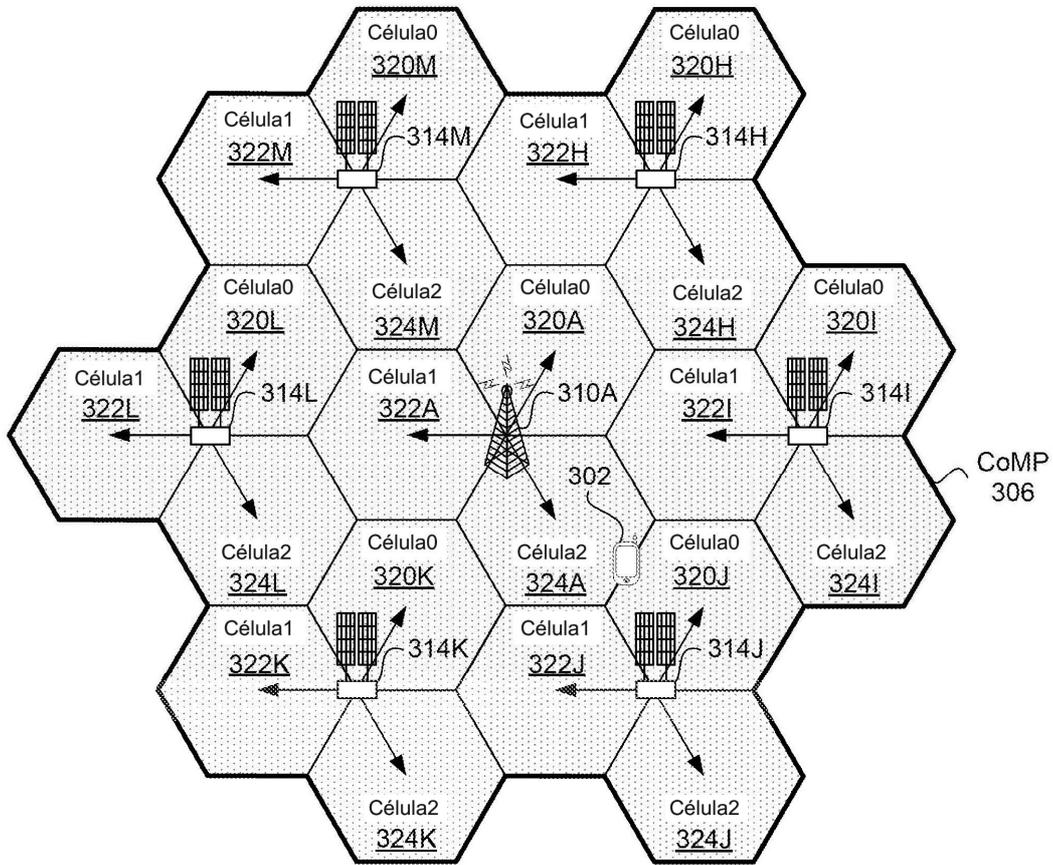


FIG. 6B

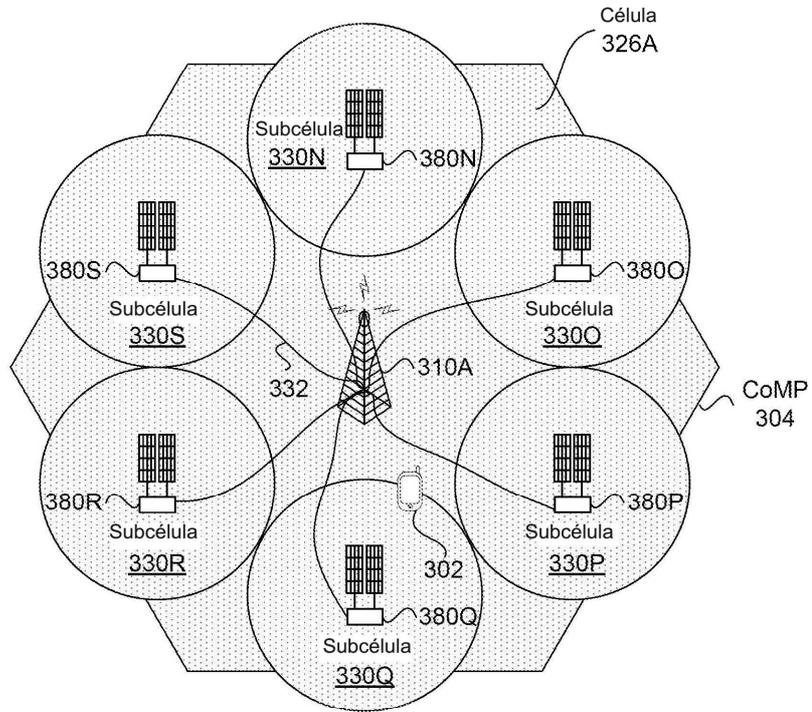


FIG. 6C

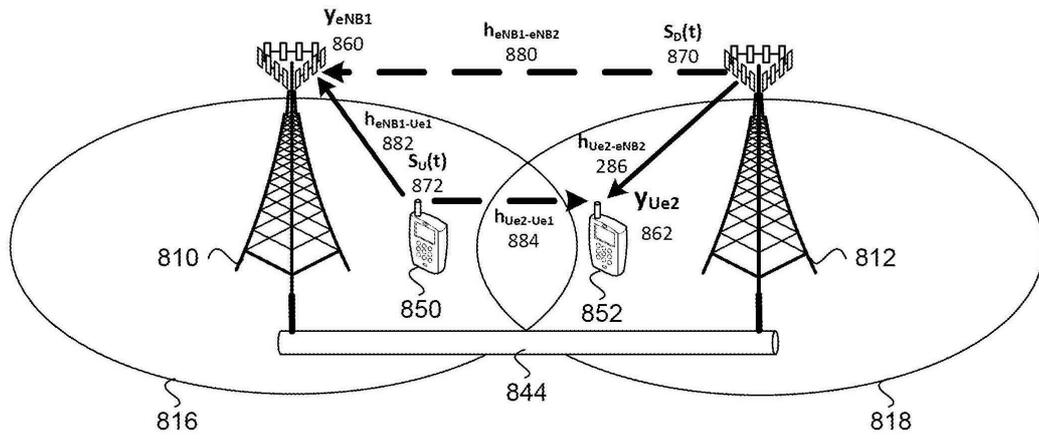


FIG. 7

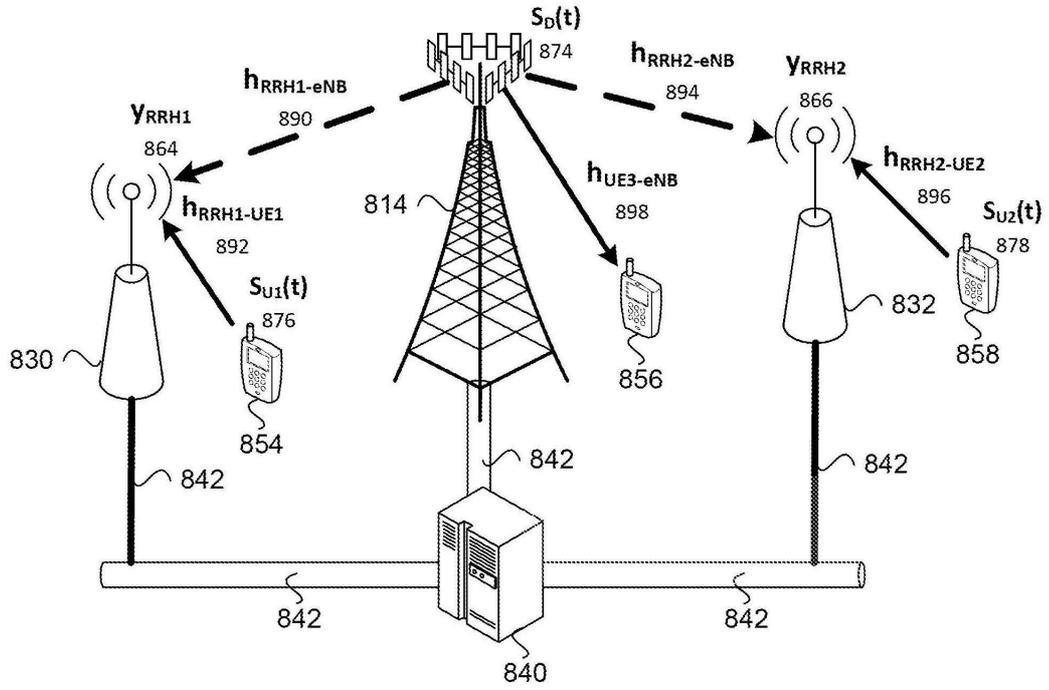


FIG. 8

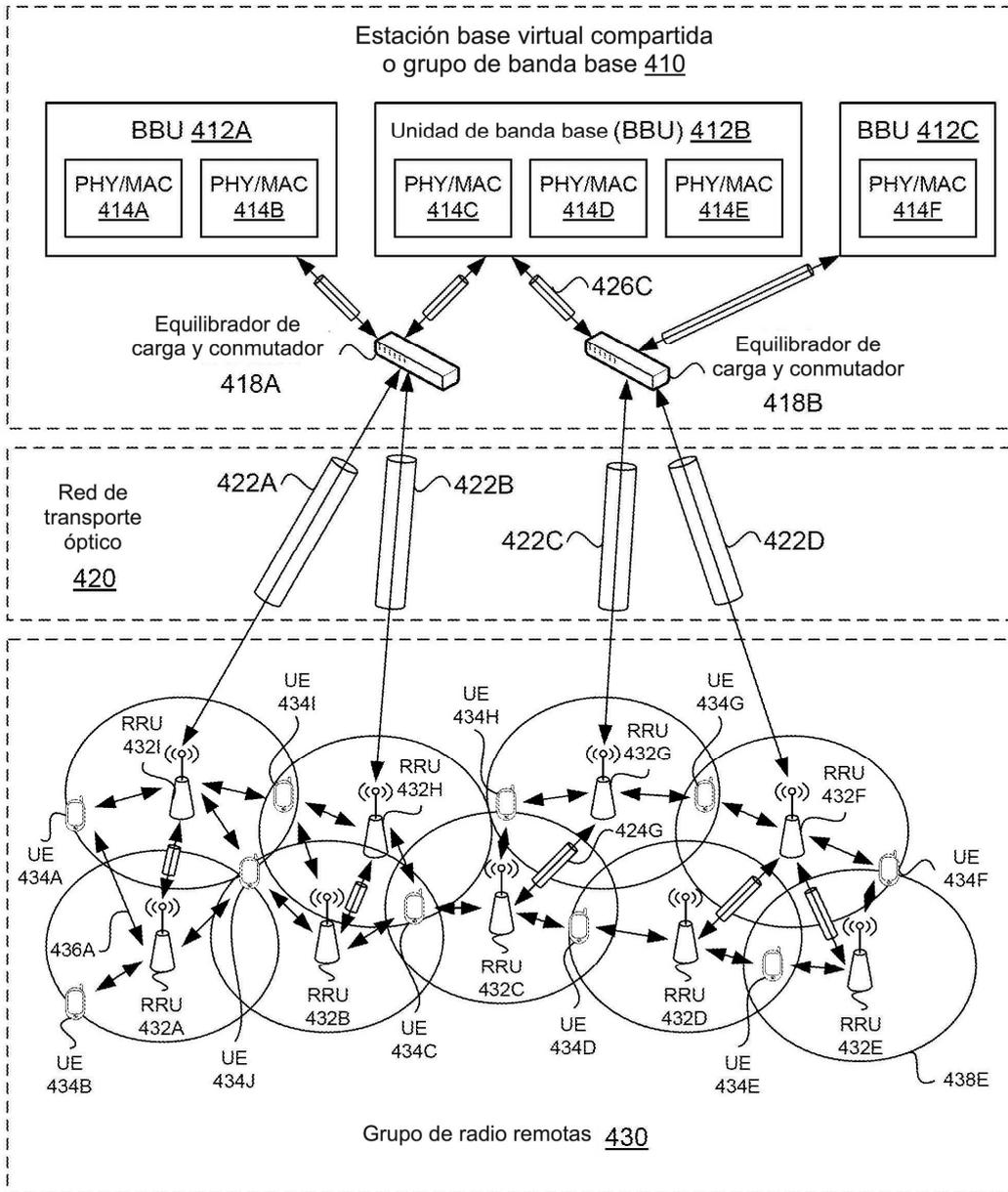


FIG. 9

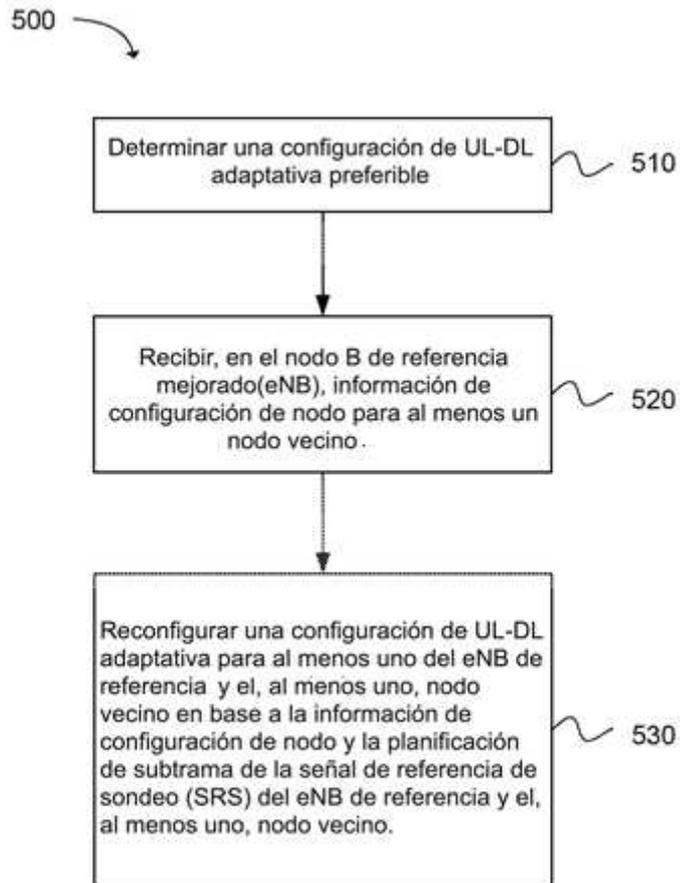


FIG. 10

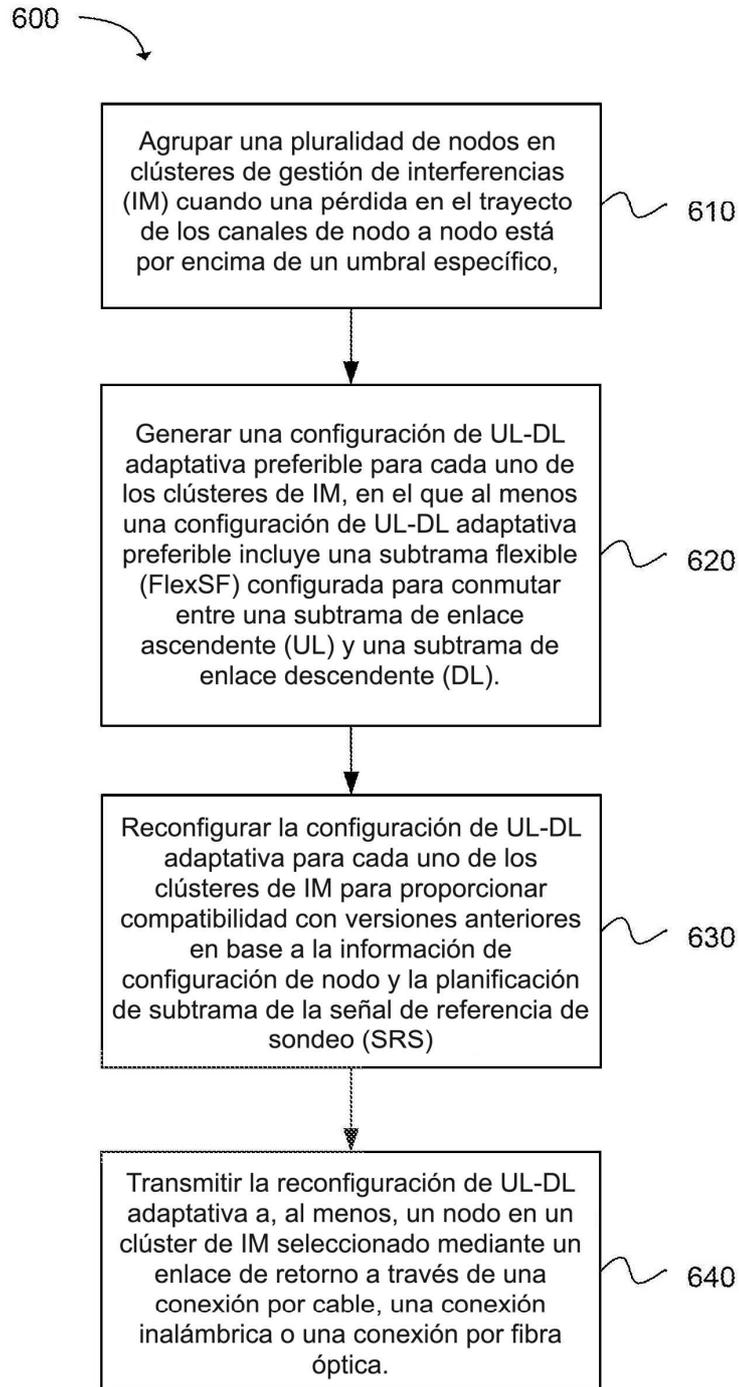


FIG. 11

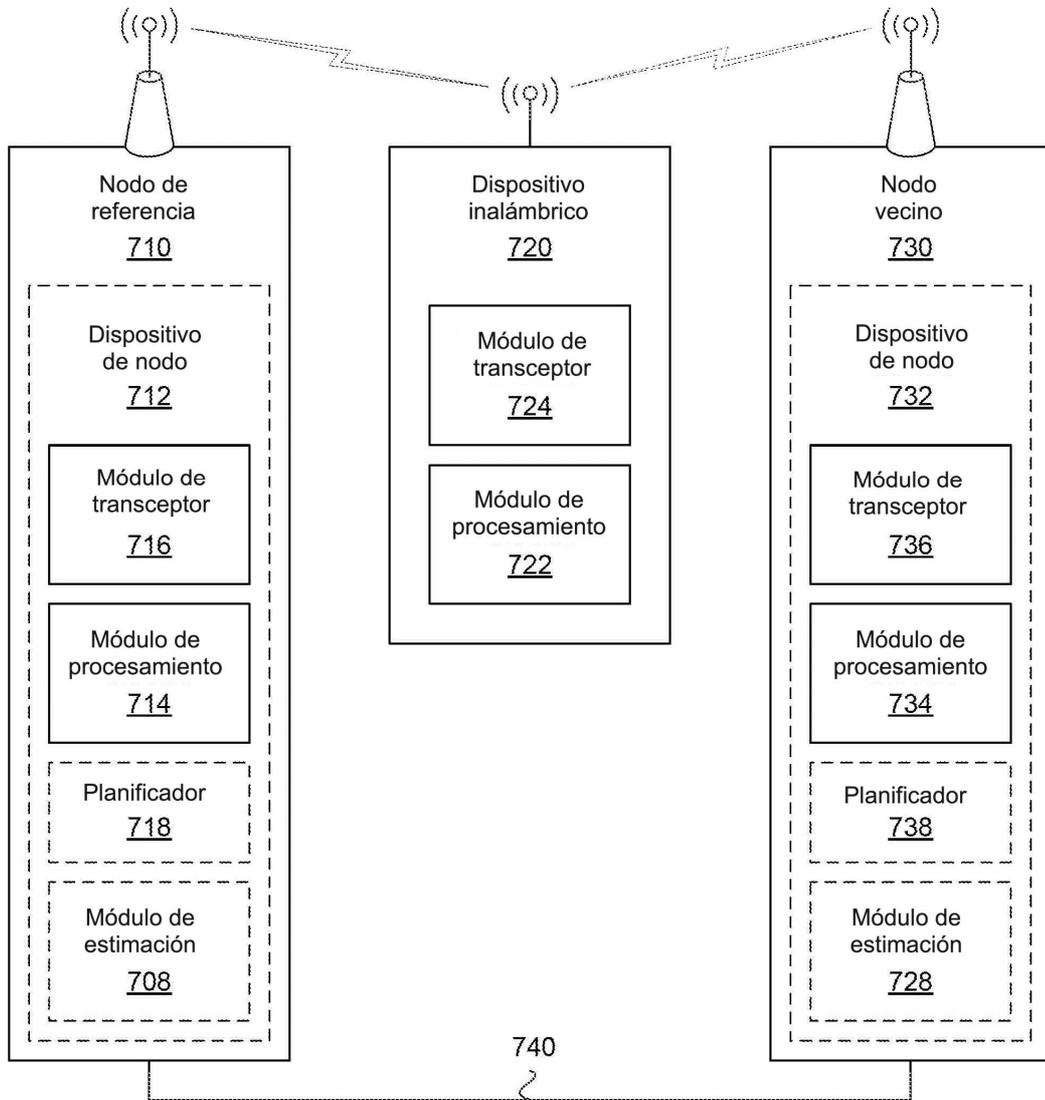


FIG. 12

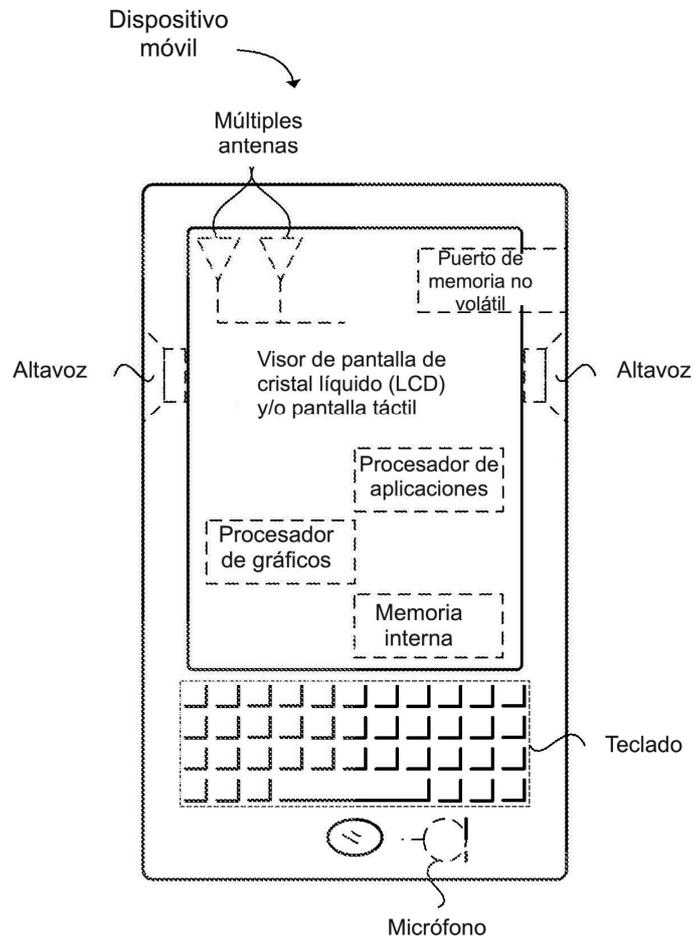


FIG. 13