

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 583**

51 Int. Cl.:

H04W 72/08 (2009.01)

H04W 40/24 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2014** E 16169847 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019** EP 3094147

54 Título: **Nodo B mejorado y métodos para cancelación de interferencia asistida por la red con señalización reducida**

30 Prioridad:

08.07.2013 US 201361843826 P
19.12.2013 US 201314134461

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

23.07.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ELLENBECK, JAN;
ROESSEL, SABINE;
CLEVORN, TORSTEN;
FRANZ, STEFAN;
DAVYDOV, ALEXEI y
RAAF, BERNHARD

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 720 583 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

Nodo B mejorado y métodos para cancelación de interferencia asistida por la red con señalización reducida

Campo técnico

5 Los modos de realización pertenecen a las comunicaciones inalámbricas. Algunos modos de realización están relacionados con la cancelación de interferencia, incluida la cancelación de interferencia asistida por la red en redes LTE-3GPP.

Antecedentes

10 La mitigación de la interferencia cocanal entre las celdas así como en el interior de las celdas, es una de las tareas más críticas del receptor de un equipo de usuario (UE) de evolución a largo plazo (LTE) para optimizar el throughput (tasa de transferencia efectiva) del enlace descendente (DL) y minimizar los fallos del enlace radio. El tipo de interferencia que experimenta un UE puede variar de un Bloque de Recursos Físicos (PRB) a otro PRB, así como de un Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) a otro TTI. Más aún, el tipo de interferencia que experimenta un UE depende del tipo de asignaciones que reciben los UE en las celdas vecinas de su nodo B mejorado (eNB) de servicio. Las técnicas convencionales de mitigación de interferencia no abordan de forma eficiente estos tipos de interferencia.

15 Como consecuencia, existe una necesidad general de mejorar las técnicas de mitigación de interferencias en una red LTE. En una red LTE existe una necesidad general de técnicas de mitigación de interferencia más eficientes.

20 En el documento "Samsung: Borrador del 3GPP; R1-131039 NAICS high level (NAICS de alto nivel), 20130405 Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP), Centro de Competencia de Móviles; 650, route des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia; Vol.: RAN WG1, Nr: Chicago, EE.UU.; 20130415 – 20130419", se divulga una señalización de cancelación de interferencia (NA-ICS)

25 En el documento "Samsung: Borrador del 3GPP; R4-132507 Views and evaluation on the potential gain of NAICS Receivers_final (Consideraciones y evaluación sobre la ganancia potencial de Receptores NAICS_final), 20130513 Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP), Centro de Competencia de Móviles; 650, route des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia; Vol.: RAN WG4, Nr: Fukuoka, Japón; 20130520 – 20130524", se analiza la selección de un receptor NAICS.

30 En el documento "Alcatel-Lucent Alcatel-Lucent Shanghai Bell: Borrador del 3GPP; R1-124869 Remaining Issues for CSI Processes in TM10 with Codebook Subset-v4 (Cuestiones pendientes para procesos de CSI en el TM10 con el Subconjunto-v4 del Libro de códigos), 20121102 Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP), Centro de Competencia de Móviles; 650, route des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia; Vol.: RAN WG1, Nr: Nueva Orleans, EE.UU.; 20121112 - 20121116", se analizan los procesos de CSI.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 ilustra una parte de una arquitectura de red extremo a extremo de una red LTE (evolución a largo plazo) con varios componentes de la red de acuerdo con los modos de realización;

35 la FIG. 2 ilustra la variación de la interferencia de PRB a PRB, así como de TTI a TTI, de acuerdo con algunos modos de realización;

la FIG. 3 ilustra la estructura de una rejilla de recursos del enlace descendente para transmisiones en el enlace descendente desde un eNB a un UE de acuerdo con algunos modos de realización; y

la FIG. 4 ilustra un diagrama de bloques funcional de un UE de acuerdo con algunos modos de realización.

40 Descripción detallada

45 La invención se divulga en las reivindicaciones adjuntas. Los modos de realización y/o ejemplos de la siguiente descripción que no estén cubiertos por las reivindicaciones adjuntas se considera que no forman parte de la presente invención. La siguiente descripción y los dibujos ilustran suficientemente modos de realización específicos para permitir a aquellos experimentados en la técnica ponerlos en práctica. Otros modos de realización pueden incorporar cambios estructurales, lógicos, eléctricos, de proceso y otros. Las partes y características de algunos modos de realización se pueden incluir en otros modos de realización o pueden sustituir a las de otros modos de realización.

50 La FIG. 1 ilustra una parte de una arquitectura de red extremo a extremo de una red LTE, con varios componentes de la red de acuerdo con los modos de realización. La red comprende una red de acceso radio (por ejemplo, tal como se ilustra, la E-UTRAN o red de acceso radio terrestre universal evolucionada) 102 y una red central (EPC)

120 interconectadas a través de una interfaz S1 115. (Obsérvese que por motivos de conveniencia y brevedad, solo se ilustra una parte de la red central, así como de la RAN).

5 La red central (EPC) 120 incluye una entidad de gestión de movilidad (MME) 122, una pasarela de servicio (GW de servicio) 124, y una pasarela de red de datos por paquetes (GW PDN) 126. La RAN 102 incluye estaciones base macro (también denominadas macro eNodoB o eNB) 105, estaciones base de baja potencia (LP) (o eNB LP) 106, 107, y UE (equipos de usuario o terminales móviles) 110.

10 La función de la MME es similar a la del plano de control de los Nodos de Soporte de Servicio GPRS (SGSN) antiguos. Gestiona los aspectos de movilidad en el acceso, como por ejemplo la selección de pasarela y la gestión de listas de áreas de seguimiento. La GW de servicio 124 termina la interfaz hacia la RAN y encamina los paquetes de datos entre la RAN y la red central. Asimismo, puede ser un punto de anclaje de movilidad local para los trasposos entre eNodos-B y también puede proporcionar un anclaje para la movilidad inter-3GPP. Otras responsabilidades pueden incluir intercepción legal, tarificación y aplicación de alguna política. La GW de Servicio y la MME se pueden implementar en un nodo físico o en nodos físicos independientes. La GW PDN termina una interfaz SGi hacia la red de datos por paquetes (PDN). Encamina los paquetes de datos entre la EPC y la PDN externa, y puede ser un nodo clave para la aplicación de políticas y la obtención de datos de tarificación. También puede proporcionar un punto de anclaje para la movilidad con accesos no LTE. La PDN externa puede ser cualquier tipo de red IP, así como un dominio del Subsistema Multimedia IP (IMS). La GW PDN y la GW de Servicio se pueden implementar en un nodo físico o en nodos físicos independientes.

20 El eNodo-B (macro y micro) termina el protocolo de la interfaz aérea y suele ser (si no lo es siempre) el primer punto de contacto para un UE 110. En algunos modos de realización, un eNodo-B puede desempeñar varias funciones lógicas para la RAN, incluidas pero no limitadas a funciones de RNC (controlador de red radio) como, por ejemplo, gestión de las portadoras radio, gestión dinámica de los recursos radio del enlace ascendente y del enlace descendente y planificación de los paquetes de datos, así como gestión de la movilidad.

25 La interfaz S1 es la interfaz que separa la RAN y la EPC. Consta de dos partes: la S1-U, que transporta los datos del tráfico entre el eNodo-B y la GW de Servicio, y la S1-MME, que es una interfaz de señalización entre el eNodo-B y la MME. La interfaz X2 es la interfaz entre los eNodo-B (al menos entre la mayor parte de ellos, como se tratará más adelante en relación con los eNB micro). La interfaz X2 comprende dos partes: la X2-C y la X2-U. La X2-C es la interfaz del plano de control entre los eNodo-B, mientras que la X2-U es la interfaz del plano de usuario entre los eNodo-B.

30 Con las redes celulares, las celdas LP se utilizan generalmente para extender la cobertura a áreas interiores donde las señales del exterior no llegan bien, o para incrementar la capacidad de la red en áreas con muy densa utilización de teléfonos como, por ejemplo, estaciones de tren. Tal como se emplea en la presente solicitud, el término eNB de baja potencia (LP) se refiere a cualquier eNodo-B apropiado de potencia relativamente baja para implementar una celda más pequeña (más reducida que una macrocelda) como, por ejemplo, una femtocelda, una picocelda o una microcelda. Los eNB femtocelda los proporciona generalmente el operador de la red móvil a sus clientes residenciales o empresariales. El tamaño de una femtocelda es típicamente el de una pasarela residencial o más pequeño, y generalmente se conecta a la línea de banda ancha del usuario. Una vez puesta en servicio, la femtocelda se conecta a la red móvil del operador móvil y proporciona una cobertura adicional típicamente en un entorno de 30 a 50 metros para las femtoceldas residenciales. Así pues, el eNB LP 107 puede ser un eNB femtocelda, puesto que se conecta a través de la GW PDN 126. De modo análogo, una picocelda es un sistema de comunicación inalámbrica que cubre típicamente un área pequeña, como en el interior de edificios (oficinas, centros comerciales, estaciones de tren, etc.), o más recientemente en un avión. Generalmente, un eNB picocelda se puede conectar a través del enlace X2 a otro eNB como, por ejemplo, un macro eNB mediante su funcionalidad de controlador de estación base (BSC). Así, el eNB LP 106 se puede implementar con un eNB picocelda puesto que se encuentra conectado a un macro eNB a través de una interfaz X2. Los eNB picocelda (u otros eNB LP de hecho) pueden incorporar una parte o todas las funcionalidades de un macro eNB. En algunos casos, estos se pueden denominar estación base de punto de acceso, o femtocelda empresarial.

50 De acuerdo con los modos de realización, los eNB se pueden configurar para proporcionar señalización de cancelación de interferencia (ICS) asistida por la red (NA) (NA-ICS) a los UE 110 para la coordinación de mitigación de interferencia, cancelación de interferencia (IC) o para realizar supresión de interferencia (IS). En algunos modos de realización, el número de opciones de transmisión se reduce introduciendo un libro de códigos de señalización reducido. En algunos modos de realización, se establece un feedback (información de retorno) de capa superior desde el UE al eNodoB para informar al eNB sobre ciertas capacidades de NA-ICS del UE. En algunos modos de realización, el número de opciones de señalización se reduce proporcionando únicamente cierta información a priori.

55 En algunos modos de realización se explotan las correlaciones en el dominio del tiempo y/o frecuencia para reducir el mensaje de señalización. En algunos modos de realización se señala información diferente en el dominio del tiempo y/o frecuencia con el fin de reducir el mensaje de NA-ICS. Estos modos de realización se analizan de forma pormenorizada más abajo. En algunos modos de realización, un eNB puede comprender circuitería de capa física y

circuitería de procesamiento para proporcionarle asistencia de red a los UE 110 para coordinación de la mitigación de interferencia tal como se expone en la presente solicitud.

La FIG. 2 ilustra cómo varía el tipo de interferencia de PRB a PRB, así como de TTI a TTI, de acuerdo con algunos modos de realización. Tal como se ha mencionado más arriba, la mitigación de interferencia cocanal entre celdas, así como en el interior de las celdas, es una de las tareas más críticas del receptor de un UE para optimizar el throughput del enlace descendente (DL) y minimizar los fallos del enlace radio. Al optimizar el rendimiento del receptor del UE o al sopesar el rendimiento con el consumo de energía del receptor del UE y/o el coste del UE, la mitigación de la interferencia cocanal se beneficiará de la asistencia de la red. En estos modos de realización, la red LTE puede proporcionar información complementaria o coordinación, o una combinación de ambas, con el fin de simplificar, habilitar u optimizar la cancelación de interferencia (IC) o la supresión de interferencia (IS) en el receptor del UE. La información de asistencia de la red se puede denominar "información complementaria de IC/IS", y (1) el orden de modulación y (2) la información del precodificador (por ejemplo, libro de códigos, #TX, #capas, PMI) de una señal interferente pueden ser parte de la información complementaria de IC/IS que se debe proporcionar a un UE. Por ejemplo: con dicha información complementaria de IC/IS, un detector de (casi) máxima verosimilitud en el UE que detecta bloques de recursos 202 (FIG. 2) será capaz (idealmente) también de demodular la señal interferente (los RB 204 de asignación del UE) que afecta a los bloques de recursos asignados del UE deseado permitiendo una eliminación idealmente completa de la señal (los RB 204) de asignación del UE, mejorando el throughput del DL del UE en la celda de servicio 201. En relación con el caso de interferencia cocanal entre celdas en todos los escenarios de despliegue, y en particular en la red macro homogénea, puede ser necesario considerar métodos apropiados/eficientes para señalar la información complementaria de IC/IS al UE LTE en el caso general de interferencia cocanal entre celdas: en particular, métodos que satisfagan los requisitos de señalización, minimicen los cambios al estándar LTE y/o la implementación del receptor del UE, y optimicen la asistencia de la red.

Algunos modos de realización que se divulgan en la presente solicitud se orientan a la minimización de la cantidad de información complementaria de IC/IS, y en algunos modos de realización se minimiza la cantidad de recursos necesarios para proporcionar la información de asistencia de la red. Los modos de realización que se divulgan en la presente solicitud proporcionan varios métodos para reducir la cantidad de información complementaria que tiene que ser señalizada a un receptor para la cancelación y/o supresión de interferencia asistida por la red. La minimización de la señalización no es solo una optimización de un esquema potencial de NA-ICS, sino que se puede considerar un requisito dado que el ancho de banda de señalización disponible es muy limitado y la gran cantidad de esquemas de transmisión interferente que se pueden utilizar que tendrían que ser señalizados. En una implementación inexperta, toda la información que se envía a través del PDCCH también debería hacerse disponible al UE interferido.

De acuerdo con los modos de realización, se proporciona un método de señalización para minimizar la información complementaria de NA-ICS. Según el tipo de método de señalización utilizado, o bien el eNB de servicio o cada uno de los eNB interferentes podrían señalar la información complementaria de NA-ICS al UE.

En la primera parte de esta sección, se proporciona una descripción general de las posibles opciones de transmisión en LTE y se explica por qué se debe minimizar la sobrecarga de señalización. La segunda parte divulga varios modos de realización que pueden conseguir una reducción significativa de señalización.

Posibles configuraciones de transmisión por señal interferente:

Según el modo de transmisión en la celda interferente y su configuración, el canal efectivo se puede estimar directamente a partir de los símbolos de referencia de demodulación precodificados o debe calcularse a partir de una estimación del canal interferente (derivado a partir de los símbolos de referencia específicos de la celda) y la precodificación que tiene que ser señalizada explícitamente. En cualquier caso, el alfabeto de modulación (esto es, QPSK, 16QAM o 64QAM) de un solo bloque de transporte o el par de esquemas de modulación para dos bloques de transporte tiene que ser señalizado explícitamente. El número de puertos de antena de transmisión (que es aplicable a los modos de transmisión 1-6) utilizados por un interferidor, así como el id de la celda, puede ser derivado por el UE o es señalizado (semi) estáticamente.

La tabla (Tabla 1) siguiente proporciona un esquema general por cada modo de transmisión utilizado por la celda interferente. En la última columna de la tabla se indica el número de opciones posibles de configuración. Los números pretenden principalmente ilustrar el rango de posibles opciones de configuración en lugar del número exacto, ya que para algunos modos de transmisiones esto depende de suposiciones adicionales.

Tabla 1: Esquema General de los Modos de Transmisión e IC/IS

TM	Descripción del Modo de Transmisión	Combinaciones a considerar	Núm. de opciones
TM 1	Para este modo de transmisión de una sola antena, no se aplica precodificación, por lo que solo es necesario señalar el alfabeto de modulación. La estimación del canal se realiza utilizando las señales de referencia específicas de la celda (CRS).	Es necesario señalar 3 modulaciones diferentes.	3
TM 2/SFBC	Para el esquema SFBC de diversidad de transmisión configurado por TM2 y disponible como fallback (opción de respaldo) en otros modos de transmisión, el UE necesita saber si se utilizan 2 ó 4 antenas Tx (ya señalizadas o determinadas previamente, véase más arriba) y solo requiere la señalización explícita del esquema de modulación utilizado. La estimación del canal se realiza utilizando las CRS.	Es necesario señalar 3 modulaciones diferentes.	3
TM 3	Para el modo MIMO con multiplexación espacial en bucle abierto CDD, el precodificador depende de forma determinista del número de antenas Tx, el rango y el número de subportadora/RE (véase el 6.3.4.2.2 de la TS 36.211 del 3GPP). Además del esquema de modulación, es necesario señalar el rango de transmisión (Formato 2A de DCI). La estimación del canal se realiza utilizando las C S. Nota: Cuál de los 16 posibles elementos del precodificador CDD en bucle abierto ($W(i) * D(i) * U$) se ha utilizado para el elemento de recurso (RE) inicial dentro de un Bloque de Recursos Físicos (PRB) depende de la posición del PRB dentro de la asignación de TB del UE interferente, así como de la cantidad de RE no utilizables para el mapeo del PDSCH a RE. El elemento del precodificador CDD en bucle abierto se puede detectar a ciegas en el RE inicial.	Rango 1: 3 modulaciones diferentes Rango 2-4: 3×3 Combinaciones de modulación para dos bloques de transporte diferentes, esto es, $3 \times 3 \times 3 = 27$	30
TM 4	Para la transmisión con multiplexación espacial en bucle cerrado, el precodificador se selecciona a partir de un libro de códigos predefinido (véase el 6.3.4.2.3 de la TS 36.211 del 3GPP), en donde la matriz de precodificación depende del indicador de matriz de precodificación (PMI) y el rango. Para 2 antenas Tx y rango hasta 2, están disponibles $6 = 4 + 2$ precodificadores diferentes, y para 4 antenas Tx y rango hasta 4, están disponibles $64 = 16 \times 4$, y deben ser señalizados. Además, es necesario señalar el esquema de modulación. La estimación del canal se realiza utilizando las CRS.	El caso de 2 antenas Tx es un subconjunto del caso de 4 antenas. Rango 1: $16 \text{ PMI} \times 3 = 48$ modulaciones Rango 2-4: $16 \text{ PMI por rango, } 3 \times 3$ combinaciones de modulación, 3 rangos diferentes: $16 \times 3 \times 3 \times 3 = 432$	480
TM 5	Este es el modo de transmisión MU-MIMO introducido en la Versión-8. Soporta transmisiones de rango 1 por usuario con 4 ó 16 vectores de precodificación diferentes del libro de códigos del TM4 como indican los PMI. Sin embargo, es necesario distinguir el TM5 del TM4 porque generalmente se aplica un desplazamiento de potencia de -3dB a cada transmisión con el fin de dividir la potencia de Tx disponible entre los dos usuarios servidos simultáneamente. Adicionalmente, es necesario señalar el esquema de modulación. La estimación del canal se realiza utilizando las CRS.	Solo transmisiones de rango 1: $16 \text{ PMI por } 3$ modulaciones	48
TM 6	Esta transmisión es un subconjunto de la TM4 restringido a	Incluida en TM4	0

	una sola capa (esto es, rango 1). Para el UE interferido, aparece como una transmisión TM4 de rango 1, por lo que no es necesaria ninguna señalización IC/IS especial.		
TM 7	Este TM permite precodificación no basada en libro de códigos transmitiendo un solo flujo. Las señales de referencia se derivan a partir de una secuencia específica del usuario (dependiente del C-RNTI, véase el 6.10.3.1 en 36.211) que el receptor NA IC/IS interferido no puede utilizar para estimar el canal efectivo, a menos que se señalice también el RNTI.	No es válido para soportar NA-ICS	0
TM 8, 9, 10	<p>Estos modos de transmisión se basan en señales de referencia de demodulación (DM-RS) precodificadas específicas del UE que el receptor NA IC/IS interferido puede utilizar para estimar directamente los canales efectivos. Así pues, solo es necesario señalarle al UE el esquema de modulación y el número de capas, junto con alguna información de aleatorización relacionada, tal como se describe en la Tabla 5.3.3.1.5C-1 en 36.212.</p> <p>En el caso del TM 10, la aleatorización de las DMRS se puede inicializar con ID de Celda Virtual diferentes con el fin de permitir la creación de "áreas" independientes de ID de Celda Física para CoMP. Los puntos de transmisión (TP) en ciertas áreas pueden ser limitados, por ejemplo, a un conjunto de unos pocos VCID, de modo que el conjunto de valores de VCID se pueda comunicar como información de asistencia de la red de capa superior.</p>	<p>Señalización explícita:</p> <p>Combinaciones de 1-2 capas que soportan MU-MIMO:</p> <p>Puertos 7 y 8 con aleatorización 0 y 1:</p> <p>3x3x3x3: 4 capas MU-MIMO</p> <p>2x3x3x3: 3 capas MU-MIMO (2 opciones para configuración de aleatorización)</p> <p>4x3x3: 2 capas MU-MIMO, (4 opciones de aleatorización)</p> <p>3x3: 1 usuario, 2 capas 3: 1 usuario, 1 capa</p> <p>Más de 3 capas</p> <p>Puertos 7-9: 3x3 modulaciones Puertos 7-10: 3x3 modulaciones Puertos 7-11: 3x3 modulaciones Puertos 7-12: 3x3 modulaciones Puertos 7-13: 3x3 modulaciones Puertos 7-14: 3x3 modulaciones</p> <p>Señalización que acidifica la señalización de modulación basada en DM-RS con (véanse otros ID): (por ejemplo)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de capas Presente - ID de aleatorización 1 	237

Requisitos de señalización

La transmisión SFBC está disponible como fallback en casi todos los otros modos de transmisión. Los modos de realización que se divulgan en la presente solicitud no necesitan diferenciar entre operaciones de fallback/no fallback en otros modos de transmisión puesto que se puede señalar un SFBC/TM2 para indicar una operación de fallback.

- 5 A partir de la descripción general realizada más arriba, para un sistema de la Ver-11 de LTE, sería necesario distinguir aproximadamente 800 opciones de transmisión diferentes para señalar información complementaria de NA-ICS a un UE. Un mensaje adecuado necesitaría así pues 10 bits y solo sería válido para las transmisiones de un eNodeB sobre un PRB y TTI. Así pues, un solo eNodeB tendría que proporcionar hasta $100 \times 10 = 10$ kbit de información de señalización para transmisiones en 100 PRB (20 MHz de ancho de banda del sistema) por TTI de 1
- 10 ms, lo que da lugar a una tasa de datos de señalización de 10 Mbit/s. Un UE con capacidad de NA-ICS podría querer suprimir múltiples eNodosB interferentes con el fin de que las tasas de señalización requeridas aumenten aún más. Claramente, unas tasas de señalización tan altas serían prohibitivas o al menos limitarían seriamente las potenciales ganancias de rendimiento.

Métodos para minimizar la cantidad de información de señalización requerida: la base para los siguientes métodos es la existencia de un libro de códigos maestro que incluya todas las potenciales configuraciones de transmisión interferentes, tal como se ha mostrado en la tabla que se muestra más arriba (y potencialmente más).

5 Método A: reducción del número de opciones de transmisión mediante la introducción de un libro de códigos de señalización reducido: aunque en LTE existe una enorme cantidad de posibilidades de transmisión diferentes, en un sistema real solo se utilizará un subconjunto de ellas. Esto motiva la restricción de la cantidad de información que se intercambia en cada TTI al subconjunto de posibilidades más relevante durante un período de tiempo más largo (por ejemplo, segundos (miles de TTI) o incluso más). Se puede proporcionar un libro de códigos maestro que contenga, por ejemplo, todas las más de 800 opciones de transmisión indicadas en la tabla que se muestra más arriba. Las
10 entradas de semejante libro de códigos se pueden codificar mediante 10 bits o incluso más. Se puede proporcionar un libro de códigos de señalización mucho más pequeño que permita distinguir las opciones de transmisión interferentes más relevantes a partir del libro de códigos maestro mayor. Un libro de códigos semejante podría tener un tamaño reducido de 8 entradas (3 bits) o 16 entradas (4 bits) y de ese modo limitaría significativamente la cantidad de información que es necesario señalar en cada TTI. El libro de códigos de señalización se puede crear de forma semiestática a partir de señalización de capa superior entre el eNodeB y el UE, por ejemplo, cuando éste se registra en el sistema o inicia transmisiones de datos de alta velocidad para las que sería beneficioso el soporte de NA-ICS. La señalización de capa superior requeriría que el eNodeB comunique qué entradas del libro de códigos de señalización reducido habría que rellenar (esto es, asociar) con qué entradas del libro de códigos maestro. Por
15 ejemplo, en el caso de un libro de códigos de señalización de 16 entradas, se necesitarían $16 \times 10 = 160$ bits para señalar el libro de códigos completo o para actualizar una única entrada del libro de códigos de señalización serían suficientes $4 + 10 = 14$ bits.

Siendo necesarios tan solo unos pocos bits para actualizar una entrada del libro de códigos de señalización, el eNB también podría adaptar el libro de códigos de señalización en tramas de tiempo más cortas (por ejemplo, del orden de 50 a 1000 TTI) para reflejar la situación actual de planificación. Por ejemplo, en función de la situación del tráfico del enlace descendente, el eNB que da servicio a un usuario en la celda interferente podría predecir que este
25 usuario será planificado en el futuro inmediato y es probable que solo se utilice una o al menos solo una cantidad muy limitada de configuraciones de transmisión (por ejemplo, solo el modo de transmisión individual, el mismo número de capas, el mismo esquema de modulación, etc.). En tal caso, al libro de códigos de señalización se le puede agregar esta configuración de transmisión de forma dinámica.

30 El libro de códigos de señalización también puede contener una entrada predeterminada (por ejemplo, 0) que simplemente indica que no es aplicable ninguna de las opciones intercambiadas previamente, por lo que el UE deberá operar sin soporte de NA-ICS.

Tal como se ha mencionado más arriba, los modos de realización que se divulgan en la presente solicitud están orientados a reducir el mensaje de señalización de NA-ICS. El libro de códigos de señalización contemplado se
35 puede crear utilizando señalización de RRC (capa superior) entre un UE y su eNB de servicio. La señalización de TTI de corto plazo utilizando este libro de códigos reducido podría realizarse entonces con una indicación DCI desde el eNB de servicio al UE interferido. No obstante, especialmente para la señalización de corto plazo, son posibles diferentes mecanismos de señalización que no dependen de una extensión de la señalización DCI. Por ejemplo, la señalización de corto plazo puede ser proporcionada por el eNB de servicio utilizando un mensaje no DCI, o puede provenir directamente de los eNB interferentes.

Hay muchas razones por las que un libro de códigos de señalización mucho más pequeño puede ser suficiente para capturar las más importantes de las muchas opciones de transmisión que se muestran en la tabla:

- Los eNodeB interferentes pueden tener limitaciones de hardware (por ejemplo, solo 2 antenas Tx) que excluyen permanentemente una gran cantidad de opciones. Por ejemplo, no serían posibles todas las opciones con rangos > 2 .
- Los eNodosB interferentes están configurados para operar únicamente con determinados esquemas de transmisión, o incluso no soportarlos dependiendo de la implementación de su hardware o firmware.
- Las condiciones típicas de propagación en la celda interferente podrían, por ejemplo, en el caso de un alto porcentaje de transmisiones en línea de visión, hacer que el uso de más de, por ejemplo, 2 capas de transmisión sea poco común.
- Algunas opciones de transmisión interferente pueden ser candidatas inadecuadas para la operación de NA-ICS, por ejemplo (hipotéticamente), un UE podría no beneficiarse de conocer que el interferidor tiene transmisiones de 4 capas con 64QAM, porque esa transmisión ya es bastante similar a AWGN (AWGN corresponde a un número infinito de capas u otros tipos de transmisiones, la modulación de orden superior también se asemeja a AWGN).

- Con la precodificación basada en libro de códigos (en el TM4), el eNodeB puede aplicar una restricción consistente en un subconjunto del libro de códigos con el fin de que en la celda no se utilicen nunca determinados PMI.
- 5 - Algunas de las opciones de transmisión teóricamente factibles en LTE pueden ser poco comunes, por ejemplo, la operación con MIMO en bucle abierto CDD en el TM3, en donde la modulación sobre los dos bloques de transporte es (muy) diferente.
- Algunos modos de transmisión LTE podrían no ser utilizados nunca en la práctica ya que son opcionales (por ejemplo, el TM5) o podrían ser utilizados únicamente en un sistema defectuoso (por ejemplo, el TM1 con un eNB equipado con dos antenas).

10 Método B: establecimiento de un feedback de capa superior desde el UE al eNodeB para informar sobre determinadas capacidades de NA-ICS

15 La estrategia del libro de códigos de señalización mencionado en el Método A se puede extender incluyendo feedback desde el UE, esto es, introduciendo un inicio de diálogo en el que el UE indica casos de uso en los que la NA-ICS o bien sería muy beneficiosa o no sería beneficiosa en absoluto según el receptor NA-ICS implementado en el UE. De este modo, el eNodeB puede restringir la señalización únicamente a aquellos casos de uso que sean más favorables para asistir al receptor del UE. Por ejemplo (hipotéticamente), la implementación de un receptor del UE específico podría no beneficiarse de conocer que la interferencia está modulada con 64QAM o que está utilizando una transmisión basada en DM-RS, o no puede cancelar más de un número máximo de capas.

20 Método C: reducción del número de opciones de señalización proporcionando únicamente determinada información a priori

25 El receptor del UE puede tener la capacidad de detectar a ciegas la presencia y estructura de determinadas transmisiones interferentes. Por ejemplo, con la interferencia basada en DM-RS intra o inter celdas, el UE puede ser capaz de detectar de manera autónoma la presencia de capas interferentes y, en consecuencia, podría estar interesado únicamente en información acerca del esquema de modulación. O, en otro ejemplo, el receptor del UE puede ser muy potente y ser capaz de detectar de manera autónoma la mayor parte de la estructura de la transmisión interferente, aunque necesitaría una cantidad prohibitiva de tiempo o recursos de cálculo y potencia para hacerlo. Para dar cabida a esos casos, algunos modos de realización pueden aumentar el libro de códigos maestro de todas las opciones posibles de transmisión para que también incluya las clases de opciones de transmisión que, mediante su señalización a través del libro de códigos de señalización, le proporcionan al UE una información complementaria útil a priori. Como ejemplo, el libro de códigos maestro podría contener entradas para Esquemas de transmisión, por ejemplo:

- SFBC
- Precodificación basada en libro de códigos
- precodificación en bucle abierto CDD
- 35 ◦ Transmisión basada en DM-RS o multiusuario basado en DM-RS
- CoMP basado en DM-RS
- Solo la modulación de un bloque de transporte
- Combinación de la modulación de dos bloques de transporte

40 La provisión de información complementaria también se puede llevar a cabo, además o por separado, proporcionándole estadísticas de transmisión al UE. Por ejemplo, si el eNodeB proporciona de forma semiestática un histograma de con qué frecuencia se utilizan diferentes modos de transmisión en la celda, el UE puede alinear su estrategia de decodificación ciega probando las hipótesis de transmisión siguiendo el orden de verosimilitud señalizada. La información del histograma se puede proporcionar con mayor o menor detalle de cuantificación (por ejemplo, hasta un único % o categorías (bins) más amplias, como por ejemplo "el 5% más alto", "el 10% más alto", "el 35% más alto", "Resto"). Se puede proporcionar esta información estadística complementaria en lugar de una señalización de corto plazo (ahorrándose completamente de ese modo la señalización de corto plazo) o como información de respaldo para asistir al UE en la decodificación ciega si una opción de transmisión concreta no está contenida en el libro de códigos de señalización actual.

50 Método D: explotación de las correlaciones en el dominio del tiempo y la frecuencia para reducir el mensaje de señalización:

La asignación de las transmisiones interferentes puede cambiar por PRB y por TTI ya que los planificadores en las celdas interferentes son libres para planificar a sus usuarios como deseen. No obstante, la mayor parte de las veces existen dependencias en el dominio del tiempo y la frecuencia debido a que en la mayoría de los casos a un usuario

interferente se le asigna más de 1 PRB, por ejemplo, porque en función del tipo de asignación de recursos utilizado, los PRB se tienen que asignar en grupos de bloques de recursos. El estándar de LTE requiere que todos los PRB pertenecientes a un usuario en el TTI considerado tengan el mismo número de capas y los mismos esquemas de modulación por capa. Adicionalmente, la precodificación puede ser diferente entre diferentes PRB, pero como el feedback de CSI (PMI) a partir del cual el eNodeB selecciona el precodificador del enlace descendente (en un sistema FDD) es únicamente específico de subbanda y, por lo tanto el mismo para múltiples PRB adyacentes, la mayor parte de las veces el precodificador para los PRB adyacentes también será idéntico (de hecho, para el TM9 y el TM10 que dependen del envío de PMI/RI en el dominio de la frecuencia, la precodificación tiene que ser idéntica para los grupos de PRB adyacentes, véase 7.1.6.5 "Empaquetado de PRB" en la 36.2 13). Adicionalmente, los PRB para la transmisión a un usuario no se pueden distribuir de forma arbitraria sobre el rango de frecuencia. Por una parte, la información de control del enlace descendente tan solo permite señalar determinados tipos de asignación (por ejemplo, grupos de bloques de recursos) y, por otra parte, el feedback de CQI solo puede una vez más ser específico de subbanda, por lo que un planificador asignaría a menudo (grupos de) PRB adyacentes.

Así pues, se puede diseñar el mensaje de feedback de NA-ICS para codificar únicamente de forma diferencial el estado de los PRB adyacentes. Un modo de realización de ejemplo para la señalización consistiría en señalar a un grupo de 4 PRB una entrada del libro de códigos de señalización (por ejemplo, 4 bits) y proporcionar un mapa de bits para cuál de los 4 PRB (4 bits) es válido este mensaje. En lugar de 4 bits, pueden ser suficientes señalar únicamente 3 bits, ya que existen pocos incentivos para indicar una configuración que no sea relevante para ningún PRB (un caso), o lo sea únicamente para un solo PRB (4 casos), y es poco probable que se aplique a dos PRB no adyacentes (3 casos: XooX, XoXo, oXoX), dejando $16-1-4-3=8$ casos a señalar con 3 bits. De esa forma, en este ejemplo se puede proporcionar la información complementaria de NA-ICS hasta para 4 PRB con 7 (u 8) en lugar de 16 bits. En consecuencia, para posibilitar grupos de PRB más grandes en los que la única información de señalización de NA-ICS sea válida para tantos PRB como sea posible, el planificador del eNodeB se puede ver forzado a planificar grupos compatibles de PRB. Sin embargo, estas restricciones de planificación pueden dar lugar a un rendimiento degradado del sistema.

Otra forma de reducir la señalización sería explotar las correlaciones en el dominio del tiempo entre TTI. Esto se puede hacer de una forma similar a la anterior y podría, por ejemplo, tener en cuenta también las configuraciones de planificación semipersistente (SPS). Finalmente, se puede forzar que la planificación en las celdas vecinas sea más predecible por parte del UE interferido con el fin de que pueda conocer con antelación la información de NA-ICS. De nuevo, es probable que, no obstante, una limitación semejante de la planificación en el sistema dé lugar a una mayor degradación del rendimiento.

Método E: señalización de información diferencial en el dominio del tiempo y/o la frecuencia para reducir el mensaje de señalización

Este método es similar al anterior, aunque no depende de una configuración idéntica en los PRB adyacentes, sino que señala las diferencias. Esto resulta beneficioso si las configuraciones utilizadas para dos UE son parecidas, lo que es muy posible que sea el caso, ya que los UE se encuentran en la misma celda y, por lo tanto, pueden experimentar canales similares (al menos cuando se encuentran en áreas similares de la celda), por ejemplo, un rango similar del canal y por lo tanto número similar de capas. La configuración del primer UE se señalaría de la forma habitual, pero para el segundo UE solo se señalan las diferencias. En el caso más simple (y más general) se señalan las dos configuraciones para los dos UE, y la división de qué PRB se utilizan para uno y para el otro. La última información se puede señalar mediante una señalización de tipo mapa de bits tal como se ha mencionado más arriba, pero lo más probable es que sea suficiente especificar un rango (o un par de rangos) en el que se planifica cada UE.

La FIG. 3 ilustra la estructura para la rejilla de recursos del enlace descendente para transmisiones del enlace descendente desde un eNB a un UE de acuerdo con algunos modos de realización. La rejilla representada muestra una rejilla de tiempo-frecuencia, llamada rejilla de recursos, que es el recurso físico en el enlace descendente en cada ranura. Semejante representación del plano tiempo-frecuencia es una práctica común para los sistemas OFDM, lo que la hace intuitiva para la asignación de recursos radio. Cada columna y cada fila de la rejilla de recursos corresponden a un símbolo OFDM y una subportadora OFDM, respectivamente. La duración de la rejilla de recursos en el dominio del tiempo corresponde a una ranura en una trama de radio. La unidad más pequeña de tiempo-frecuencia en una rejilla de recursos se designa como elemento de recursos. Cada rejilla de recursos comprende una serie de bloques de recursos, que describen el mapeo de determinados canales físicos a elementos de recursos. Cada bloque de recursos comprende una colección de elementos de recursos en el dominio de la frecuencia que representa la cantidad más pequeña de recursos que se puede asignar actualmente. Hay varios canales físicos del enlace descendente diferentes que se transmiten utilizando estos bloques de recursos. De particular relevancia para esta divulgación, dos de estos canales físicos del enlace descendente son el canal físico compartido del enlace descendente y el canal físico de control del enlace descendente.

El canal físico compartido del enlace descendente (PDSCH) transporta datos de usuario y señalización de capa superior al UE 110 (FIG. 1). El canal físico de control del enlace descendente (PDCCH) transporta, entre otras

cosas, información sobre el formato de transporte y las asignaciones de recursos relacionadas con el canal PDSCH. También informa al UE sobre el formato de transporte, la asignación de recursos y la información de H-ARQ relacionados con el canal compartido del enlace ascendente. Normalmente, la planificación del enlace descendente (la asignación de bloques de recursos del canal de control y del canal compartido a los UE en el interior de una celda) se realiza en el eNB a partir de la información de calidad del canal devuelta desde los UE al eNB y, a continuación, se le envía la información de asignación de recursos del enlace descendente a un UE a través del canal de control (PDCCH) utilizado para (asignado a) el UE.

El PDCCH utiliza CCE (elementos del canal de control) para enviar la información de control. Antes de ser mapeados a elementos de recursos, los símbolos de valor complejo del PDCCH se organizan en primer lugar en cuádruplas, que luego se permutan utilizando un intercalador de subbloques para igualar las velocidades. Cada PDCCH se transmite utilizando uno o más de estos elementos del canal de control (CCE), en donde cada CCE corresponde a nueve conjuntos de cuatro elementos de recursos físicos, conocidos como grupos de elementos de recursos (REG). A cada REG se mapean cuatro símbolos QPSK. El PDCCH se puede transmitir utilizando uno o más CCE, en función del tamaño del DCI y el estado del canal. En LTE puede haber cuatro o más formatos de PDCCH diferentes definidos con diferentes números de CCE (por ejemplo, nivel de agregación, $L = 1, 2, 4$ u 8).

La FIG. 4 ilustra un diagrama de bloques funcional de un UE de acuerdo con algunos modos de realización. El UE 400 puede ser apropiado para ser utilizado como UE 110 (FIG. 1). El UE 400 puede comprender circuitería 402 de capa física para transmitir y recibir señales a y de los eNB 104 (FIG. 1) utilizando una o más antenas 401. El UE 400 también puede comprender circuitería 404 de capa de control de acceso al medio (MAC) para controlar el acceso al medio inalámbrico. El UE 400 también puede comprender circuitería 406 de procesamiento y memoria 408 preparadas para llevar a cabo las operaciones que se describen en la presente solicitud. De acuerdo con los modos de realización, el UE 400 puede estar preparado para recibir información complementaria de señalización de cancelación de interferencia (ICS) asistida por la red (NA) (NA-ICS) desde un eNB para realizar una mitigación de interferencia tal como se ha expuesto más arriba.

En algunos modos de realización, el UE 400 puede ser parte de un dispositivo de comunicación inalámbrico portátil como, por ejemplo, un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil con capacidad de comunicación inalámbrica, una tableta Web, un teléfono inalámbrico, un teléfono inteligente, unos auriculares inalámbricos, un buscapersonas, un dispositivo de mensajería instantánea, una cámara digital, un punto de acceso, un televisor, un dispositivo médico (por ejemplo, un monitor de frecuencia cardíaca, un monitor de presión arterial, etc.), u otro dispositivo que pueda recibir y/o transmitir información de forma inalámbrica. En algunos modos de realización, el UE 400 puede comprender uno o más de los siguientes elementos: un teclado, una pantalla, un puerto de memoria no volátil, múltiples antenas, un procesador de gráficos, un procesador de aplicaciones, altavoces y otros elementos de dispositivo móvil. La pantalla puede ser una pantalla LCD, incluyendo una pantalla táctil.

Las una o más antenas 401 utilizadas por el UE 400 pueden comprender una o más antenas direccionales u omnidireccionales, incluyendo, por ejemplo, antenas dipolo, antenas monopolo, antenas de parche, antenas de bucle, antenas microcinta u otros tipos de antenas adecuadas para la transmisión de señales de RF. En algunos modos de realización, en lugar de dos o más antenas se puede utilizar una sola antena con múltiples aperturas. En estos modos de realización cada apertura se puede considerar una antena independiente. En algunos modos de realización de múltiples entradas - múltiples salidas (MIMO), las antenas pueden estar separadas de forma efectiva con el fin de aprovechar la diversidad espacial y las diferentes características de canal que pueden resultar entre cada una de las antenas y las antenas de una estación de transmisión. En algunos modos de realización MIMO, las antenas pueden estar espaciadas por hasta $1/10$ de la longitud de onda o más.

Aunque el UE 400 se ilustra con varios elementos funcionales independientes, se pueden combinar uno o más de los elementos funcionales y se pueden implementar mediante combinaciones de elementos configurados por software como, por ejemplo, elementos de procesamiento que incluyen procesadores de señales digitales (DSP), y/u otros elementos de hardware. Por ejemplo, algunos elementos pueden incluir uno o más microprocesadores, DSP, circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), circuitos integrados de radiofrecuencia (RFIC) y combinaciones de una diversidad de hardware y de circuitos lógicos para realizar al menos las funciones descritas en la presente solicitud. En algunos modos de realización, los elementos funcionales pueden hacer referencia a uno o más procesos que operan en uno o más elementos de procesamiento.

Los modos de realización se pueden implementar en cualquier combinación de uno o más de los siguientes: hardware, firmware y software. Los modos de realización también se pueden implementar en forma de instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por un ordenador, las cuales pueden ser leídas y ejecutadas por al menos un procesador para realizar las operaciones que se describen en la presente solicitud. Un medio de almacenamiento legible por un ordenador puede incluir cualquier mecanismo no transitorio para almacenar información en una forma legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador). Por ejemplo, un medio de almacenamiento legible por un ordenador puede incluir memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria flash y otros dispositivos y medios de almacenamiento. En estos modos de realización se pueden

configurar uno o más procesadores con las instrucciones para realizar las operaciones que se describen en la presente solicitud.

5 En algunos modos de realización, el UE 400 se puede configurar para recibir señales de comunicación OFDM sobre un canal de comunicación multiportadora de acuerdo con la técnica de comunicación OFDMA. Las señales OFDM pueden comprender una pluralidad de subportadoras ortogonales. En algunos modos de realización de multiportadora de banda ancha, los eNB pueden ser parte de una red de comunicación de tipo red de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) como, por ejemplo, una red de comunicación de Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX) o una Red de Acceso Radio Terrestre Universal (UTRAN) del Proyecto de Colaboración de 3ª Generación (3GPP) de la Evolución a Largo Plazo (LTE) o una red de comunicación de la Evolución a Largo Plazo (LTE), aunque el alcance de la invención no se limita a este respecto. En esos modos de realización multiportadora de banda ancha, el UE 400 y los eNB se pueden configurar para comunicarse de acuerdo con la técnica de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

15 En algunos modos de realización LTE, la unidad básica del recurso inalámbrico es el Bloque de Recursos Físicos (PRB). El PRB puede comprender 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia \times 0,5 ms en el dominio del tiempo. Los PRB se pueden asignar en pares (en el dominio del tiempo). En esos modos de realización, el PRB puede comprender una pluralidad de elementos de recursos (RE). Un RE puede comprender una subportadora \times un símbolo.

20 Un eNB puede transmitir dos tipos de señales de referencia, incluyendo señales de referencia de demodulación (DM-RS), señales de referencia de información de estado de canal (CIS-RS) y/o una señal de referencia común (CRS). Las DM-RS puede ser utilizadas por el UE para la demodulación de datos. Las señales de referencia se pueden transmitir en PRB predeterminados.

25 En algunos modos de realización, la técnica OFDMA puede ser, o bien una técnica de duplexación en el dominio de la frecuencia (FDD) que utiliza un espectro diferente para el enlace ascendente y el descendente o una técnica de duplexación en el dominio del tiempo (TDD) que utiliza el mismo espectro para el enlace ascendente y el enlace descendente.

30 En algunos otros modos de realización, el UE 400 y los eNB se pueden configurar para comunicar señales que se han transmitido utilizando una o más técnicas de modulación tales como modulación de espectro ensanchado (por ejemplo, acceso múltiple por división de código de secuencia directa (DS-CDMA) y/o de acceso múltiple por división de código por salto de frecuencia (FH-CDMA), modulación por multiplexación por división de tiempo (TDM) y/o modulación por multiplexación por división de frecuencia (FDM), aunque el alcance de los modos de realización no se limita a este respecto.

35 En algunos modos de realización de LTE, el UE 400 puede calcular varios valores de feedback diferentes que se pueden utilizar para llevar a cabo una adaptación de canal para el modo de transmisión por multiplexación espacial en bucle cerrado. Estos valores de feedback pueden incluir un indicador de calidad de canal (CQI), un indicador de rango (RI) y un indicador de matriz de precodificación (PMI). En función del CQI, el transmisor selecciona uno de varios alfabetos de modulación y combinaciones de tasa de código. El RI informa al transmisor acerca del número de capas de transmisión útiles para el canal MIMO actual, y el PMI indica el índice del libro de códigos de la matriz de precodificación (en función del número de antenas de transmisión) que se aplica en el transmisor. La tasa de código utilizada por el eNB se puede basar en el CQI. El PMI puede ser un vector calculado por el UE y comunicado al eNB.

40 En algunos modos de realización, el UE puede transmitir un canal físico de control del enlace ascendente (PUCCH) de formato 2, 2a o 2b que contiene el CQI/PMI o RI.

45 En esos modos de realización, el CQI puede ser una indicación de la calidad del canal de radio móvil del enlace descendente tal como la experimenta el UE 400. El CQI permite que el UE 400 le proponga a un eNB la utilización de un esquema de modulación óptimo y una tasa de codificación para una calidad del enlace de radio determinada de modo que la tasa de error de bloque resultante en transporte no exceda un valor determinado como, por ejemplo, el 10%. En algunos modos de realización, el UE puede comunicar un valor de CQI de banda ancha que se refiere a la calidad de canal del ancho de banda del sistema. El UE también puede comunicar un valor CQI de subbanda por cada subbanda de un determinado número de bloques de recursos que pueden ser configurados por capas superiores. El conjunto total de subbandas puede cubrir el ancho de banda del sistema. En el caso de la multiplexación espacial, se puede comunicar un CQI por palabra de código.

50

55 En algunos modos de realización, el PMI puede indicar una matriz de precodificación óptima para ser utilizada por el eNB en unas condiciones de radio determinadas. El valor de PMI refiere a la tabla del libro de códigos. La red configura el número de bloques de recursos representados por un informe PMI. En algunos modos de realización se pueden proporcionar múltiples informes PMI para cubrir el ancho de banda del sistema. Los informes PMI también se pueden proporcionar para los modos de multiplexación espacial en bucle cerrado, MIMO multiusuario y MIMO de precodificación de rango 1 en bucle cerrado.

- 5 En algunos modos de realización multipunto coordinado (CoMP), se puede configurar la red para transmisiones simultáneas a un UE en las que dos o más puntos de cooperación/coordinación como, por ejemplo, cabezas de radio remotas (RRH), transmiten conjuntamente. En esos modos de realización, las transmisiones conjuntas pueden ser transmisiones MIMO y los puntos cooperantes están configurados para realizar una conformación de haz conjunta.
- 10 Otros modos de realización incluyen un método utilizado por un nodo B mejorado (eNB) en una red LTE para proporcionar asistencia por parte de la red al equipo de usuario (UE) para la coordinación de la mitigación de interferencia, comprendiendo dicho método: indicar un número reducido de opciones de transmisión con un libro de códigos de señalización reducido, estando constituido dicho libro de códigos de señalización reducido por entradas que son un subconjunto de las entradas de un libro de códigos maestro mayor; y proporcionarle al UE información complementaria de señalización de cancelación de interferencia (ICS) asistida por la red (NA) (NA-ICS) como parte de un mensaje de feedback de NA-ICS, comprendiendo dicha información complementaria indicadores del libro de códigos de señalización reducido, en donde el UE está preparado para aplicar una técnica de cancelación de interferencia basada en el libro de códigos de señalización reducido.
- 15 De acuerdo con un modo de realización, la reducción del número de opciones de transmisión comprende comunicar entradas del libro de códigos de señalización reducido, utilizando para comunicar las entradas del libro de códigos de señalización reducido menos bits de los necesarios para comunicar las entradas del libro de códigos maestro mayor, en donde el libro de códigos de señalización reducido está configurado para capturar un subconjunto predeterminado de opciones de transmisión.
- 20 Otro modo de realización comprende además: recibir feedback de capa superior indicando las capacidades de NA-ICS del UE; y restringir las opciones de transmisión para el UE en función de las capacidades de NA-ICS del UE.
- 25 Otro modo de realización adicional comprende además: incluir entradas en el libro de códigos maestro mayor para transmisiones interferentes predeterminadas; e incluir un subconjunto de las entradas para las transmisiones interferentes predeterminadas en el libro de códigos de señalización reducido, seleccionando el subconjunto de las entradas en función de la verosimilitud de que el UE experimente las transmisiones interferentes.
- 30 En un modo de realización particular, el método comprende además: codificar diferencialmente indicadores para grupos de bloques de recursos físicos adyacentes (PRB) como entradas individuales en el libro de códigos de señalización reducido, identificando los grupos de PRB adyacentes como interferentes.
- Un aspecto de dicho modo de realización particular es la señalización de información diferencial en el mensaje de feedback de NA-ICS en relación con los indicadores para los grupos de PRB adyacentes.
- Aún otros modos de realización comprenden: codificar diferencialmente indicadores para los intervalos de tiempo de transmisión (TTI) interferentes como entradas individuales en el libro de códigos de señalización reducido.
- Estos modos de realización también pueden comprender la señalización de información diferencial en el mensaje de feedback de NA-ICS en relación con los indicadores para los TTI interferentes.
- 35 Otros modos de realización están orientados a un nodo B mejorado (eNB) preparado para proporcionar asistencia de red al equipo de usuario (UE) para coordinar la mitigación de interferencia, comprendiendo el eNB circuitería de procesamiento preparada para: indicar un número reducido de opciones de transmisión con un libro de códigos de señalización reducido, comprendiendo el libro de códigos de señalización reducido entradas que son un subconjunto de las entradas de un libro de códigos maestro mayor; y proporcionarle al UE información complementaria de señalización de cancelación de interferencia (ICS) asistida por la red (NA) (NA-ICS) como parte de un mensaje de feedback de NA-ICS, comprendiendo dicha información complementaria indicadores del libro de códigos de señalización reducido, en donde el UE está preparado para aplicar una técnica de cancelación de interferencia en función del libro de códigos de señalización reducido.
- 40 Se proporciona un modo de realización específico en el que para indicar un número reducido de opciones de transmisión, el eNB se configura para comunicar las entradas del libro de códigos de señalización reducido, comunicándose las entradas del libro de códigos de señalización reducido con menos bits de los necesarios para comunicar las entradas del libro de códigos maestro mayor, en donde el libro de códigos de señalización reducido se configura para capturar un subconjunto predeterminado de opciones de transmisión.
- 45 Dicho modo de realización específico puede comprender además: recibir feedback de capas superiores indicando las capacidades de NA-ICS del UE; y restringir las opciones de transmisión al UE de acuerdo con las capacidades de NA-ICS del UE.
- 50 Alternativamente, el modo de realización específico puede comprender además: incluir entradas en el libro de códigos maestro mayor para transmisiones interferentes predeterminadas; e incluir un subconjunto de las entradas para las transmisiones interferentes predeterminadas en el libro de códigos de señalización reducido,

seleccionándose dicho subconjunto de entradas en función de la verosimilitud de que el UE experimente las transmisiones interferentes.

5 Como otra alternativa, dicho modo de realización específico puede incluir: codificar diferencialmente indicadores para grupos de bloques de recursos físicos adyacentes (PRB) como entradas individuales en el libro de códigos de señalización reducido, identificando los grupos de PRB adyacentes como interferentes.

En particular, dicha alternativa puede incluir además señalar información diferencial en el mensaje de feedback de NA-ICS en relación con los indicadores para los grupos de PRB adyacentes.

10 Dicho modo de realización específico mencionado anteriormente puede incluir además codificar diferencialmente indicadores para intervalos de tiempo de transmisión (TTI) interferentes como entradas individuales en el libro de códigos de señalización reducido.

Además, esto también puede incluir señalar información diferencial en el mensaje de feedback de NA-ICS en relación con los indicadores para los TTI interferentes.

15 Otros modos de realización comprenden un medio de almacenamiento no transitorio legible por un ordenador que almacena instrucciones para ser ejecutadas por uno o más procesadores para llevar a cabo operaciones con el fin de proporcionar asistencia de red al equipo de usuario (UE) para coordinar la mitigación de interferencia, comprendiendo dichas operaciones: indicar un número reducido de opciones de transmisión con un libro de códigos de señalización reducido, comprendiendo el libro de códigos de señalización reducido entradas que son un subconjunto de las entradas de un libro de códigos maestro mayor; y proporcionarle al UE información complementaria de señalización de cancelación de interferencia (ICS) asistida por la red (NA) (NA-ICS) como parte
20 de un mensaje de feedback de NA-ICS, comprendiendo dicha información complementaria indicadores del libro de códigos de señalización reducido, en donde el UE está preparado para aplicar una técnica de cancelación de interferencia basada en el libro de códigos de señalización reducido.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo de usuario, UE, (110), comprendiendo dicho UE: memoria (408) y circuitería (406) de procesamiento configuradas para:
- 5 codificar una señalización de control de recursos radio, RRC, para transmitirle a un nodo B mejorado, eNB, (105, 106, 107) la señalización RRC indicando que el UE (110) soporta Supresión Cancelación de Interferencia Asistida por la Red, NAICS;
- 10 decodificar la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) con el fin de determinar información relacionada con una celda interferente para la NAICS, estando la información relacionada con una celda interferente que incluye una identidad de celda, ID, y uno o más modos de transmisión, TM, de la celda interferente, en donde la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) para determinar la información para NAICS proporciona un libro de códigos de señalización, representando dicho libro de códigos de señalización un subconjunto de un libro de códigos de señalización maestro, indicando dicho libro de códigos de señalización maestro todas las opciones de transmisión proporcionadas por el eNB (105, 106, 107), y comprendiendo dicha señalización RRC un mapa de bits para un grupo de bloques de recursos físicos, PRB, para indicar si una entrada predefinida del libro de códigos de señalización es válida para cada uno de dichos PRB, y en donde la señalización solo se lleva a cabo si la entrada predefinida es válida para al menos dos PRB adyacentes; y
- 15 aplicar una técnica de mitigación de interferencia para cancelar o suprimir la interferencia de acuerdo con la información para NAICS.
2. El UE (110) de la reivindicación 1, en donde la circuitería (406) de procesamiento está configurada además para decodificar la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) con el fin de determinar información de la señal de referencia específica de celda, CRS, para ser utilizada al aplicar la técnica de mitigación de interferencia.
- 20 3. El UE (110) de la reivindicación 2, en donde la circuitería (406) de procesamiento está configurada además para:
- 25 decodificar la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) con el fin de determinar si la restricción del subconjunto del libro de códigos es aplicable a los modos de transmisión que utilizará el UE (116).
4. El UE (110) de la reivindicación 3, en donde la restricción del subconjunto del libro de códigos se ha configurado para limitar las opciones de transmisión del UE (110), limitándose las opciones de transmisión con el fin de reducir la interferencia cocanal de las celdas con la celda interferente.
- 30 5. El UE (110) de la reivindicación 1, en donde la circuitería de procesamiento se ha configurado además para decodificar la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) con el fin de determinar si la restricción del subconjunto del libro de códigos es aplicable a los modos de transmisión utilizados dentro de la celda interferente.
6. El UE (110) de la reivindicación 1, en donde la información para NAICS relacionada con la celda interferente incluye además el orden de modulación e información del precodificador, y
- 35 en donde la circuitería (406) de procesamiento incluye una circuitería de detección de máxima verosimilitud para demodular las señales interferentes, en función del orden de modulación y la información del precodificador, que se encuentran dentro de los bloques de recursos asignados al UE (110).
7. El UE (110) de la reivindicación 1, en donde la señalización RRC posterior recibida desde el eNB (105, 106, 107) para determinar la información para NAICS relacionada con la celda interferente se señala diferencialmente con respecto al libro de códigos de señalización.
- 40 8. El UE (110) de la reivindicación 1, en donde el uno o más modos de transmisión comprenden opciones de transmisión que incluyen opciones de modulación y multiplexación, rango de transmisión y opciones de configuración de antena.
9. El UE (110) de la reivindicación 8, en donde el uno o más modos de transmisión son modos de transmisión de una pluralidad de modos de transmisión definidos por el libro de códigos de señalización, y
- 45 en donde las opciones de transmisión del uno o más modos de transmisión están definidas por un subconjunto del libro de códigos de señalización.
10. El UE (110) de la reivindicación 1, en donde la señalización RRC para transmisión al eNB (105, 106, 107) para indicar que el UE soporta NAICS se transmite a través de información de control del enlace ascendente sobre un canal físico de control del enlace ascendente, PUCCH, y

en donde la señalización RRC se recibe a través de información de control del enlace descendente, DCI, sobre un canal físico de control del enlace descendente, PDCCH.

5 11. Un medio de almacenamiento no transitorio legible por un ordenador que almacena instrucciones para ser ejecutadas por una circuitería de procesamiento del equipo de usuario, UE (110), con el fin de configurar el UE (110) para realizar operaciones para:

codificar una señalización de control de recursos radio, RRC, para transmitirle a un nodo B mejorado, eNB, (105, 106, 107) la señalización RRC indicando que el UE (110) soporta Supresión/Cancelación de Interferencia Asistida por la Red, NAICS;

10 decodificar la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) con el fin de determinar información para la NAICS relacionada con una celda interferente, incluyendo la información relacionada con la celda interferente información de la señal de referencia específica de celda, CRS, de la celda interferente, en donde la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) para determinar la información para la NAICS proporciona un libro de códigos de señalización, representando dicho libro de códigos de señalización un subconjunto de un libro de códigos de señalización maestro, indicando dicho libro de códigos de señalización maestro todas las opciones de transmisión proporcionadas por el eNB (105, 106, 107), y comprendiendo dicha señalización RRC un mapa de bits para un grupo de bloques de recursos físicos, PRB, con el fin de indicar si una entrada predefinida del libro de códigos de señalización es válida para cada uno de dichos PRB, y en donde la señalización solo se lleva a cabo si la entrada predefinida es válida para al menos dos PRB adyacentes; y

20 aplicar una técnica de mitigación de interferencia para cancelar o suprimir la interferencia de acuerdo con la información para la NAICS.

12. El medio de almacenamiento no transitorio legible por un ordenador de la reivindicación 11, en donde la circuitería de procesamiento está configurada además para decodificar la señalización RRC recibida desde el eNB con el fin de determinar uno o más modos de transmisión, TM, de la celda interferente para ser utilizados en la aplicación de la técnica de mitigación de interferencia.

25 13. El medio de almacenamiento no transitorio legible por un ordenador de la reivindicación 12, en donde la circuitería de procesamiento está configurada además para:

decodificar la señalización RRC recibida desde el eNB (105, 106, 107) con el fin de determinar si la restricción del subconjunto del libro de códigos es aplicable a los modos de transmisión que va a utilizar el UE (110),

30 en donde la restricción del subconjunto del libro de códigos se ha configurado para limitar las opciones de transmisión del UE (110), limitándose las opciones de transmisión con el fin de reducir la interferencia cocanal de las celdas con la celda interferente.

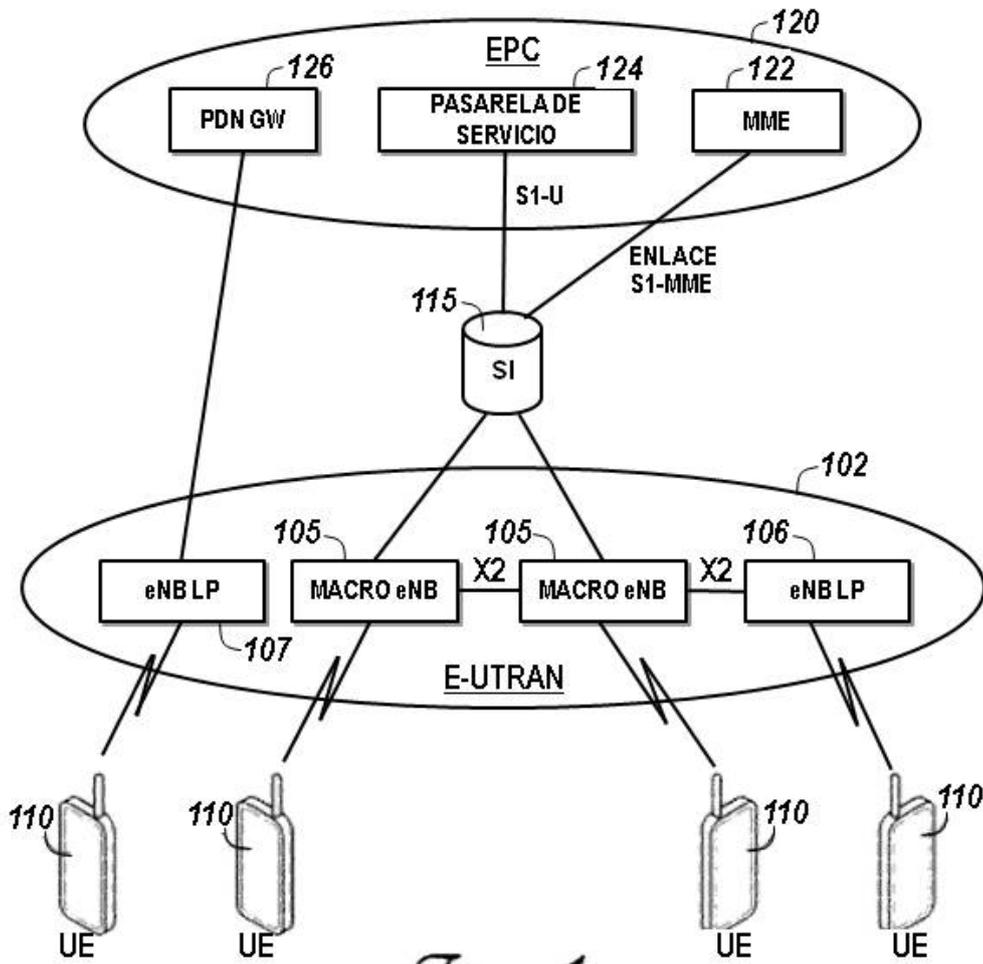


Fig. 1

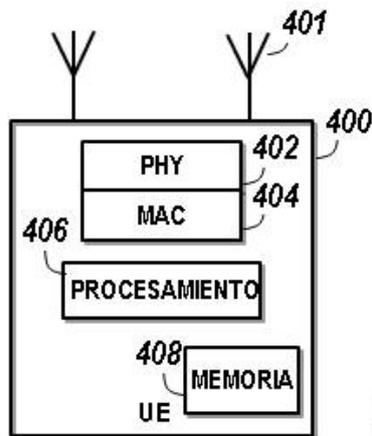


Fig. 4

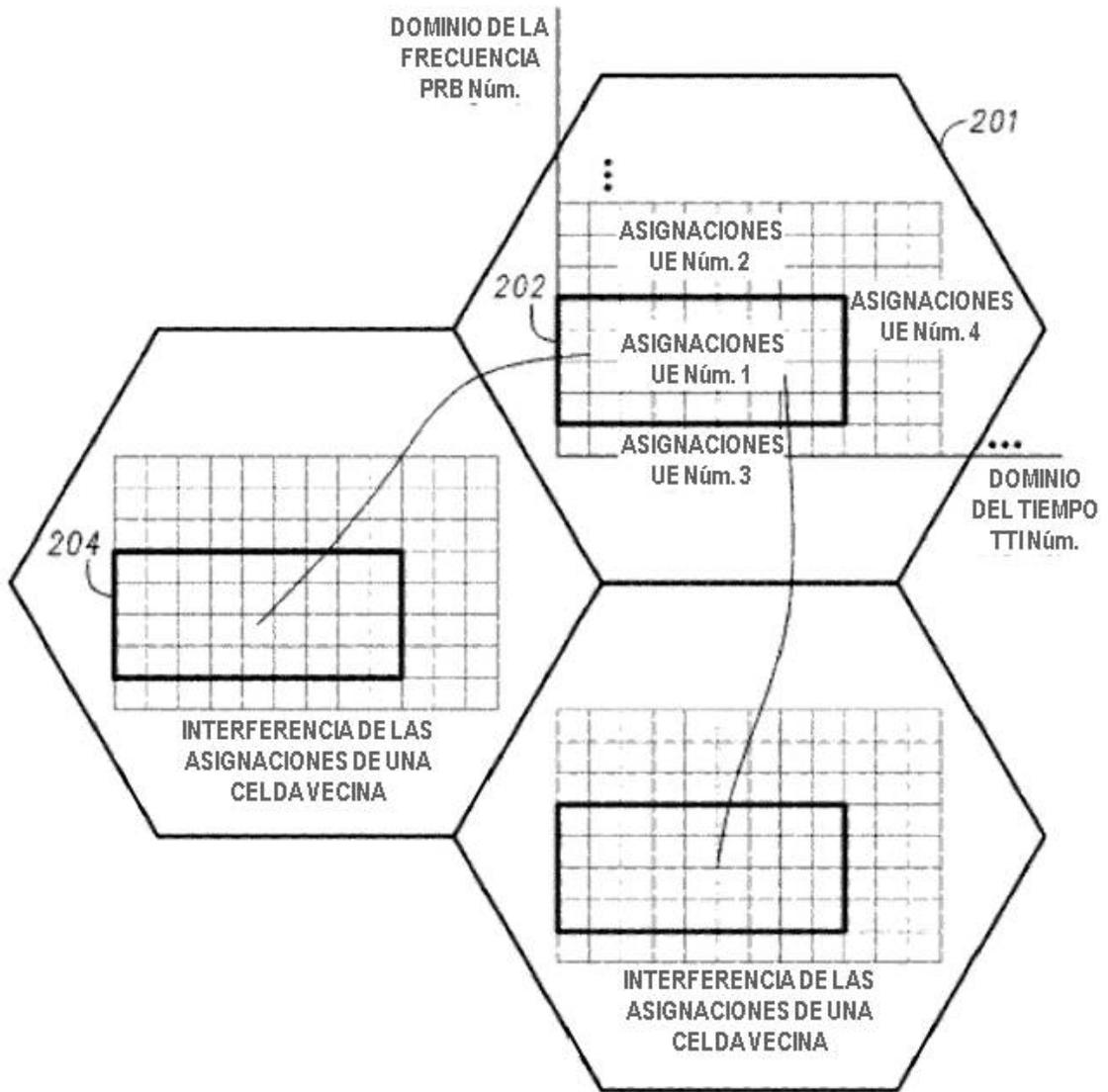


Fig. 2

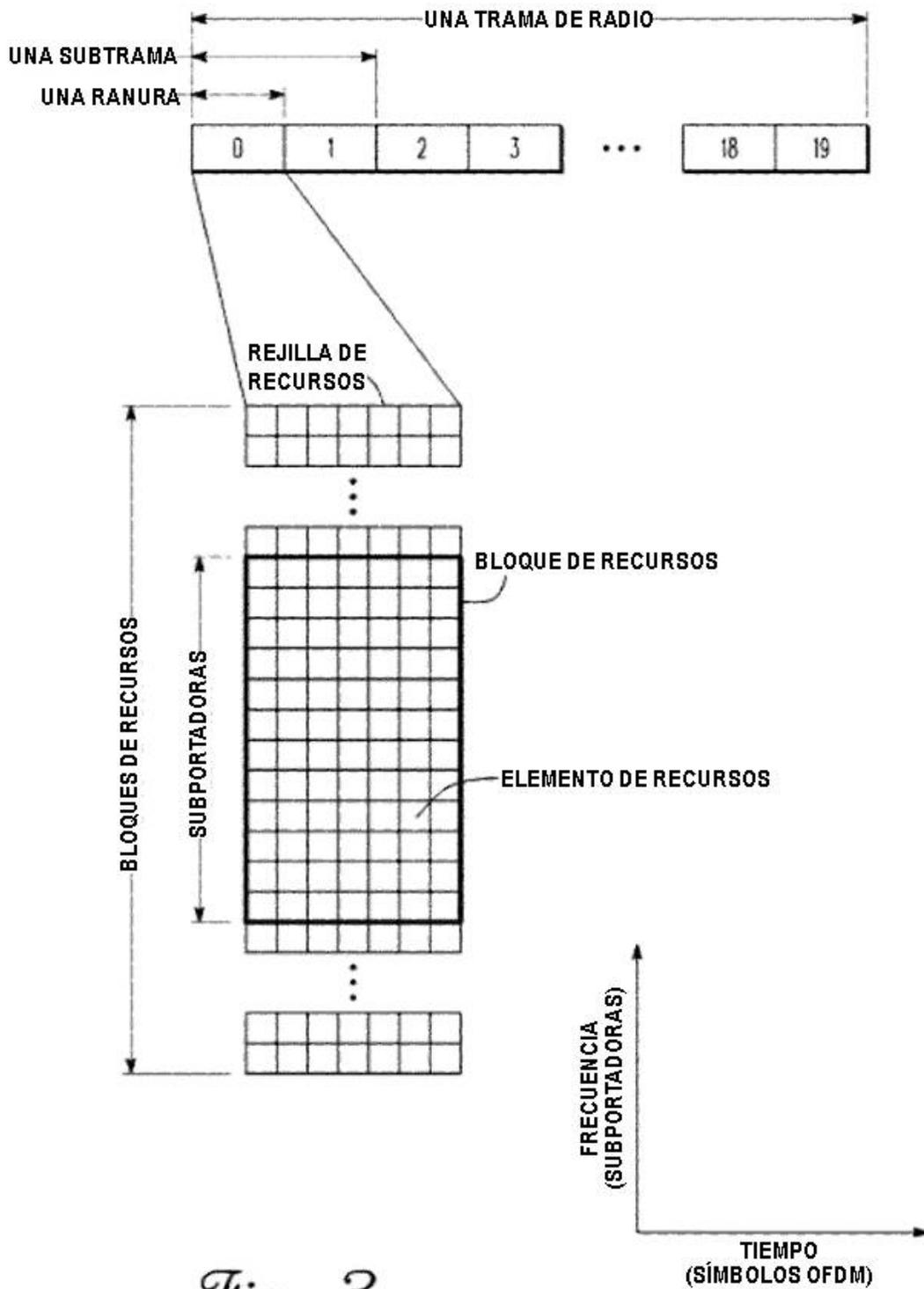


Fig. 3