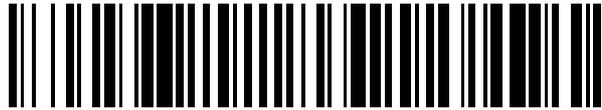


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 376**

51 Int. Cl.:

H04W 72/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2009 E 11159044 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 2328381**

54 Título: **Comunicación síncrona basada en TDM en escenarios de interferencias dominantes**

30 Prioridad:

11.07.2008 US 80025 P
08.07.2009 US 499432

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2013

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

BHATTAD, KAPIL y
PALANKI, RAVI

74 Agente/Representante:

FÀBREGA SABATÉ, Xavier

ES 2 401 376 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

Comunicación síncrona basada en TDM en escenarios de interferencias dominantes

ANTECEDENTES

I. Campo

- 5 La presente invención se refiere en general a comunicaciones y, más específicamente, a técnicas para dar soporte comunicaciones en una red de comunicaciones inalámbricas.

II. Antecedentes

- 10 Las redes de comunicaciones inalámbricas se utilizan ampliamente para proporcionar varios servicios de comunicación tales como voz, vídeo, datos por paquetes, mensajería, radiodifusión, etc. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple que pueden soportar múltiples usuarios mediante la compartición de los recursos de red disponibles. Ejemplos de tales redes de acceso múltiple incluyen redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes FDMA ortogonales (OFDMA) y redes FDMA de única portadora (SC-FDMA).

- 15 Una red de comunicaciones inalámbricas puede incluir una pluralidad de estaciones base que pueden soportar comunicaciones para una pluralidad de equipos de usuario (UE). Un UE puede comunicarse con una estación base a través del enlace descendente y del enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicaciones desde la estación base hasta el UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicaciones desde el UE hasta la estación base. Un ejemplo se describe en la especificación TR 25.814 V1.2.0 de 3GPP.

- 20 Una estación base puede transmitir datos e información de control en el enlace descendente hacia un UE y/o puede recibir datos e información de control en el enlace ascendente desde el UE. En el enlace descendente, una transmisión desde la estación base puede sufrir interferencias generadas por las transmisiones de estaciones base vecinas. En el enlace ascendente, una transmisión desde el UE puede generar interferencias en transmisiones de otros UE que se comunican con estaciones base vecinas. Las interferencias pueden degradar el rendimiento del enlace descendente y del enlace ascendente. Por lo tanto, existe la necesidad de reducir las interferencias.

RESUMEN

- 30 Esta necesidad se satisface mediante el contenido de las reivindicaciones independientes. En este documento se describen técnicas para permitir comunicaciones en un escenario de interferencias dominantes y para permitir el funcionamiento de una estación de retransmisión en una red heterogénea. La red heterogénea puede incluir estaciones base de diferentes niveles de potencia de transmisión. En un escenario de interferencias dominantes, un UE puede comunicarse con una primera estación base y puede sufrir altas interferencias de y/o puede generar altas interferencias en una segunda estación base. La primera y la segunda estación base pueden ser de diferentes tipos y/o pueden tener diferentes niveles de potencia de transmisión.

- 35 En un aspecto, la comunicación en un escenario de interferencias dominantes puede permitirse reservando subtramas para una estación base más débil que sufre altas interferencias generadas por una estación base fuertemente interferente. Un eNB puede clasificarse como un eNB “débil” o como un eNB “potente” según la potencia recibida del eNB en un UE (y no según el nivel de potencia de transmisión del eNB). Un UE puede comunicarse entonces con la estación base más débil en la subtrama reservada en la presencia de la estación base fuertemente interferente.

- 40 En otro aspecto, pueden mitigarse las interferencias generadas por una señal de referencia en la red heterogénea. Puede identificarse una primera estación (por ejemplo, una estación base) que genera altas interferencias en o que sufre altas interferencias generadas por una segunda estación (por ejemplo, un UE u otra estación base) de la red heterogénea. En un diseño, las interferencias generadas por una primera señal de referencia procedente de la primera estación pueden mitigarse suprimiendo las interferencias en la segunda estación (por ejemplo, el UE). En otro diseño, las interferencias en la primera señal de referencia pueden mitigarse seleccionando diferentes recursos para enviar una segunda señal de referencia por medio de la segunda estación (por ejemplo, otra estación base) para evitar colisiones con la primera señal de referencia.

- 45 En otro aspecto adicional, una estación de retransmisión puede hacerse funcionar para obtener un buen rendimiento. La estación de retransmisión puede determinar subtramas en las que escucha a una macroestación base y puede transmitir en un modo de red de frecuencia única de multidifusión/radiodifusión (MBSFN) en estas subtramas. La estación de retransmisión también puede determinar subtramas en las que transmite a los UE y puede transmitir en un modo habitual en estas subtramas. La estación de retransmisión puede enviar una señal de referencia en menos

periodos de símbolos en una subtrama en el modo MBSFN que en el modo habitual. La estación de retransmisión también puede enviar menos símbolos de control multiplexados por división de tiempo (TDM) en una subtrama en el modo MBSFN que en el modo habitual.

5 En otro aspecto adicional, una primera estación puede transmitir más símbolos de control TDM que una fuente de interferencias dominantes con el fin de mejorar la recepción de los símbolos de control TDM por parte de los UE. La primera estación (por ejemplo, una picoestación base, una estación de retransmisión, etc.) puede identificar una estación fuertemente interferente para la primera estación. La primera estación puede determinar un primer número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama. La primera estación puede transmitir un segundo (por ejemplo, el máximo) número de símbolos de control TDM en la subtrama, donde el segundo número de símbolos de control TDM es mayor que el primer número de símbolos de control TDM.

Varios aspectos y características de la invención se describen posteriormente en mayor detalle.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra una red de comunicaciones inalámbricas.

15 La Figura 2 muestra una estructura de trama a modo de ejemplo.

La Figura 3 muestra dos formatos de subtrama habituales a modo de ejemplo.

La Figura 4 muestra dos formatos de subtrama MBSFN a modo de ejemplo.

La Figura 5 muestra un cronograma de transmisión a modo de ejemplo para diferentes estaciones base.

20 Las Figuras 6 y 7 muestran un proceso y un aparato, respectivamente, para mitigar las interferencias en una red de comunicaciones inalámbricas.

Las Figuras 8 y 9 muestran un proceso y un aparato, respectivamente, para hacer funcionar una estación de retransmisión.

Las Figuras 10 y 11 muestran un proceso y un aparato, respectivamente, para transmitir información de control en una red de comunicaciones inalámbricas.

25 La Figura 12 muestra un diagrama de bloques de una estación base o de una estación de retransmisión y de un UE.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse en varias redes de comunicaciones inalámbricas tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras redes. Los términos "red" y "sistema" se utilizan normalmente de manera intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Acceso de Radio Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. El cdma2000 cubre las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE, 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP y LTE-Avanzada (LTE-A) son nuevas versiones de UMTS que utilizan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM están descritos en documentos de una organización llamada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). El cdma2000 y la UMB están descritos en documentos de una organización llamada "2º Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse en las redes inalámbricas y las tecnologías de radio mencionadas anteriormente, así como en otras redes inalámbricas y tecnologías de radio. Por motivos de claridad, determinados aspectos de las técnicas se describen a continuación para LTE, utilizándose terminología LTE en gran parte de la siguiente descripción.

45 La Figura 1 muestra una red de comunicaciones inalámbricas 100, la cual puede ser una red LTE o alguna otra red inalámbrica. La red inalámbrica 100 puede incluir una pluralidad de nodos B evolucionados (eNB) 110, 112, 114 y 116, y otras entidades de red. Un eNB puede ser una estación que se comunica con los UE y también puede denominarse como una estación base, un nodo B, un punto de acceso, etc. Cada eNB puede proporcionar cobertura de comunicaciones en un área geográfica particular. En 3GPP, el término "celda" puede referirse a un área de cobertura de un eNB y/o a un subsistema eNB que dé servicio a esta área de cobertura, dependiendo del contexto en el que se utilice el término.

50 Un eNB puede proporcionar cobertura de comunicaciones a una macrocelda, una picocelda, una femtocelda y/o a

5 otros tipos de celda. Una macrocelda puede cubrir un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, un radio de varios kilómetros) y puede permitir a UE con una subscripción de servicio un acceso no restringido. Una picocelda puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña y puede permitir a UE con una subscripción de servicio un acceso no restringido. Una femtocelda puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una casa) y puede permitir a UE que estén asociados con la femtocelda un acceso restringido (por ejemplo, los UE de un grupo cerrado de abonados (CSG), los UE de los usuarios de la casa, etc.). Un eNB de una macrocelda puede denominarse como un macro-eNB. Un eNB de una picocelda puede denominarse como un pico-eNB. Un eNB de una femtocelda puede denominarse como un femto-eNB o un eNB doméstico. En el ejemplo mostrado en la Figura 1, el eNB 110 puede ser un macro-eNB para una macrocelda 102, el eNB 112 puede ser un pico-eNB para una picocelda 104, y los eNB 114 y 116 pueden ser femto-eNB para las femtoceldas 106 y 108, respectivamente. Un eNB puede dar soporte una o múltiples (por ejemplo, tres) celdas.

15 La red inalámbrica 100 también puede incluir estaciones de retransmisión. Una estación de retransmisión es una estación que recibe una transmisión de datos y/u otra información desde una estación de subida (por ejemplo, un eNB o un UE) y envía una transmisión de los datos y/u otra información a una estación de bajada (por ejemplo, un UE o un eNB). Una estación de retransmisión también puede ser un UE que reenvíe transmisiones a otros UE. En el ejemplo mostrado en la Figura 1, una estación de retransmisión 118 puede comunicarse con el macro-eNB 110 y con un UE 128 para facilitar la comunicación entre el eNB 110 y el UE 128. Una estación de retransmisión también puede denominarse como un eNB de retransmisión, un retransmisor, etc.

20 La red inalámbrica 100 puede ser una red heterogénea que incluye eNB de diferentes tipos, por ejemplo, macro-eNB, pico-eNB, femto-eNB, retransmisores, etc. Estos tipos diferentes de eNB pueden tener diferentes niveles de potencia de transmisión, diferentes áreas de cobertura y diferente impacto en las interferencias en la red inalámbrica 100. Por ejemplo, los macro-eNB pueden tener un alto nivel de potencia de transmisión (por ejemplo, 20 vatios), mientras que los pico-eNB, los femto-eNB y los retransmisores pueden tener un nivel inferior de potencia de transmisión (por ejemplo, 1 vatio).

25 La red inalámbrica 100 puede permitir un funcionamiento síncrono. En el funcionamiento síncrono, los eNB pueden tener una temporización de tramas similar, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden estar alineadas en el tiempo de una manera muy parecida. El funcionamiento síncrono puede permitir determinadas características de transmisión, como se describirá posteriormente.

30 Un controlador de red 130 puede estar acoplado a un conjunto de eNB y puede proporcionar coordinación y control a estos eNB. El controlador de red 130 puede comunicarse con los eNB a través de un enlace de retroceso. Los eNB también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo directa o indirectamente, a través de un enlace de retroceso inalámbrico o cableado.

35 Los UE 122, 124 y 128 pueden estar dispersados por toda la red inalámbrica 100, y cada UE puede ser estacionario o móvil. Un UE también puede denominarse como un terminal, una estación móvil, una unidad de abonado, una estación, etc. Un UE puede ser un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones inalámbrico, un dispositivo manual, un ordenador portátil, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), etc. Un UE puede comunicarse con los macro-eNB, los pico-eNB, los femto-eNB, los retransmisores, etc. En la Figura 1, una línea continua de dos flechas indica transmisiones deseadas entre un UE y un eNB servidor, el cual es un eNB designado para dar servicio al UE en el enlace descendente y/o en el enlace ascendente. Una línea de puntos de doble flecha indica transmisiones interferentes entre un UE y un eNB.

40 LTE utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en el enlace descendente y multiplexación por división de frecuencia de única portadora (SC-FDM) en el enlace ascendente. OFDM y SC-FDM dividen el ancho de banda del sistema en múltiples (K) subportadoras ortogonales, que también se denominan comúnmente como tonos, contenedores (*bins*), etc. Cada subportadora puede modularse con datos. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDM. La separación entre subportadoras adyacentes puede ser fija, y el número total de subportadoras (K) puede depender del ancho de banda del sistema. Por ejemplo, K puede ser igual a 128, 256, 512, 1024 ó 2048 para un ancho de banda de sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ó 20 megahercios (MHz), respectivamente. El ancho de banda del sistema también puede dividirse en subbandas. Por ejemplo, una subbanda puede cubrir 1,08 MHz y puede haber 1, 2, 4, 8 ó 16 subbandas para el ancho de banda de sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ó 20 MHz, respectivamente.

45 La Figura 2 muestra una estructura de trama utilizada en LTE. El cronograma de transmisión para el enlace descendente puede dividirse en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ejemplo, 10 milisegundos (ms)) y puede estar dividida en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. Cada trama de radio puede incluir por tanto 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir L periodos de símbolos, por ejemplo, L = 7 periodos de símbolos para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la Figura 2) o L = 6 periodos de símbolos para un prefijo cíclico extendido. Los 2L periodos de símbolos en cada subtrama pueden tener asignados índices de 0 a 2L-1.

Los recursos de tiempo-frecuencia disponibles pueden estar divididos en bloques de recurso. Cada bloque de recurso puede cubrir N subportadoras (por ejemplo, 12 subportadoras) en una ranura y puede incluir una pluralidad de elementos de recurso. Cada elemento de recurso puede cubrir una subportadora en un periodo de símbolos y puede utilizarse para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o un valor complejo. Un eNB puede transmitir un símbolo OFDM en cada periodo de símbolos. Cada símbolo OFDM puede incluir símbolos de modulación en subportadoras utilizadas para la transmisión y símbolos de cero con valor de señal de cero en las subportadoras restantes.

En LTE, un eNB puede enviar una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS) en los 1,08 MHz centrales del ancho de banda de sistema para cada celda en el eNB. Las señales de sincronización primaria y secundaria pueden enviarse en los periodos de símbolos 6 y 5, respectivamente, en cada una de las subtramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal, tal y como se muestra en la Figura 2. Las señales de sincronización pueden utilizarse por los UE para la búsqueda y adquisición de celdas. El eNB puede enviar un canal de radiodifusión físico (PBCH) en los periodos de símbolos 0 a 3 en la ranura 1 de la subtrama 0 en determinadas tramas de radio. El PBCH puede transportar determinada información de sistema.

El eNB puede enviar un canal físico indicador de formato de control (PCFICH) en el primer periodo de símbolos de cada subtrama, tal y como se muestra en la Figura 2. El PCFICH puede transportar el número de periodos de símbolos (M) utilizados para controlar canales en una subtrama, donde M puede ser igual a 1, 2 ó 3 y puede cambiar de subtrama a subtrama. M también puede ser igual a 4 para un pequeño ancho de banda de sistema, por ejemplo, con menos de 10 bloques de recurso. El eNB puede enviar un canal físico indicador de HARQ (PHICH) y un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) en los M primeros periodos de símbolos de cada subtrama (no mostrados en la Figura 2). El PHICH puede transportar información para dar soporte retransmisiones automáticas híbridas (HARQ). El PDCCH puede transportar información en la asignación de recursos para los UE e información de control para canales de enlace descendente. Los M primeros símbolos OFDM de la subtrama también pueden denominarse como símbolos de control TDM. Un símbolo de control TDM puede ser un símbolo OFDM que transporta información de control. El eNB puede enviar un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en los periodos de símbolos restantes de cada subtrama. El PDSCH puede transportar datos para los UE planificados para transmisiones de datos en el enlace descendente. Las diversas señales y canales en LTE están descritos en la especificación TS 36.211 de 3GPP, titulada "*Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation*", la cual está a disposición pública.

LTE permite la transmisión de información de unidifusión a UE específicos. LTE también permite la transmisión de información de radiodifusión a todos los UE e información de multidifusión a un grupo de UE. Una transmisión de multidifusión/radiodifusión también puede denominarse como una transmisión MBSFN. Una subtrama utilizada para enviar información de unidifusión puede denominarse como una subtrama habitual. Una subtrama utilizada para enviar información de multidifusión y/o de radiodifusión puede denominarse como una subtrama MBSFN.

La Figura 3 muestra dos formatos de subtrama habituales a modo de ejemplo 310 y 320 que pueden utilizarse para enviar información de unidifusión a UE específicos en el enlace descendente. Para el prefijo cíclico normal en LTE, la ranura izquierda incluye siete periodos de símbolos 0 a 6, y la ranura derecha incluye siete periodos de símbolos 7 a 13.

El formato de subtrama 310 puede ser utilizado por un eNB equipado con dos antenas. Una señal de referencia específica de celda puede enviarse en los periodos de símbolos 0, 4, 7 y 11 y puede ser utilizada por los UE para la estimación de canal. Una señal de referencia es una señal conocida a priori por un transmisor y por un receptor, y también puede denominarse como señal piloto. Una señal de referencia específica de celda es una señal de referencia que es específica para una celda, por ejemplo, generada con una o más secuencias de símbolos determinadas según una identidad de celda (ID). Por simplicidad, una señal de referencia específica de celda puede denominarse simplemente como una señal de referencia. En la Figura 3, para un elemento de recurso dado con etiqueta R_i , un símbolo de referencia puede enviarse en ese elemento de recurso desde una antena i , y no puede enviarse ningún símbolo en ese elemento de recurso desde otras antenas. El formato de subtrama 320 puede utilizarse por un eNB equipado con cuatro antenas. Una señal de referencia puede enviarse en los periodos de símbolos 0, 1, 4, 7, 8 y 11.

En el ejemplo mostrado en la Figura 3, tres símbolos de control TDM se envían en una subtrama habitual con $M = 3$. El PCFICH puede enviarse en el periodo de símbolos 0, y el PDCCH y el PHICH pueden enviarse en los periodos de símbolos 0 a 2. El PDSCH puede enviarse en los periodos de símbolos restantes 3 a 13 de la subtrama.

La Figura 4 muestra dos formatos de subtrama MBSFN a modo de ejemplo 410 y 420 que pueden utilizarse para enviar información de radiodifusión/multidifusión a los UE en el enlace descendente. El formato de subtrama 410 puede utilizarse por un eNB equipado con dos antenas. Una señal de referencia puede enviarse en el periodo de símbolos 0. Para el ejemplo mostrado en la Figura 4, $M = 1$ y un símbolo de control TDM puede enviarse en la subtrama MBSFN. El formato de subtrama 420 puede utilizarse por un eNB equipado con cuatro antenas. Una señal

de referencia puede enviarse en los periodos de símbolos 0 y 1. Para el ejemplo mostrado en la Figura 4, $M = 2$ y dos símbolos de control TDM pueden enviarse en la subtrama MBSFN.

En general, el PCFICH puede enviarse en el periodo de símbolos 0 de una subtrama MBSFN, y el PDCCH y el PHICH pueden enviarse en los periodos de símbolos 0 a $M-1$. Información de radiodifusión/multidifusión puede enviarse en los periodos de símbolos M a 13 de la subtrama MBSFN. Como alternativa, no puede enviarse ninguna transmisión en los periodos de símbolos M a 13.

Las Figuras 3 y 4 muestran algunos formatos de subtrama que pueden utilizarse en el enlace descendente. También pueden utilizarse otros formatos de subtrama, por ejemplo para más de dos antenas en el eNB.

Un eNB o un retransmisor pueden funcionar en un modo habitual, en un modo MBSFN y/o en otros modos de funcionamiento. El eNB o retransmisor puede conmutar el modo de subtrama a subtrama o a un ritmo más bajo. En el modo habitual, el eNB o retransmisor puede transmitir utilizando un formato de subtrama habitual, por ejemplo como el mostrado en la Figura 3. El modo habitual puede estar asociado a determinadas características tales como un número configurable de símbolos de control TDM, la señal de referencia que está enviándose desde cada antena en dos o más periodos de símbolos de una subtrama, etc. En el modo MBSFN, el eNB o retransmisor puede transmitir utilizando un formato de subtrama MBSFN, por ejemplo como el mostrado en la Figura 4. El modo MBSFN puede estar asociado a determinadas características tales como un número mínimo de símbolos de control TDM, la señal de referencia que está enviándose desde cada antena en un periodo de símbolos de una subtrama, etc. El eNB o retransmisor puede transmitir información de control y señales de referencia en menos periodos de símbolos en el modo MBSFN que en el modo regular, por ejemplo como se muestra en Las Figuras 3 y 4. El eNB o retransmisor también puede transmitir menos símbolos de control TDM en el modo MBSFN que en el modo habitual. Por lo tanto, el modo MBSFN puede ser deseable en determinados escenarios de funcionamiento, como se describe posteriormente.

Un UE puede estar dentro de la cobertura de múltiples eNB. Uno de estos eNB puede seleccionarse para que dé servicio al UE. El eNB servidor puede seleccionarse según varios criterios, tales como la potencia recibida, la pérdida de trayectoria, la relación de señal a ruido (SNR), etc.

Un UE puede funcionar en un escenario de interferencias dominantes, en el que el UE puede sufrir altas interferencias generadas por uno o más eNB perturbadores. Un escenario de interferencias dominantes puede producirse debido a una asociación restringida. Por ejemplo, en la Figura 1, el UE 124 puede estar cerca del femto-eNB 114 y puede tener una alta potencia recibida para el eNB 114. Sin embargo, el UE 124 no puede acceder al femto-eNB 114 debido a una asociación restringida y, de este modo, puede conectarse al macro-eNB 110 con una potencia recibida más baja (como se muestra en la Figura 1) o al femto-eNB 116 también con una potencia recibida más baja (lo que no se muestra en la Figura 1). El UE 124 puede sufrir entonces altas interferencias generadas por el femto-eNB 114 en el enlace descendente y también puede generar altas interferencias en el eNB 114 en el enlace ascendente.

Un escenario de interferencias dominantes también puede producirse debido a una extensión de alcance, que es un escenario en el que un UE se conecta a un eNB con una menor pérdida de trayectoria y, posiblemente, con la SNR más baja de todos los eNB detectados por el UE. Por ejemplo, en la Figura 1, el UE 122 puede detectar el macro-eNB 110 y el pico-eNB 112 y puede tener una potencia recibida más baja para el pico-eNB 112 que para el macro-eNB 110. Sin embargo, puede ser deseable que el UE 122 se conecte al pico-eNB 112 si la pérdida de trayectoria del pico-eNB 112 es menor que la pérdida de trayectoria del macro-eNB 110. Esto puede dar como resultado menos interferencias en la red inalámbrica para una velocidad de transmisión de datos dada del UE 122.

En un aspecto, las comunicaciones en un escenario de interferencias dominantes pueden llevarse a cabo reservando subtramas para un eNB más débil que sufre altas interferencias generadas por un eNB perturbador potente. De este modo, un UE puede comunicarse con el eNB más débil en las subtramas reservadas en la presencia del eNB perturbador potente. Un eNB puede clasificarse como un eNB "débil" o como un eNB "potente" según la potencia recibida del eNB en un UE (y no según el nivel de potencia de transmisión del eNB). Además, diferentes eNB pueden enviar sus señales de sincronización de manera que puedan evitarse las interferencias generadas por una fuente de interferencias dominantes.

En un diseño, los eNB y los retransmisores pueden estar dispuestos en diferentes grupos. Cada grupo puede incluir eNB y/o retransmisores que no sean fuentes de interferencias dominantes entre sí. Por ejemplo, un grupo puede incluir macro-eNB, otro grupo puede incluir pico-eNB y retransmisores, y uno o más grupos pueden incluir femto-eNB. Los retransmisores pueden tener un nivel de potencia de transmisión similar a los pico-eNB y, por tanto, pueden estar agrupados con los pico-eNB. Los femto-eNB pueden dividirse en múltiples grupos si son fuentes de interferencias dominantes entre sí. Al hacer que cada grupo incluya eNB que no sean fuentes de interferencias dominantes entre sí, pueden evitarse escenarios de inoperatividad y obtenerse los beneficios de la extensión de alcance.

En un diseño, diferentes grupos de eNB pueden estar asociados a diferentes desfases de subtrama. Las temporizaciones de los eNB de diferentes grupos pueden estar desfasadas entre sí en un número entero de subtramas. Por ejemplo, cuando los macro-eNB de un primer grupo transmiten la subtrama 0, los pico-eNB de un segundo grupo pueden transmitir la subtrama 1, los femto-eNB de un tercer grupo pueden transmitir la subtrama 2, etc. La utilización del desfase de subtramas puede permitir que los eNB y los retransmisores de diferentes grupos transmitan sus señales de sincronización de manera que los UE puedan detectar estas señales.

La Figura 5 muestra un cronograma de transmisión a modo de ejemplo para cuatro grupos de eNB y retransmisores. Un primer grupo puede incluir el macro-eNB 110, donde su subtrama 0 comienza en el tiempo T0. Un segundo grupo puede incluir el pico-eNB 112 y el retransmisor 118, donde su subtrama 0 comienza una subtrama después del tiempo T0. Un tercer grupo puede incluir el femto-eNB 114, donde su subtrama 0 comienza dos subtramas después del tiempo T0. Un cuarto grupo puede incluir el femto-eNB 116, donde su subtrama 0 comienza tres subtramas después de T0. En general, puede formarse cualquier número de grupos y cada grupo puede incluir cualquier número de eNB y/o de retransmisores.

En un diseño, un eNB perturbador potente puede reservar o borrar algunas subtramas para un eNB más débil para permitir que el eNB más débil se comunique con sus UE. El eNB perturbador puede transmitir tan poco como sea posible en las subtramas reservadas para reducir las interferencias en el eNB más débil. En un diseño, el eNB perturbador puede configurar las subtramas reservadas como subtramas MBSFN. El eNB perturbador puede transmitir solamente el PCFICH con $M = 1$ y la señal de referencia en el primer periodo de símbolos de cada subtrama reservada y no puede transmitir nada en los periodos de símbolos restantes de la subtrama, por ejemplo, como se muestra en la Figura 4. En otro diseño, el eNB perturbador puede funcionar en un modo 1-Tx con una antena de transmisión, o en un modo 2-Tx con dos antenas de transmisión. El eNB perturbador puede transmitir el PCFICH con $M=1$ y la señal de referencia en cada subtrama reservada, por ejemplo como la mostrada en la Figura 3. En otro diseño adicional, el eNB perturbador puede transmitir la señal de referencia pero puede evitar transmitir el PCFICH en las subtramas reservadas con el fin de reducir las interferencias en el eNB más débil. En los diseños descritos anteriormente, el eNB perturbador puede evitar transmitir otros canales de control, tal como el PHICH y el PDCCH, así como datos en cada subtrama reservada. En otro diseño adicional, el eNB perturbador no puede transmitir nada en cada subtrama reservada con el fin de evitar generar interferencias en el eNB más débil. El eNB perturbador también puede transmitir de otras maneras en las subtramas reservadas. El eNB perturbador puede transmitir el menor número de símbolos de modulación requerido por la norma LTE en cada subtrama reservada.

En el ejemplo mostrado en la Figura 5, el macro-eNB 110 reserva las subtramas 1 a 6 para el pico-eNB 112 y transmite un símbolo de control TDM con $M=1$ para el PCFICH en cada subtrama reservada. El femto-eNB 114 (femto-eNB A) reserva las subtramas 3 y 8 para el macro-eNB 110, reserva las subtramas 4 y 9 para el pico-eNB 112 y reserva la subtrama 1 para el femto-eNB 116 (femto-eNB B). El femto-eNB 114 transmite un símbolo de control TDM con $M=1$ para el PCFICH en cada subtrama reservada. El femto-eNB 116 reserva las subtramas 2 y 7 para el macro-eNB 110, reserva las subtramas 3 y 8 para el pico-eNB 112 y reserva la subtrama 9 para el femto-eNB 114. El femto-eNB 116 transmite un símbolo de control TDM con $M=1$ para el PCFICH en cada subtrama reservada. Tal y como se muestra en la Figura 5, las subtramas reservadas para el macro-eNB 110 por los femto-eNB 114 y 116 están alineadas en el tiempo y permiten que el macro-eNB transmita en sus subtramas 0 y 5 con pocas interferencias generadas por los femto-eNB. Las subtramas reservadas para el pico-eNB 112 por el macro-eNB 110 y los femto-eNB 114 y 116 están alineadas en el tiempo y permiten que el pico-eNB transmita en sus subtramas 0 y 5 con pocas interferencias generadas por los macro-eNB y los femto-eNB.

Haciendo de nuevo referencia a la Figura 2, cada eNB puede transmitir sus señales de sincronización en las subtramas 0 y 5, y también puede transmitir el PBCH en la subtrama 0. Un UE puede buscar las señales de sincronización cuando detecta eNB y puede recibir el PBCH desde cada eNB detectado para comunicarse con el eNB. Para permitir que los UE detecten un eNB más débil, un eNB perturbador potente puede reservar o borrar subtramas en las que las señales de sincronización y el PBCH son transmitidos por el eNB más débil. Este borrado puede realizarse para todas las subtramas o solo para algunas subtramas en las que las señales de sincronización y el PBCH son transmitidos por el eNB más débil. El borrado debe realizarse de manera que los UE puedan detectar el eNB más débil en una cantidad de tiempo razonable.

Haciendo referencia al ejemplo mostrado en la Figura 5, las subtramas 0 y 5 del macro-eNB 110 se borran por los femto-eNB 114 y 116 para evitar interferencias en las señales de sincronización y en el PBCH del macro-eNB. Las subtramas 0 y 5 del pico-eNB 112 se borran por el macro-eNB 110 y por los femto-eNB 114 y 116 para evitar interferencias en las señales de sincronización y en el PBCH del pico-eNB. La subtrama 0 del femto-eNB 114 se borra por el femto-eNB 116 y la subtrama 0 del femto-eNB 116 se borra por el femto-eNB 114.

En un diseño, los eNB pueden comunicarse a través del enlace de retroceso para negociar la reserva/borrado de subtramas. En otro diseño, un UE que desea comunicarse con un eNB más débil puede solicitar que un eNB perturbador reserve algunas subtramas para el eNB más débil. En otro diseño adicional, una entidad de red

designada puede decidir reservar subtramas para los eNB, por ejemplo basándose en solicitudes de datos enviadas por los UE a diferentes eNB y/o en notificaciones de los eNB. En todos los diseños, las subtramas pueden reservarse según varios criterios, tales como la carga en los eNB, el número de eNB en el entorno, el número de UE dentro de la cobertura de cada eNB, las notificaciones de medición piloto de los UE, etc. Por ejemplo, un macro-eNB
 5 puede reservar una subtrama para permitir que múltiples pico-eNB y/o femto-eNB se comuniquen con sus UE, lo que puede proporcionar ganancias mediante la división de celdas.

Cada eNB puede transmitir su señal de referencia en un conjunto de subportadoras determinado en función de su ID de celda. En un diseño, el espacio de ID de celda de eNB perturbadores potentes (tales como macro-eNB) y de eNB más débiles (tales como pico-eNB) puede definirse de manera que las señales de referencia de estos eNB se
 10 transmitan en diferentes subportadoras y no colisionen. Algunos eNB (tales como los femto-eNB y los retransmisores) pueden autoconfigurarse. Estos eNB pueden seleccionar sus ID de celda de manera que sus señales de referencia no colisionen con las señales de referencia de eNB perturbadores potentes.

Un UE puede comunicarse con un eNB más débil en una subtrama reservada y puede sufrir altas interferencias debido al PCFICH, a la señal de referencia y, posiblemente, a otras transmisiones de un eNB perturbador potente.
 15 En un diseño, el UE puede descartar cada símbolo de control TDM con altas interferencias del eNB perturbador y puede procesar los símbolos de control TDM restantes. En otro diseño, el UE puede descartar símbolos recibidos en subportadoras con altas interferencias y puede procesar los símbolos recibidos restantes. El UE también puede procesar los símbolos recibidos y los símbolos de control TDM de otras maneras.

El UE puede obtener una estimación de canal para el eNB más débil basándose en una señal de referencia transmitida por el eNB más débil. La señal de referencia del eNB más débil puede transmitirse en diferentes subportadoras y no puede solaparse con la señal de referencia del eNB perturbador potente. En este caso, el UE puede obtener una estimación de canal para el eNB más débil basándose en la señal de referencia de este eNB. Si la señal de referencia del eNB más débil colisiona con la señal de referencia del eNB perturbador, entonces el UE puede llevar a cabo una estimación de canal con cancelación de interferencias. El UE puede estimar las interferencias generadas por la señal de referencia del eNB perturbador basándose en símbolos de referencia conocidos enviados por este eNB y en las subportadoras conocidas en las que se transmite la señal de referencia. El UE puede eliminar las interferencias estimadas de la señal recibida en el UE para eliminar las interferencias generadas por el eNB perturbador y después puede obtener una estimación de canal para el eNB más débil basándose en la señal de interferencias canceladas. El UE también puede llevar a cabo una cancelación de interferencias para canales de control (por ejemplo, el PCFICH) del eNB perturbador que colisionan con la señal de referencia del eNB más débil. El UE puede descodificar cada canal de control del eNB perturbador, estimar las interferencias generadas por cada canal de control descodificado, eliminar las interferencias estimadas de la señal recibida y obtener la estimación de canal para el eNB más débil después de eliminar las interferencias estimadas. En general, el UE puede llevar a cabo la cancelación de interferencias para cualquier transmisión del eNB perturbador que pueda descodificarse con el fin de mejorar el rendimiento de estimación de canal. El UE puede descodificar canales de control (por ejemplo, el PBCH, el PHICH y el PDCCH) así como el canal de datos (por ejemplo, el PDSCH) del eNB más débil basándose en la estimación de canal.
 20
 25
 30
 35

El eNB más débil puede enviar información de control y datos al UE en una subtrama reservada por el eNB perturbador. El eNB perturbador puede transmitir solamente el primer símbolo de control TDM en la subtrama, por ejemplo como la mostrada en la Figura 4. En este caso, el UE solo puede sufrir altas interferencias en el primer símbolo de control TDM y puede no sufrir ninguna interferencia generada por el eNB perturbador en los símbolos de control TDM restantes en la subtrama.
 40

El eNB más débil puede transmitir información de control de tal manera que se facilite la recepción fiable por parte del UE en la presencia del eNB perturbador. En un diseño, el eNB más débil puede transmitir tres símbolos de control TDM en una subtrama reservada fijando $M = 3$ para el PCFICH. En otro diseño, el eNB más débil puede transmitir un número predeterminado de símbolos de control TDM en la subtrama reservada. En ambos diseños, el UE puede conocer el número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por el eNB más débil. El UE no necesita descodificar el PCFICH enviado por el eNB más débil en el primer símbolo de control TDM, que puede sufrir altas interferencias generadas por el eNB perturbador.
 45

El eNB más débil puede enviar tres transmisiones del PHICH en tres símbolos de control TDM, una transmisión PHICH en cada símbolo de control TDM. El UE puede descodificar el PHICH basándose en las dos transmisiones PHICH enviadas en el segundo y en el tercer símbolo de control TDM, que pueden no sufrir ninguna interferencia generada por el eNB perturbador. El UE puede descodificar el PHICH basándose además en una parte de la transmisión PHICH enviada en subportadoras no utilizadas por el eNB perturbador en el primer símbolo de control TDM.
 50
 55

El eNB más débil también puede enviar el PDCCH en tres símbolos de control TDM. El eNB más débil puede enviar el PDCCH al UE de manera que puedan reducirse los efectos negativos debidos a interferencias generadas por el

eNB perturbador. Por ejemplo, el eNB más débil puede enviar el PDCCH en símbolos de control TDM sin interferencias generadas por el eNB perturbador, en subportadoras no utilizadas por el eNB perturbador, etc.

5 El eNB más débil puede tener constancia de las interferencias generadas por el eNB perturbador y puede transmitir la información de control para mitigar los efectos negativos de las interferencias. En un diseño, el eNB más débil puede escalar la potencia de transmisión del PHICH, del PDCCH y/o de otros canales de control para obtener el rendimiento deseado. El escalado de potencia puede tener en cuenta la pérdida de parte de la información de control debida a supresiones producidas por las altas interferencias generadas por el eNB perturbador.

10 El UE puede descodificar los canales de control (por ejemplo, el PHICH y el PDCCH) del eNB más débil sabiendo que algunos símbolos de modulación del primer símbolo de control TDM pueden perderse o eliminarse debido a altas interferencias generadas por el eNB perturbador. En un diseño, el UE puede descartar símbolos recibidos con altas interferencias generadas por el eNB perturbador y puede descodificar los símbolos recibidos restantes. Los símbolos descartados pueden sustituirse con borrados y un peso neutro dado en el proceso de descodificación. En otro diseño, el UE puede llevar a cabo la descodificación con cancelación de interferencias para los canales de control. El UE puede estimar las interferencias generadas por el eNB perturbador en los símbolos de control TDM, eliminar las interferencias estimadas de los símbolos recibidos y utilizar los símbolos recibidos después de la cancelación de interferencias para descodificar los canales de control.

20 El UE puede descodificar el canal de datos (por ejemplo, el PDSCH) del eNB más débil, posiblemente sabiendo que algunos símbolos de modulación pueden haberse suprimido debido a altas interferencias generadas por el eNB perturbador. En un diseño, el UE puede descartar símbolos recibidos con altas interferencias generadas por el eNB perturbador y puede descodificar los símbolos recibidos restantes para recuperar los datos enviados por el eNB más débil. En otro diseño, el UE puede llevar a cabo la descodificación con cancelación de interferencias para el canal de datos.

25 El UE también puede descodificar los canales de control y de datos del eNB más débil basándose en otras técnicas para mejorar el rendimiento en la presencia de altas interferencias generadas por el eNB perturbador. Por ejemplo, el UE puede llevar a cabo la detección y/o la descodificación teniendo en cuenta altas interferencias en determinados símbolos recibidos.

30 Las técnicas descritas en este documento pueden utilizarse para permitir el funcionamiento mediante retransmisores, por ejemplo el retransmisor 118. En la dirección del enlace descendente, el retransmisor 118 puede recibir datos e información de control del macro-eNB 110 y puede retransmitir los datos y la información de control al UE 128. En la dirección del enlace ascendente, el retransmisor 118 puede recibir datos e información de control del UE 128 y puede retransmitir los datos y la información de control al macro-eNB 110. El retransmisor 118 puede parecer como un UE para el macro-eNB 110 y como un eNB para el UE 128. El enlace entre el macro-eNB 110 y el retransmisor 118 pueden denominarse como un enlace de retroceso, y el enlace entre el retransmisor 118 y el UE 128 puede denominarse como un enlace de retransmisión.

35 Normalmente, el retransmisor 118 no puede transmitir y recibir al mismo en el mismo canal de frecuencia o ancho de banda. En la dirección del enlace descendente, el retransmisor 118 puede designar algunas subtramas como subtramas de enlace descendente de retroceso en las que escuchará al macro-eNB 110 y algunas subtramas como subtramas de enlace descendente de retransmisión en las que transmitirá a los UE. En la dirección de enlace ascendente, el retransmisor 118 puede designar algunas subtramas como subtramas de enlace ascendente de retransmisión en las que escuchará a los UE y algunas subtramas como subtramas de enlace ascendente de retroceso en las que transmitirá al macro-eNB 110. En el ejemplo mostrado en la Figura 5, en la dirección de enlace descendente, el retransmisor 118 puede transmitir a sus UE en las subtramas 0 y 5, que pueden borrarse por el macro-eNB 110, y puede escuchar al macro-eNB 110 en las subtramas 1, 2, 3, 4 y 9. Las subtramas para la dirección de enlace ascendente no se muestran en la Figura 5.

45 En un escenario de extensión de alcance, el macro-eNB 110 puede ser un eNB perturbador potente para los UE que se comunican con el retransmisor 118, así como para nuevos UE que pueden recibir servicio por el retransmisor 118. Para las subtramas de enlace descendente de retransmisión en las que el retransmisor 118 transmite a los UE, la temporización del retransmisor 118 puede estar desfasada en un número entero de subtramas (por ejemplo, en una subtrama en la Figura 5) con respecto a la temporización del macro-eNB 110. El macro-eNB 110 puede borrar algunas subtramas (por ejemplo, las subtramas 1 y 6 de la Figura 5) para el retransmisor 118. El retransmisor 118 puede transmitir sus señales de sincronización y el PBCH en subtramas de enlace descendente de retransmisión que coincidan con las subtramas reservadas por el macro-eNB 110. Los UE pueden detectar las señales de sincronización del retransmisor 118. Los UE pueden tener constancia de símbolos suprimidos por el macro-eNB 110 y pueden utilizar esta información para descodificar los canales de control del retransmisor 118, de la manera descrita anteriormente.

55 Para las subtramas de enlace descendente de retroceso, el retransmisor 118 puede desear escuchar solamente al

macro-eNB 110 y puede no desear transmitir nada a sus UE en estas subtramas. Sin embargo, puesto que el retransmisor 118 es un eNB para sus UE, puede esperarse que el retransmisor 118 transmita algunas señales a sus UE en las subtramas de enlace descendente de retroceso. En un diseño, el retransmisor 118 puede funcionar en el modo MBSFN para las subtramas de enlace descendente de retroceso. En el modo MBSFN, el retransmisor 118 solo puede transmitir en el primer periodo de símbolos de una subtrama de enlace descendente de retroceso y puede escuchar al macro-eNB 110 en los periodos de símbolos restantes de la subtrama. En el ejemplo mostrado en la Figura 5, el retransmisor 118 transmite solamente en el primer periodo de símbolos de las subtramas 1, 2, 3, 4 y 9, que son subtramas en las que el retransmisor 118 escucha al macro-eNB 110.

En un diseño, el macro eNB 110 puede fijar el PCFICH a un valor predeterminado (por ejemplo, $M=3$) en subtramas en las que el macro-eNB 110 transmite al retransmisor 118 (por ejemplo, las subtramas 0 y 5 del macro-eNB 110 en la Figura 5). El retransmisor 118 puede conocer el valor predeterminado del PCFICH del macro-eNB 110 y puede omitir la decodificación del PCFICH. El retransmisor 118 puede transmitir el PCFICH a sus UE en el primer periodo de símbolos y puede omitir la decodificación del PCFICH enviado por el macro-eNB 110 en el mismo periodo de símbolos. El macro-eNB 110 puede enviar tres transmisiones del PHICH, una transmisión en cada símbolo de control TDM. El retransmisor 118 puede decodificar el PHICH del macro-eNB 110 basándose en las transmisiones de PHICH en el segundo y el tercer símbolo de control TDM. El macro-eNB 110 también puede enviar el PDCCH de manera que toda o gran parte de una transmisión de PDCCH para el retransmisor 118 se envíe en el segundo y en el tercer símbolo de control TDM. El retransmisor 118 puede decodificar el PDCCH basándose en la parte de la transmisión de PDCCH recibida en el segundo y en el tercer símbolo de control TDM. El macro-eNB 110 puede maximizar la potencia de transmisión de los canales de control (por ejemplo, el PHICH y/o el PDCCH) destinados al retransmisor 118 para mejorar la recepción de los canales de control por parte del retransmisor 118 basándose en la parte enviada en el segundo y en el tercer símbolo de control TDM. El macro-eNB 110 también puede omitir la transmisión de información de control en el primer símbolo de control TDM al retransmisor 118. El macro-eNB 110 puede enviar datos al retransmisor 118 en los periodos de símbolos 3 a 13. El retransmisor 118 puede recuperar los datos de la manera habitual.

El retransmisor 118 no puede recibir la señal de referencia desde el macro-eNB 110 en el periodo de símbolos 0. El retransmisor 118 puede obtener una estimación de canal para el macro-eNB 110 basándose en la señal de referencia que el retransmisor 118 puede recibir desde el macro-eNB 110. Durante la planificación del retransmisor 118, el macro-eNB 110 puede utilizar la información que indica qué subtramas pueden tener las mejores estimaciones de canal por parte del retransmisor 118. Por ejemplo, el retransmisor 118 puede escuchar al macro-eNB 110 en dos subtramas contiguas. En este caso, la estimación de canal para la primera subtrama puede ser peor que la estimación de canal para la segunda subtrama, ya que la estimación de canal para la primera subtrama puede extrapolarse, mientras que la estimación de canal para la segunda subtrama puede interpolarse y puede tener más símbolos de referencia en torno a la misma. Después, el macro-eNB 110 puede enviar datos al retransmisor 118 en la segunda subtrama, si es posible.

El retransmisor 118 no puede funcionar en el modo MBSFN en sus subtramas 0 y 5, las cuales transportan las señales de sincronización. En un diseño, el retransmisor 118 puede omitir escuchar al macro-eNB 110 en las subtramas 0 y 5 del retransmisor 118, incluso si estas subtramas están designadas como subtramas de enlace descendente de retroceso, y, en cambio, puede transmitir a sus UE. En otro diseño, el retransmisor 118 puede omitir transmitir a sus UE en las subtramas 0 y 5, incluso si estas subtramas están designadas como subtramas de enlace descendente de retransmisión, y, en cambio, puede escuchar al macro-eNB 110. El retransmisor 118 también puede llevar a cabo una combinación de ambos diseños y puede transmitir a sus UE en alguna de las subtramas 0 y 5, y puede escuchar al macro-eNB 110 en alguna otra de las subtramas 0 y 5.

En la dirección de enlace ascendente, el retransmisor 118 puede funcionar de manera parecida a un UE en las subtramas de enlace ascendente de retroceso, en las que el retransmisor 118 transmite datos e información de control al macro-eNB 110. El retransmisor 118 puede funcionar de manera parecida a un eNB en las subtramas de enlace ascendente de retransmisión, en las que el retransmisor 118 escucha datos e información de control del UE 128. Un planificador en el macro-eNB 110 y/o un planificador en el retransmisor 118 pueden garantizar que el enlace ascendente del retransmisor 118 y el enlace ascendente de los UE servidos por el retransmisor 118 se planifiquen de manera adecuada.

La Figura 6 muestra el diseño de un proceso 600 para mitigar las interferencias en una red de comunicaciones inalámbricas. El proceso 600 puede llevarse a cabo por un UE, una estación base/eNB, una estación de retransmisión, o alguna otra entidad. Una primera estación que produce altas interferencias en o que sufre altas interferencias generadas por una segunda estación en una red heterogénea puede identificarse (bloque 612). La red heterogénea puede comprender estaciones base de al menos dos niveles diferentes de potencia de transmisión y/o de diferentes tipos de asociación. Las interferencias debidas a una primera señal de referencia de la primera estación pueden mitigarse cancelando las interferencias en la segunda estación, o las interferencias en la primera señal de referencia pueden mitigarse seleccionando diferentes recursos para enviar una segunda señal de referencia

por medio de la segunda estación para evitar colisiones con la primera señal de referencia (bloque 614).

En un diseño, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, y la segunda estación puede ser un UE. En el bloque 614, las interferencias debidas a la primera señal de referencia pueden cancelarse en el UE. En un diseño, las interferencias debidas a la primera señal de referencia pueden estimarse y eliminarse de una señal recibida en el UE para obtener una señal con interferencias canceladas. Después, la señal de interferencias canceladas puede procesarse para obtener una estimación de canal para una estación base o una estación de retransmisión con la que el UE está en comunicación. La señal de interferencias canceladas también puede procesarse para obtener datos y/o información de control enviados por la estación base o la estación de retransmisión al UE.

En otro diseño, la primera y la segunda estación pueden comprender (i) una macroestación base y una picoestación base, respectivamente, (ii) dos femtoestaciones base o (iii) alguna otra combinación de macro, pico y femtoestaciones base y estación de retransmisión. En el bloque 614 pueden determinarse primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por medio de la primera estación. Un ID de celda asociado a segundos recursos para enviar la segunda señal de referencia puede seleccionarse de manera que los segundos recursos sean diferentes de los primeros recursos. Los primeros recursos pueden comprender un primer conjunto de subportadoras y los segundos recursos pueden comprender un segundo conjunto de subportadoras, que puede ser diferente del primer conjunto de subportadoras. La segunda señal de referencia puede enviarse en los segundos recursos por medio de la segunda estación y, de este modo, puede evitarse que colisione con la primera señal de referencia. Una señal de sincronización primaria y una señal de sincronización secundaria pueden generarse en función del ID de celda seleccionado y pueden enviarse por medio de la segunda estación en subtramas designadas, por ejemplo las subtramas 0 y 5.

La Figura 7 muestra el diseño de un aparato 700 para mitigar interferencias. El aparato 700 incluye un módulo 712 para identificar una primera estación que produce altas interferencias en o que sufre altas interferencias generadas por una segunda estación en una red heterogénea, y un módulo 714 para mitigar interferencias debidas a una primera señal de referencia de la primera estación cancelando las interferencias en la segunda estación o para mitigar interferencias en la primera señal de referencia seleccionando diferentes recursos para enviar una segunda señal de referencia por medio de la segunda estación para evitar colisiones con la primera señal de referencia.

La Figura 8 muestra el diseño de un proceso 800 para hacer funcionar una estación de retransmisión en una red de comunicaciones inalámbricas. La estación de retransmisión puede determinar subtramas en la que escucha a una macroestación base (bloque 812). La estación de retransmisión puede transmitir en un modo MBSFN en las subtramas en las que escucha a la macroestación base (bloque 814). La estación de retransmisión también puede determinar subtramas en las que transmite a los UE (bloque 816). La estación de retransmisión puede transmitir en un modo habitual en las subtramas en la que transmite a los UE (bloque 818).

La estación de retransmisión puede enviar una señal de referencia en menos periodos de símbolos en una subtrama dada en el modo MBSFN que en el modo habitual. En un diseño, la estación de retransmisión puede transmitir la señal de referencia desde cada antena en un periodo de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión escucha a la macroestación base en el modo MBSFN, por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 4. La estación de retransmisión puede transmitir la señal de referencia desde cada antena en múltiples periodos de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión transmite a los UE en el modo habitual, por ejemplo como se muestra en la Figura 3. En un diseño, la estación de retransmisión solo puede transmitir la señal de referencia en el primer periodo de símbolos o en los dos primeros periodos de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión escucha a la macroestación base en el modo MBSFN. La estación de retransmisión puede transmitir la señal de referencia en más periodos de símbolos a través de cada subtrama en la que la estación de retransmisión transmite a los UE en el modo habitual. La estación de retransmisión también puede transmitir la señal de referencia de otras maneras en el modo MBSFN y en el modo habitual.

En un diseño del bloque 814, la estación de retransmisión puede transmitir un único símbolo de control TDM y no puede transmitir ningún dato en cada subtrama en la que escucha a la macroestación base. La estación de retransmisión puede recibir un número máximo (por ejemplo, 3) de símbolos de control TDM desde la macroestación base en cada subtrama en la que la macroestación base transmite a la estación de retransmisión. La estación de retransmisión puede descodificar al menos un canal de control (por ejemplo, el PHICH y el PDCCH) de la macroestación base basándose en el segundo y en el tercer símbolo de control TDM.

La Figura 9 muestra el diseño de un aparato 900 para hacer funcionar una estación de retransmisión. El aparato 900 incluye un módulo 912 para determinar subtramas en las que una estación de retransmisión está escuchando a una macroestación base, un módulo 914 para transmitir en un modo MBSFN por medio de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base, un módulo 916 para determinar subtramas en las que la estación de retransmisión está transmitiendo a los UE, y un módulo 918 para transmitir en el modo habitual por medio de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación

de retransmisión está transmitiendo a los UE.

La Figura 10 muestra el diseño de un proceso 1000 para transmitir información de control en una red de comunicaciones inalámbricas. El proceso 1000 puede llevarse a cabo por una primera estación, que puede ser una estación base/eNB, una estación de retransmisión o alguna otra entidad. La primera estación puede identificar una estación fuertemente interferente para la primera estación (bloque 1012). La primera estación puede determinar un primer número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama (bloque 1014). La primera estación puede transmitir un segundo número de símbolos de control TDM en la subtrama, donde el segundo número de símbolos de control TDM es mayor que el primer número de símbolos de control TDM (bloque 1016). El segundo número de símbolos de control TDM puede ser el máximo número de símbolos de control TDM permitidos para la primera estación y puede comprender tres símbolos de control TDM.

La primera estación y la estación fuertemente interferente pueden tener diferentes niveles de potencia de transmisión. En un diseño, la primera estación puede ser una picoestación base, y la estación interferente puede ser una macroestación base. En otro diseño, la primera estación puede ser una macroestación base y la estación interferente puede ser una femtoestación base, o viceversa. En otro diseño adicional, la primera estación puede ser una femtoestación base y la estación interferente puede ser otra femtoestación base. La primera estación y la estación fuertemente interferente también pueden ser otra combinación de macroestación base, picoestación base, femtoestación base, estación de retransmisión, etc.

En un diseño, la primera estación puede transmitir un canal de control (por ejemplo, el PCFICH) que indica el segundo número de símbolos de control TDM que están transmitiéndose en la subtrama si la estación fuertemente interferente no está presente. La primera estación no puede transmitir el canal de control si la estación fuertemente interferente está presente. En este caso, puede asumirse un valor predeterminado para el segundo número de símbolos de control TDM.

En un diseño del bloque 1016, la primera estación puede transmitir un canal de control (por ejemplo, el PHICH o el PDCCH) en un primer símbolo de control TDM en un primer nivel de potencia de transmisión. La primera estación puede transmitir el canal de control en al menos un símbolo de control TDM adicional en un segundo nivel de potencia de transmisión, que puede ser mayor que el primer nivel de potencia de transmisión. En otro diseño del bloque 1016, la primera estación puede transmitir un canal de control (por ejemplo, el PHICH o el PDCCH) en el segundo número de símbolos de control TDM en elementos de recurso seleccionados para evitar o reducir las colisiones con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente. La primera estación también puede transmitir el segundo número de símbolos de control TDM de otras maneras para mitigar los efectos de las interferencias generadas por la estación fuertemente interferente.

La Figura 11 muestra el diseño de un aparato 1100 para transmitir información de control. El aparato 1100 incluye un módulo 1112 para identificar una estación fuertemente interferente para una primera estación, un módulo 1114 para determinar un primer número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama, y un módulo 1116 para transmitir un segundo número de símbolos de control TDM por medio de la primera estación en la subtrama, siendo el segundo número de símbolos de control TDM mayor que el primer número de símbolos de control TDM.

Los módulos de Las Figuras 7, 9 y 11 pueden comprender procesadores, dispositivos electrónicos, dispositivos de hardware, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memorias, códigos de software, códigos de firmware, etc., o cualquier combinación de los mismos.

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques del diseño de una estación 110x y de un UE 120. La estación 110x puede ser la macroestación base 110, la picoestación base 112, la femtoestación base 114 ó 116, o la estación de retransmisión 118 de la Figura 1. El UE 120 puede ser cualquiera de los UE de la Figura 1. La estación 110x puede estar equipada con T antenas 1234a a 1234t, y el UE 120 puede estar equipado con R antenas 1252a a 1252r, donde, por lo general, $T \geq 1$ y $R \geq 1$.

En la estación 110x, un procesador de transmisión 1220 puede recibir datos desde una fuente de datos 1212 e información de control desde un controlador/procesador 1240. La información de control puede ser para el PBCH, el PCFICH, el PHICH, el PDCCH, etc. Los datos pueden ser para el PDSCH, etc. El procesador 1220 puede procesar (por ejemplo, codificar y mapear símbolos) los datos y la información de control para obtener símbolos de datos y símbolos de control, respectivamente. El procesador 1220 también puede generar símbolos de referencia, por ejemplo, para la PSS, la SSS y señales de referencia específicas de celda. Un procesador de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de transmisión (TX) 1230 puede llevar a cabo un procesamiento espacial (por ejemplo, precodificación) en los símbolos de datos, los símbolos de control y/o los símbolos de referencia, si procede, y puede proporcionar T flujos de símbolos de salida a T moduladores (MOD) 1232a a 1232t. Cada modulador 1232 puede procesar un flujo de símbolos de salida respectivo (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener un flujo de muestra de salida. Cada modulador 1232 puede procesar además (por ejemplo, convertir a analógico, amplificar, filtrar y

convertir de manera ascendente) el flujo de muestras de salida para obtener una señal de enlace descendente. T señales de enlace descendente de los moduladores 1232a a 1232t pueden transmitirse a través de T antenas 1234a a 1234t, respectivamente.

5 En el UE 120, antenas 1252a a 1252r pueden recibir las señales de enlace descendente de la estación 110x y pueden proporcionar señales recibidas a desmoduladores (DEMOD) 1254a a 1254r, respectivamente. Cada desmodulador 1254 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, convertir de manera descendente y digitalizar) una señal recibida respectiva para obtener muestras de entrada. Cada desmodulador 1254 puede procesar adicionalmente las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 1256 puede obtener símbolos recibidos desde todos los R desmoduladores 1254a a 1254r, llevar a cabo una detección MIMO en los símbolos recibidos, si procede, y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción 1258 puede procesar (por ejemplo, desmodular, desentrelazar y descodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos descodificados para el UE 120 a un colector de datos 1260 y proporcionar información de control descodificada a un controlador/procesador 1280.

15 En el enlace ascendente, en el UE 120, un procesador de transmisión 1264 puede recibir y procesar datos (por ejemplo, para el PUSCH) de una fuente de datos 1262 e información de control (por ejemplo, para el PUCCH) del controlador/procesador 1280. El procesador 1264 también puede generar símbolos de referencia para una señal de referencia. Los símbolos del procesador de transmisión 1264 pueden precodificarse por un procesador MIMO TX 1266, si procede, procesarse adicionalmente por los moduladores 1254a a 1254r (por ejemplo, para SC-FDM, etc.) y transmitirse a la estación 110x. En la estación 110x, las señales de enlace ascendente del UE 120 pueden recibirse por antenas 1234, procesarse por desmoduladores 1232, detectarse por un detector MIMO 1236, si procede, y procesarse adicionalmente por un procesador de recepción 1238 para obtener datos descodificados e información de control enviados por el UE 120. El procesador 1238 puede proporcionar los datos descodificados a un colector de datos 1239 y la información de control descodificada al controlador/procesador 1240.

25 Los controladores/procesadores 1240 y 1280 pueden dirigir el funcionamiento de la estación 110x y del UE 120, respectivamente. El procesador 1240 y/u otros procesadores y módulos de la estación 110x pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 600 de la Figura 6, el proceso 800 de la Figura 8, el proceso 1000 de la Figura 10 y/u otros procesos de las técnicas descritas en este documento. El procesador 1280 y/u otros procesadores y módulos del UE 120 pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 600 de la Figura 6 y/u otros procesos de las técnicas descritas en este documento. Las memorias 1242 y 1282 pueden almacenar datos y códigos de programa para la estación 110x y el UE 120, respectivamente. Un planificador 1244 puede planificar los UE para la transmisión de datos en el enlace descendente y/o el enlace ascendente.

35 Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden representarse utilizando cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y fragmentos de información a los que puede haberse hecho referencia a lo largo de la anterior descripción pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, partículas o campos magnéticos, partículas o campos ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

40 Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos con relación a la invención descrita en este documento pueden implementarse como hardware electrónico, como software informático, o como combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, varios componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos se han descrito anteriormente de manera genérica en lo que respecta a su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa en hardware o en software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas en el sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que tales decisiones de implementación suponen un apartamiento del alcance de la presente invención.

50 Los diversos circuitos, módulos y bloques lógicos ilustrativos descritos con relación a la invención descrita en este documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), con una matriz de puertas de campo (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en este documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier máquina de estados, microcontrolador, controlador o procesador convencionales. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito con relación a la invención descrita en este documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación

de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede ser una parte integrante del procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

En uno o más diseños a modo de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse en o transmitirse como una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para transportar o almacenar medios de código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o mediante un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión se denomina adecuadamente como un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota utilizando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Los discos, tal y como se utilizan en este documento, incluyen discos compactos (CD), discos de láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), discos flexibles y discos *blu-ray*, donde los discos reproducen datos normalmente de manera magnética así como de manera óptica con láser. Combinaciones de lo anterior también deben incluirse dentro del alcance de medio legible por ordenador.

La anterior descripción de la invención se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica pueda realizar o utilizar la invención. Por tanto, la invención no pretende limitarse a los ejemplos y diseños descritos en este documento sino que se le concede el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas dados a conocer en las reivindicaciones adjuntas.

A continuación se describirán aspectos adicionales.

Según un aspecto, un procedimiento de comunicaciones inalámbricas comprende: identificar una primera estación que provoca altas interferencias en o que sufre altas interferencias generadas por una segunda estación en una red heterogénea que comprende estaciones base de al menos dos niveles diferentes de potencia de transmisión; y mitigar las interferencias debidas a una primera señal de referencia de la primera estación cancelando las interferencias en la segunda estación o mitigar las interferencias en la primera señal de referencia seleccionando recursos diferentes para enviar una segunda señal de referencia por medio de la segunda estación para evitar colisiones con la primera señal de referencia. En el procedimiento, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, donde la segunda estación puede ser un equipo de usuario (UE), y donde mitigar las interferencias puede comprender cancelar las interferencias debidas a la primera señal de referencia en el UE. En el procedimiento, cancelar las interferencias puede comprender estimar las interferencias debidas a la primera señal de referencia en el UE, eliminar las interferencias estimadas de una señal recibida en el UE para obtener una señal de interferencias canceladas y procesar la señal de interferencias canceladas para obtener una estimación de canal para una estación base o una estación de retransmisión con la que el UE está en comunicación. En el procedimiento, la primera estación puede ser una macroestación base y la segunda estación puede ser una picoestación base o un retransmisor. En el procedimiento, la primera y la segunda estación pueden ser una primera y una segunda femtoestación base. En el procedimiento, mitigar las interferencias puede comprender determinar primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por medio de la primera estación, seleccionar una identidad de celda (ID) asociada a segundos recursos para enviar la segunda señal de referencia, siendo diferentes los segundos recursos de los primeros recursos, y enviar la segunda señal de referencia en los segundos recursos por medio de la segunda estación. En el procedimiento, los primeros recursos pueden comprender un primer conjunto de subportadoras, y donde los segundos recursos pueden comprender un segundo conjunto de subportadoras diferente del primer conjunto de subportadoras. El procedimiento puede comprender además: generar una señal de sincronización primaria y una señal de sincronización secundaria en función del ID de celda seleccionado; y enviar las señales de sincronización primaria y secundaria en subtramas designadas por medio de la segunda estación.

Según un aspecto, un aparato de comunicaciones inalámbricas comprende: medios para identificar una primera estación que provoca altas interferencias en o que sufre altas interferencias generadas por una segunda estación en una red heterogénea que comprende estaciones base de al menos dos niveles diferentes de potencia de transmisión; y medios para mitigar las interferencias debidas a una primera señal de referencia de la primera estación cancelando las interferencias en la segunda estación o para mitigar las interferencias en la primera señal de referencia seleccionando recursos diferentes para enviar una segunda señal de referencia por medio de la segunda estación para evitar colisiones con la primera señal de referencia. En el aparato, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, donde la segunda estación puede ser un equipo de usuario (UE), y donde mitigar las interferencias puede comprender cancelar las interferencias debidas a la primera señal de referencia en el UE. En el aparato, los medios para cancelar las interferencias pueden comprender medios para estimar las interferencias debidas a la primera señal de referencia en el UE, medios para eliminar las interferencias estimadas de una señal recibida en el UE para obtener una señal de interferencias canceladas y medios para procesar la señal de interferencias canceladas para obtener una estimación de canal para una estación base o una estación de retransmisión con la que el UE está en comunicación. En el aparato, los medios para mitigar las interferencias pueden comprender medios para determinar primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por medio de la primera estación, medios para seleccionar una identidad de celda (ID) asociada a segundos recursos para enviar la segunda señal de referencia, siendo diferentes los segundos recursos de los primeros recursos, y medios para enviar la segunda señal de referencia en los segundos recursos por medio de la segunda estación.

Según un aspecto, un aparato de comunicaciones inalámbricas comprende: al menos un procesador configurado para identificar una primera estación que provoca altas interferencias en o que sufre altas interferencias generadas por una segunda estación en una red heterogénea que comprende estaciones base de al menos dos niveles diferentes de potencia de transmisión, y para mitigar las interferencias debidas a una primera señal de referencia de la primera estación cancelando las interferencias en la segunda estación o para mitigar las interferencias en la primera señal de referencia seleccionando recursos diferentes para enviar una segunda señal de referencia por medio de la segunda estación para evitar colisiones con la primera señal de referencia. En el aparato, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, donde la segunda estación puede ser un equipo de usuario (UE), y donde el al menos un procesador puede estar configurado para cancelar las interferencias debidas a la primera señal de referencia en el UE. En el aparato, el al menos un procesador puede estar configurado para estimar las interferencias debidas a la primera señal de referencia en el UE, para eliminar las interferencias estimadas de una señal recibida en el UE para obtener una señal de interferencias canceladas, y para procesar la señal de interferencias canceladas para obtener una estimación de canal para una estación base o una estación de retransmisión con la que el UE está en comunicación. En el aparato, el al menos un procesador puede estar configurado para determinar primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por medio de la primera estación, para seleccionar una identidad de celda (ID) asociada a segundos recursos para enviar la segunda señal de referencia, siendo diferentes los segundos recursos de los primeros recursos, y para enviar la segunda señal de referencia en los segundos recursos por medio de la segunda estación.

Según un aspecto, un producto de programa informático comprende: un medio legible por ordenador que comprende: código para hacer que al menos un ordenador identifique una primera estación que provoca altas interferencias en o que sufre altas interferencias generadas por una segunda estación en una red heterogénea que comprende estaciones base de al menos dos niveles diferentes de potencia de transmisión, y código para hacer que el al menos un ordenador mitigue las interferencias debidas a una primera señal de referencia de la primera estación cancelando las interferencias en la segunda estación o mitigue las interferencias en la primera señal de referencia seleccionando recursos diferentes para enviar una segunda señal de referencia por medio de la segunda estación para evitar colisiones con la primera señal de referencia.

Según un aspecto, un procedimiento de comunicaciones inalámbricas comprende: determinar subtramas en las que una estación de retransmisión está escuchando a una macroestación base; y transmitir en un modo de red de frecuencia única de multidifusión/radiodifusión (MBSFN) por medio de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base, donde una señal de referencia se envía en menos periodos de símbolos en una subtrama en el modo MBSFN que en un modo habitual. El procedimiento puede comprender además: determinar subtramas en las que la estación de retransmisión está transmitiendo a equipos de usuario (UE); y transmitir en el modo habitual por medio de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está transmitiendo a los UE. En el procedimiento, la transmisión en el modo MBSFN puede comprender transmitir la señal de referencia por medio de la estación de retransmisión desde cada antena en un periodo de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base, y donde la transmisión en el modo habitual puede comprender transmitir la señal de referencia por medio de la estación de retransmisión desde cada antena en múltiples periodos de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está transmitiendo a los UE. En el procedimiento, la transmisión en el modo MBSFN puede comprender transmitir la señal de referencia por medio de la estación de retransmisión en solamente un primer periodo de símbolos de cada subtrama en la que la

estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base. En el procedimiento, la transmisión en el modo MBSFN puede comprender transmitir un único símbolo de control multiplexado por división de tiempo (TDM) y ningún dato en cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base. El procedimiento puede comprender además: recibir un número máximo de símbolos de control multiplexados por división de tiempo (TDM) desde la macroestación base en cada subtrama en la que la macroestación base transmite a la estación de retransmisión. En el procedimiento, el símbolo de control TDM único puede enviarse en un primer periodo de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base, pudiendo comprender además el procedimiento: recibir símbolos de control TDM en un segundo y tercer periodos de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base, y descodificar al menos un canal de control de la macroestación base en función de los símbolos de control TDM recibidos.

Según un aspecto, un aparato de comunicaciones inalámbricas comprende: medios para determinar subtramas en las que una estación de retransmisión está escuchando a una macroestación base; y medios para transmitir en un modo de red de frecuencia única de multidifusión/radiodifusión (MBSFN) por medio de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base, donde una señal de referencia se envía en menos periodos de símbolos en una subtrama en el modo MBSFN que en un modo habitual. El aparato puede comprender además: medios para determinar subtramas en las que la estación de retransmisión está transmitiendo a equipos de usuario (UE); y medios para transmitir en el modo habitual por medio de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está transmitiendo a los UE. En el aparato, la transmisión en el modo MBSFN puede comprender transmitir la señal de referencia por medio de la estación de retransmisión en solamente un primer periodo de símbolos de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base. En el aparato, la transmisión en el modo MBSFN puede comprender transmitir un único símbolo de control multiplexado por división de tiempo (TDM) y ningún dato en cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macroestación base.

Según un aspecto, un procedimiento de comunicaciones inalámbricas comprende: identificar una estación fuertemente interferente para una primera estación; determinar un primer número de símbolos de control multiplexados por división de tiempo (TDM) que están siendo transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama; y transmitir un segundo número de símbolos de control TDM por medio de la primera estación en la subtrama, siendo el segundo número de símbolos de control TDM mayor que el primer número de símbolos de control TDM. En el procedimiento, la estación fuertemente interferente y la primera estación pueden ser estaciones base con diferentes niveles de potencia de transmisión. En el procedimiento, el segundo número de símbolos de control TDM puede comprender un número máximo de símbolos de control TDM permitidos para la primera estación. En el procedimiento, el segundo número de símbolos de control TDM puede comprender tres símbolos de control TDM. El procedimiento puede comprender además: transmitir un canal de control que indica el segundo número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por la primera estación en la subtrama si la estación fuertemente interferente no está presente, y no transmitir el canal de control si la estación fuertemente interferente está presente. En el procedimiento, transmitir el segundo número de símbolos de control TDM puede comprender transmitir un canal de control en un primer símbolo de control TDM en un primer nivel de potencia de transmisión, y transmitir el canal de control en al menos un símbolo de control TDM adicional en un segundo nivel de potencia de transmisión mayor que el primer nivel de potencia de transmisión. En el procedimiento, transmitir el segundo número de símbolos de control TDM puede comprender transmitir un canal de control en el segundo número de símbolos de control TDM en elementos de recurso seleccionados para reducir las colisiones con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente.

Según un aspecto, un aparato de comunicaciones inalámbricas comprende: medios para identificar una estación fuertemente interferente para una primera estación; medios para determinar un primer número de símbolos de control multiplexados por división de tiempo (TDM) que están siendo transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama; y medios para transmitir un segundo número de símbolos de control TDM por medio de la primera estación en la subtrama, siendo el segundo número de símbolos de control TDM mayor que el primer número de símbolos de control TDM. El aparato puede comprender además: medios para transmitir un canal de control que indica el segundo número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por la primera estación en la subtrama si la estación fuertemente interferente no está presente, y medios para no transmitir el canal de control si la estación fuertemente interferente está presente. En el aparato, los medios para transmitir el segundo número de símbolos de control TDM pueden comprender medios para transmitir un canal de control en un primer símbolo de control TDM en un primer nivel de potencia de transmisión, y medios para transmitir el canal de control en al menos un símbolo de control TDM adicional en un segundo nivel de potencia de transmisión mayor que el primer nivel de potencia de transmisión. En el aparato, los medios para transmitir el segundo número de símbolos de control TDM pueden comprender medios para transmitir un canal de control en el segundo número de símbolos de control TDM en elementos de recurso seleccionados para reducir las colisiones con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
 identificar (1012) una estación fuertemente interferente para una primera estación, **caracterizado por**
 5 determinar (1014) un primer número de símbolos de control multiplexados por división de tiempo, TDM, que están siendo transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama; y
 10 transmitir (1016) un segundo número de símbolos de control TDM por medio de la primera estación en la subtrama, siendo el segundo número de símbolos de control TDM mayor que el primer número de símbolos de control TDM.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la estación fuertemente interferente y la primera estación son estaciones base con diferentes niveles de potencia de transmisión.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el segundo número de símbolos de control TDM comprende un número máximo de símbolos de control TDM permitidos para la primera estación.
- 15 4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el segundo número de símbolos de control TDM comprende tres símbolos de control TDM.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
 20 transmitir un canal de control que indica el segundo número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por la primera estación en la subtrama si la estación fuertemente interferente no está presente, y
 no transmitir el canal de control si la estación fuertemente interferente está presente.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que transmitir el segundo número de símbolos de control TDM comprende transmitir un canal de control en un primer símbolo de control TDM en un primer nivel de potencia de transmisión, y
 25 transmitir el canal de control en al menos un símbolo de control TDM adicional en un segundo nivel de potencia de transmisión mayor que el primer nivel de potencia de transmisión.
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que transmitir el segundo número de símbolos de control TDM comprende transmitir un canal de control en el segundo número de símbolos de control TDM en elementos de recurso seleccionados para reducir las colisiones con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente.
- 30 8. Un aparato de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
 35 medios para identificar una estación fuertemente interferente para una primera estación, **caracterizado por**
 medios para determinar un primer número de símbolos de control multiplexados por división de tiempo, TDM, que están siendo transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama; y
 medios para transmitir un segundo número de símbolos de control TDM por medio de la primera estación en la subtrama, siendo el segundo número de símbolos de control TDM mayor que el primer número de símbolos de control TDM.
- 40 9. El aparato según la reivindicación 8, que comprende además:
 45 medios para transmitir un canal de control que indica el segundo número de símbolos de control TDM que están siendo transmitidos por la primera estación en la subtrama si la estación fuertemente interferente no está presente, y
 medios para no transmitir el canal de control si la estación fuertemente interferente está presente.
10. El aparato según la reivindicación 8, en el que los medios para transmitir el segundo número de símbolos de control TDM comprenden
 50 medios para transmitir un canal de control en un primer símbolo de control TDM en un primer nivel de potencia de transmisión, y

medios para transmitir el canal de control en al menos un símbolo de control TDM adicional en un segundo nivel de potencia de transmisión mayor que el primer nivel de potencia de transmisión.

- 5 11. El aparato según la reivindicación 8, en el que los medios para transmitir el segundo número de símbolos de control TDM comprenden medios para transmitir un canal de control en el segundo número de símbolos de control TDM en elementos de recurso seleccionados para reducir las colisiones con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente.
12. Un producto de programa informático, que comprende:
un medio legible por ordenador, que comprende:
10 código para hacer que al menos un ordenador lleve a cabo un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

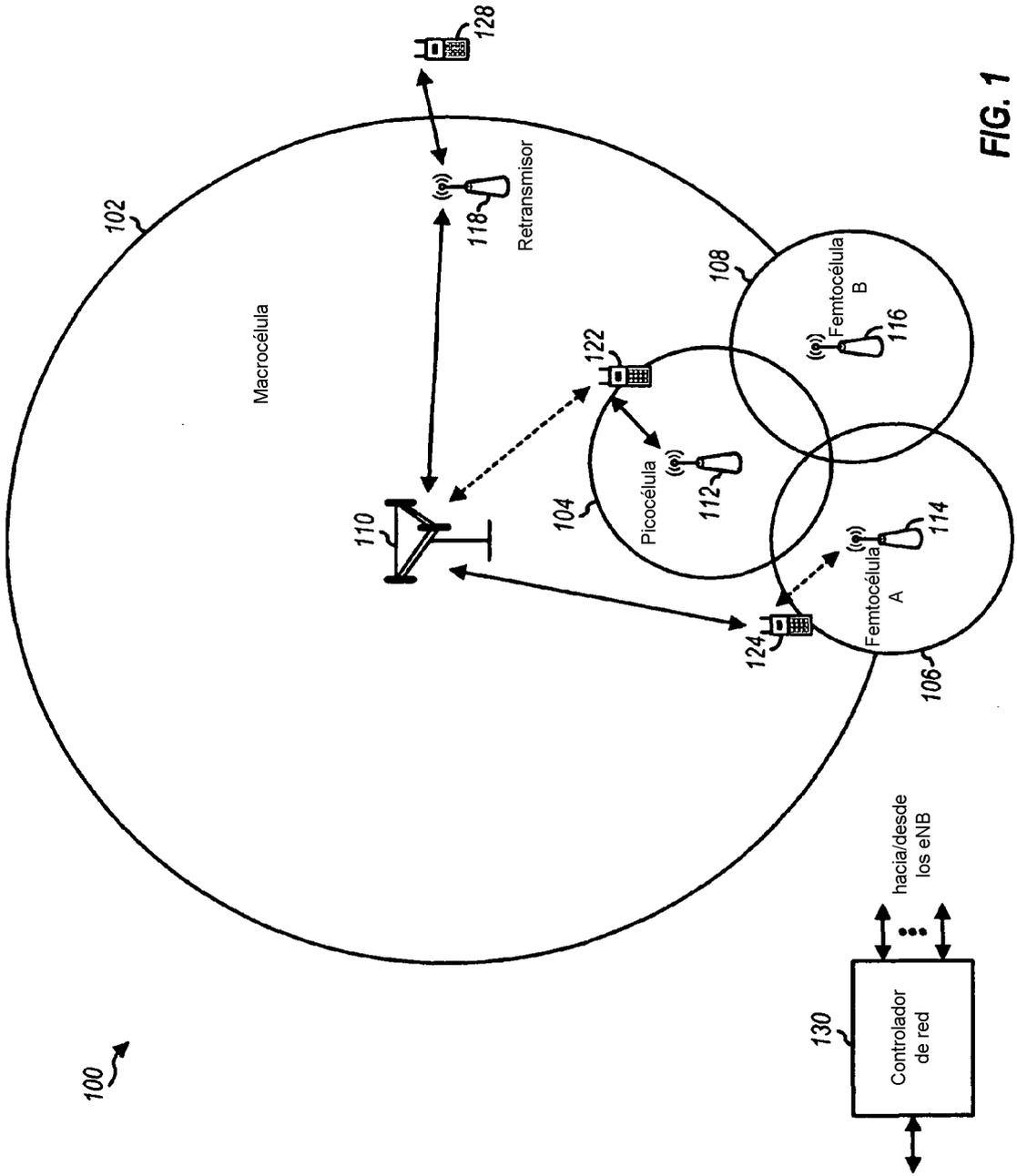


FIG. 1

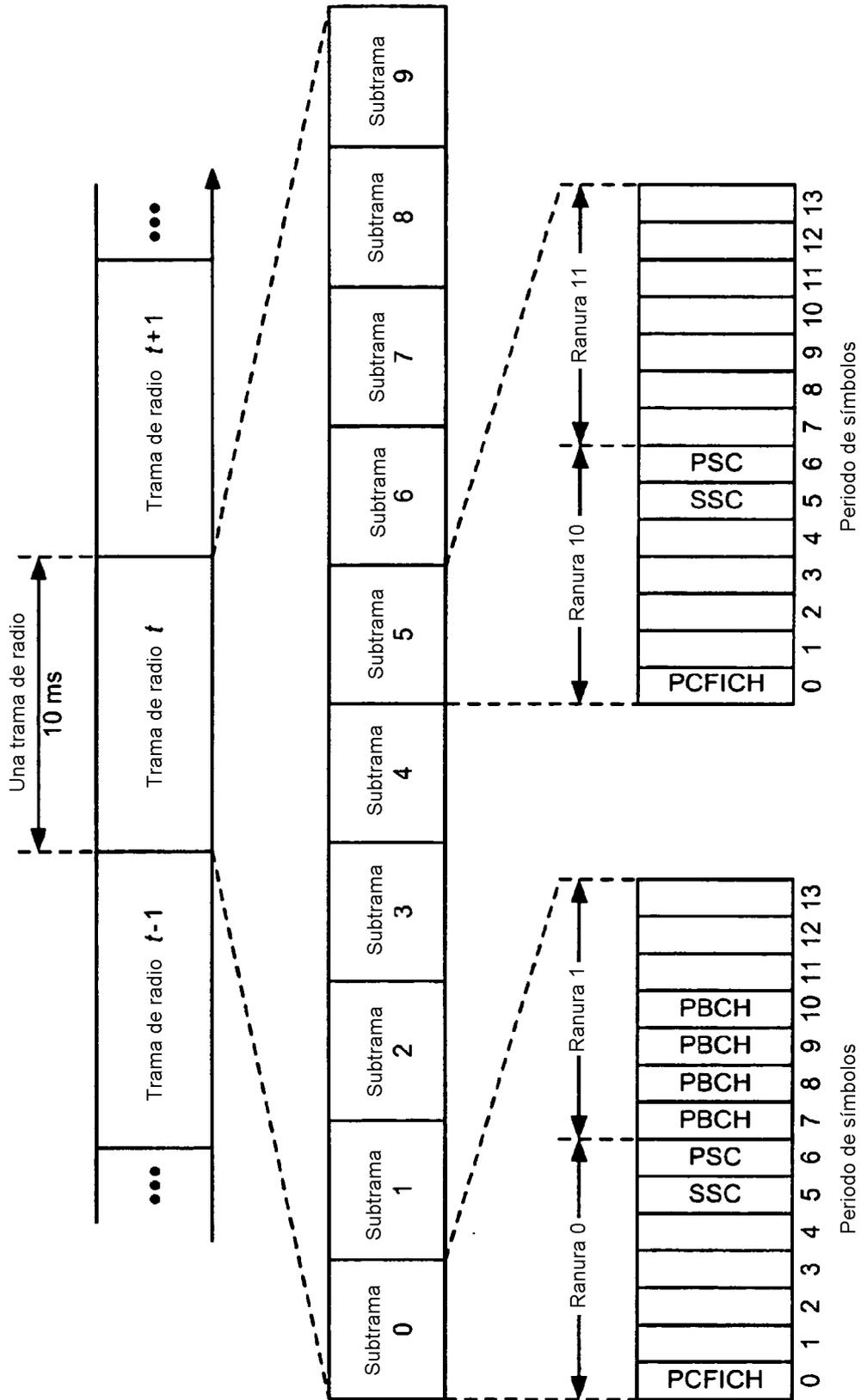


FIG. 2

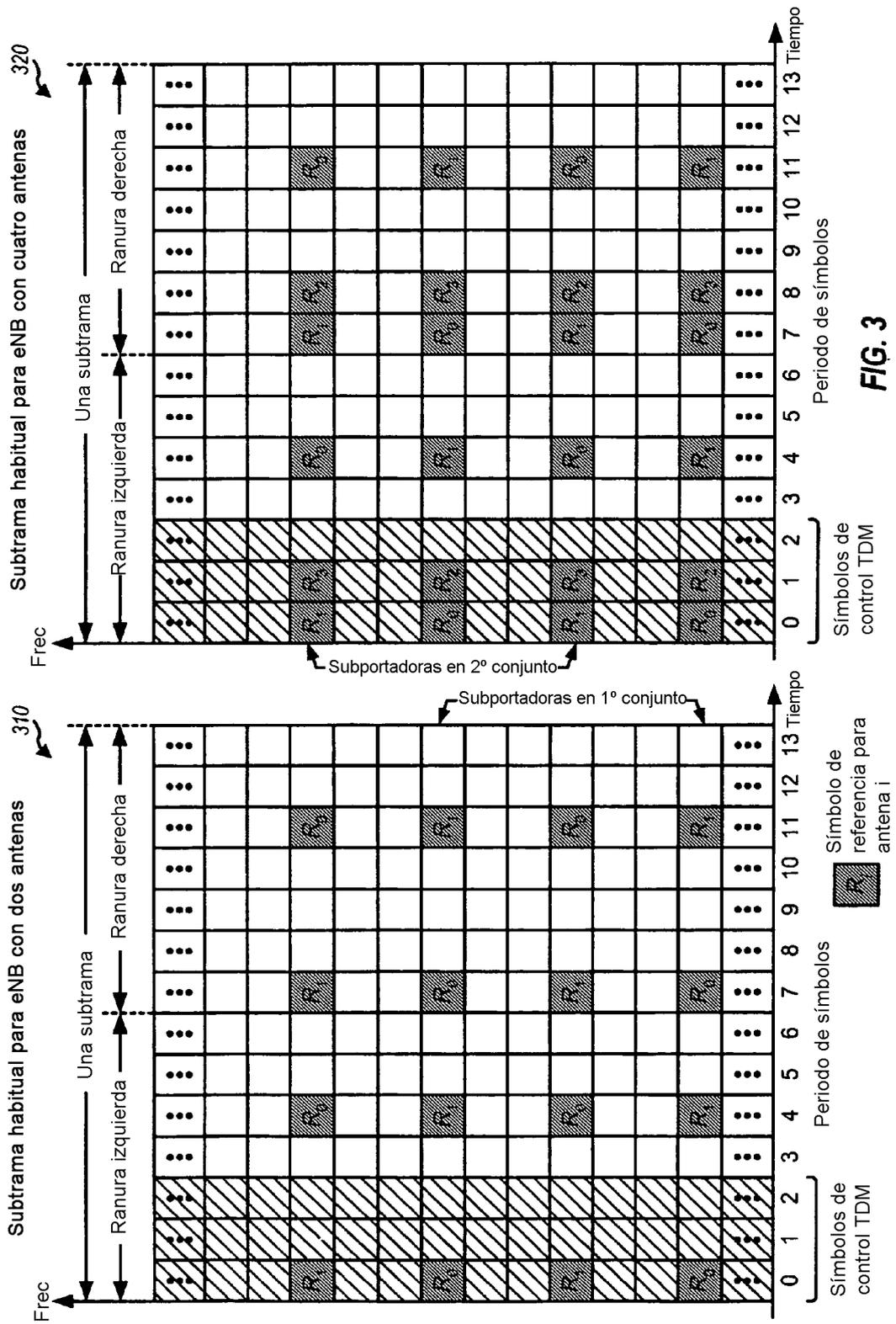


FIG. 3

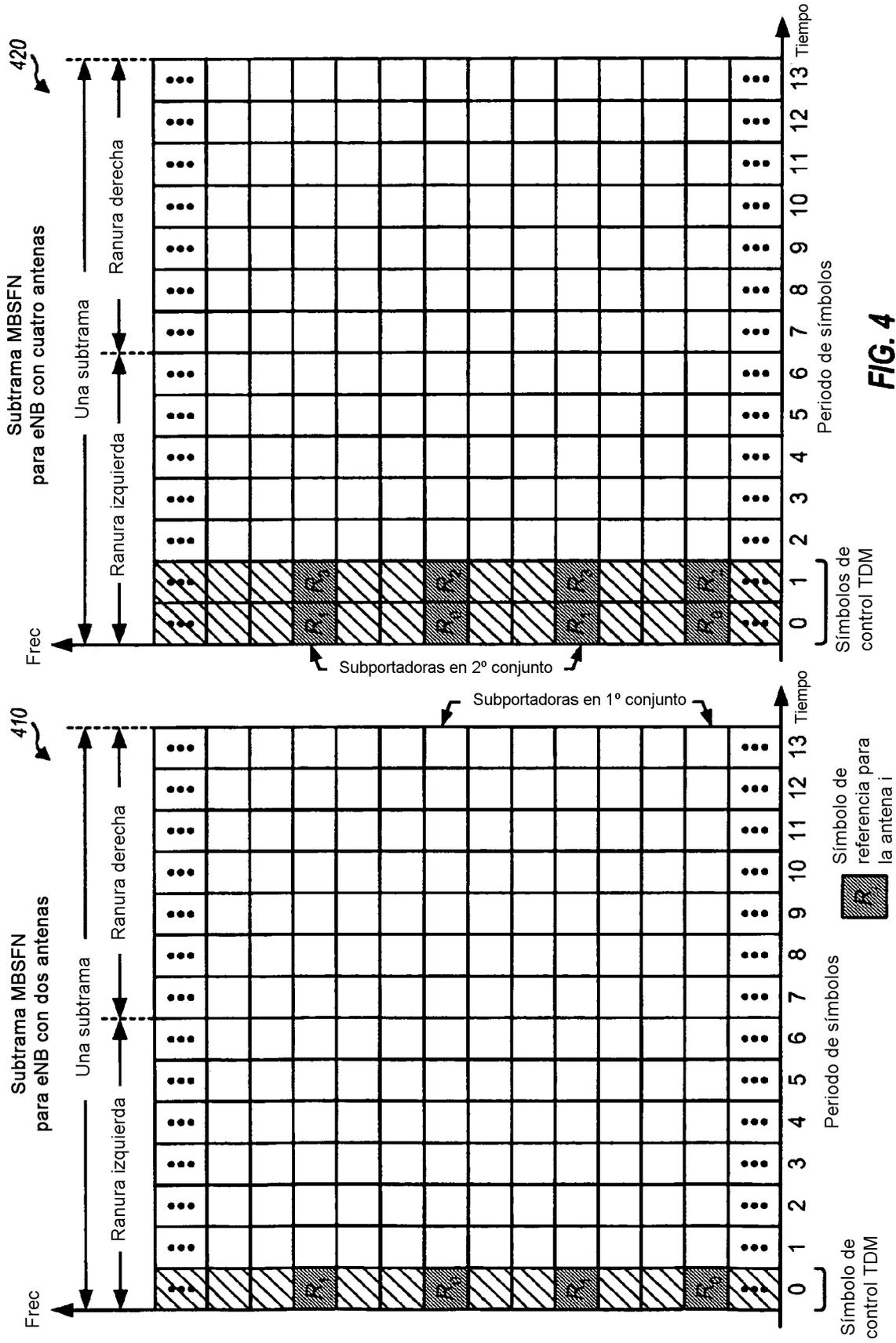


FIG. 4

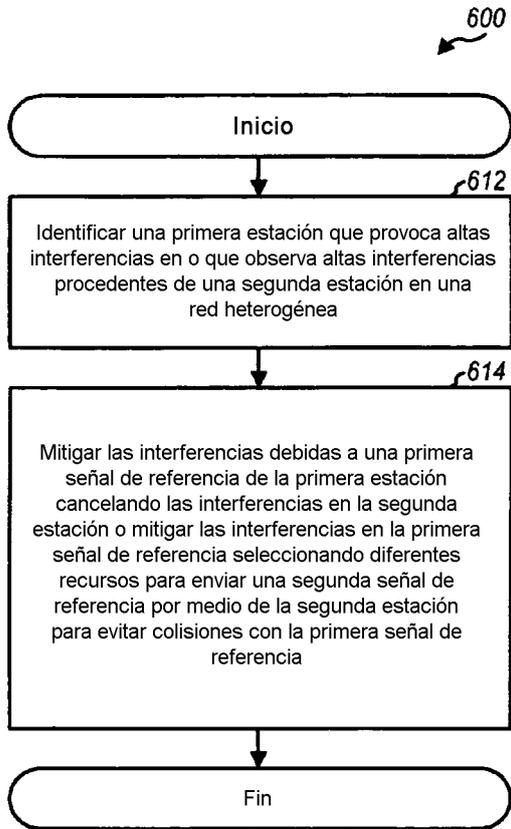


FIG. 6

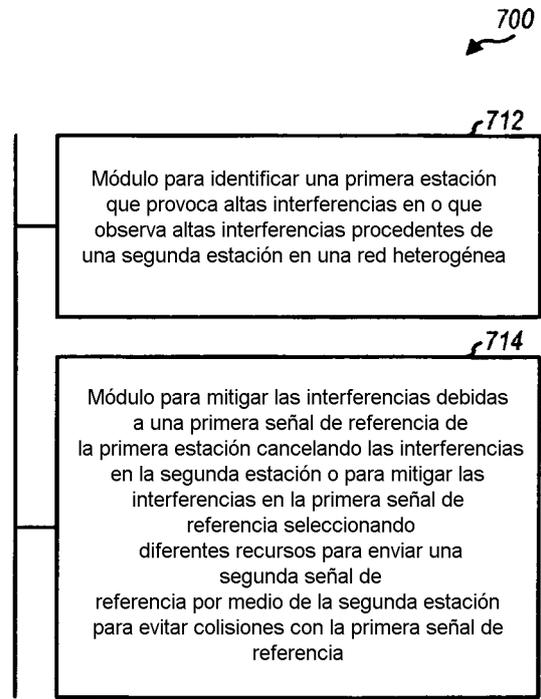


FIG. 7

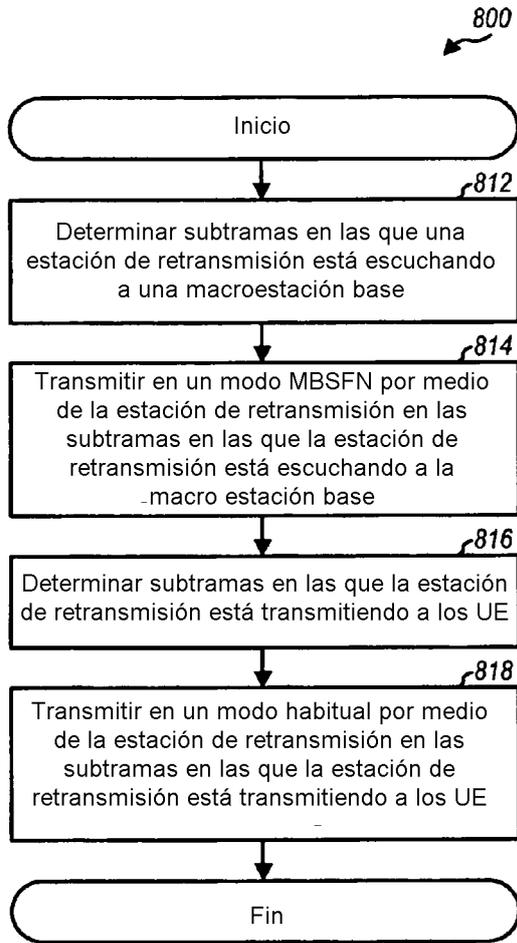


FIG. 8

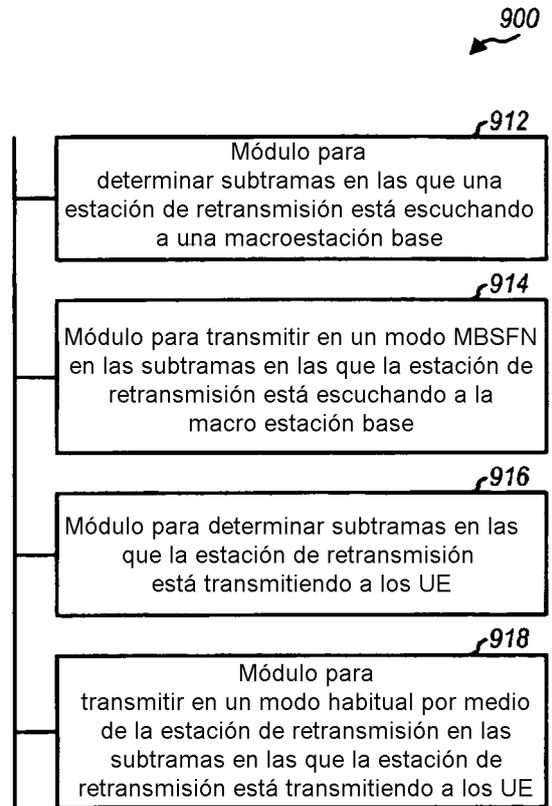


FIG. 9

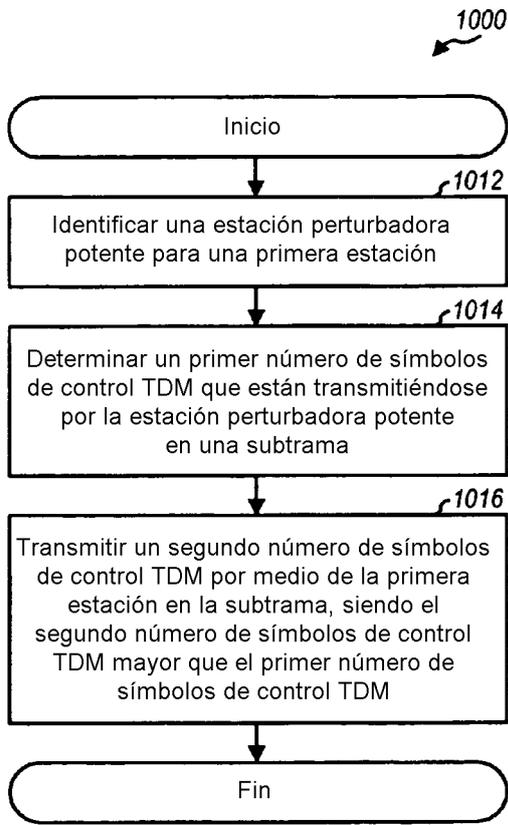


FIG. 10

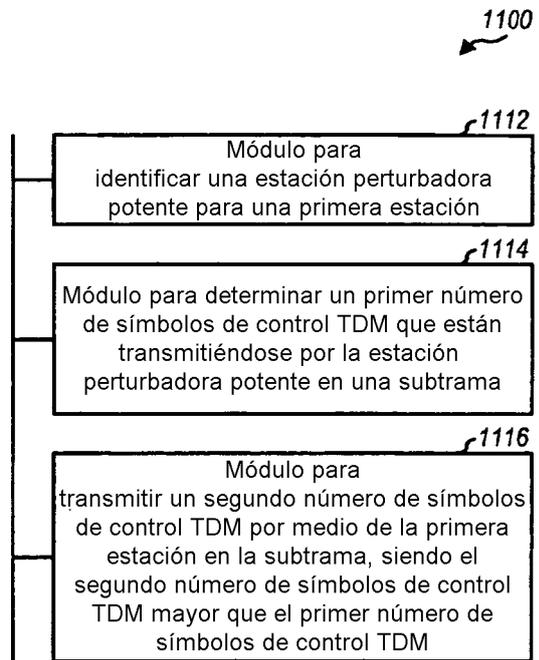


FIG. 11

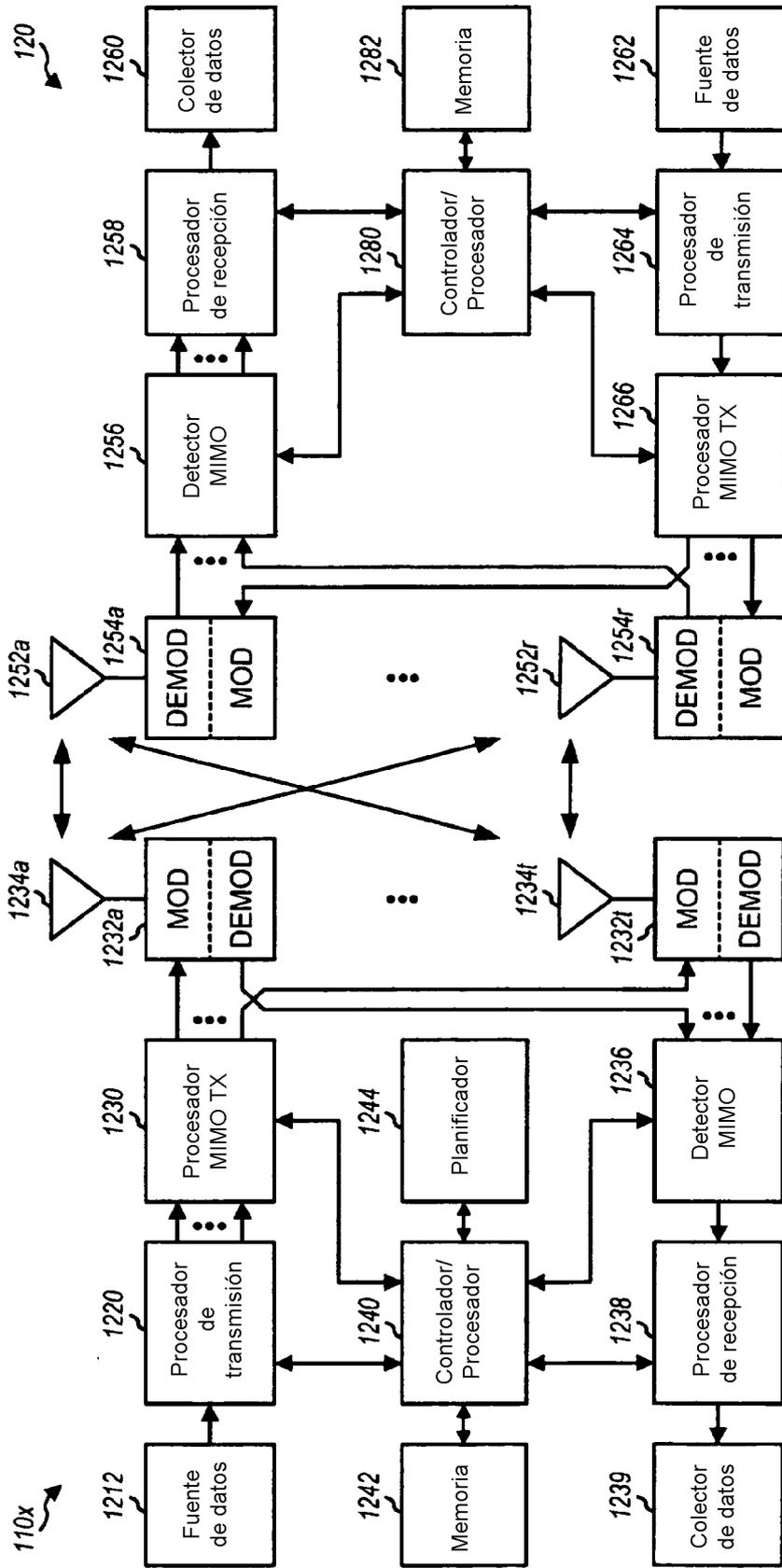


FIG. 12