

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 763**

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 09790292 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **13.04.2011 EP 2308264**

54 Título: **Comunicación sincrona basada en TDM en escenarios con interferencia dominante  
antecedentes**

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:  
**05.02.2013**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)  
International IP Administration 5775 Morehouse  
Drive  
San Diego, California 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**BHATTAD, KAPIL y  
PALANKI, RAVI**

74 Agente/Representante:

**FÀBREGA SABATÉ, Xavier**

**ES 2 394 763 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 sincrónica basada en tdm en escenarios con interferencia dominante antecedentes

5 **I. Campo**

La presente descripción se refiere en general a comunicaciones, y más específicamente, a técnicas para permitir comunicación en una red de comunicación inalámbrica.

10 **II. Antecedentes**

15 Las redes de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegadas para proporcionar diversos servicios de comunicación tales como voz, vídeo, datos por paquetes, mensajería, radiodifusión, etc.. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple capaces de permitir múltiples usuarios compartiendo los recursos de red disponibles. Ejemplos de tales redes de acceso múltiple incluyen redes de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), incluyen redes de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA redes), redes de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), redes OFDM Ortogonal (OFDMA) y redes FDMA de portadora única (SC-FDMA).

20 Una red de comunicación inalámbrica puede incluir un número de estaciones de base que puede permitir la comunicación a un número de equipos de usuario (UEs). 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 comunicación desde la estación base al UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde el UE a la estación base.

25 Una estación base puede transmitir datos e información de control en el enlace descendente para un UE y/o puede recibir datos e información de control en el enlace ascendente desde el UE. La transmisión puede ser en un modo de comunicación de unidifusión o de multidifusión/difusión tal y como se describe, por ejemplo, en US 2007/6104151A1. En el enlace descendente, una transmisión desde la estación base puede sufrir interferencias debido a las transmisiones desde estaciones base vecinas. En el enlace ascendente, una transmisión desde el UE puede provocar interferencias a las transmisiones desde otros UEs que se comunican con estaciones base próximas. La interferencia puede degradar el rendimiento en el enlace descendente y el enlace ascendente. Por lo tanto, hay una necesidad de reducir la interferencia.

35 **RESUMEN**

Esta necesidad es cumplida por la materia de las reivindicaciones independientes. Se describen en la presente memoria las técnicas para permitir comunicación en un escenario de interferencia dominante 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 interferencia dominante, un UE puede comunicarse con una primera estación base y puede padecer alta interferencia desde y/o puede causar altas interferencias a una segunda estación base. Las estaciones base primera y segunda pueden ser de tipos diferentes y/o pueden tener diferentes niveles de potencia de transmisión.

45 En un aspecto, la comunicación en un escenario de interferencia dominante puede hacerse mediante la reserva de subtramas para una estación base más débil que sufre alta interferencia desde una estación base que interfiere fuertemente. Un eNB puede ser clasificado como un eNB "débil" o un eNB "fuerte" en base a la potencia recibida del eNB a un UE (y no basándose en el nivel de potencia de transmisión del eNB). Un UE puede comunicarse entonces con la estación base más débil en las subtramas reservadas en presencia de la estación base que interfiere fuertemente.

50 En otro aspecto, la interferencia debida a una señal de referencia en la red heterogénea puede ser mitigada. Una primera estación (por ejemplo, una estación base) que causa alta interferencia a la observación o la alta interferencia desde una segunda estación (por ejemplo, de un UE o de otra estación de base) en la red heterogénea puede ser identificada. En un diseño, la interferencia debida a una primera señal de referencia desde la primera estación puede ser mitigada mediante la cancelación de la interferencia en la segunda estación (por ejemplo, el UE). En otro diseño, la interferencia para la primera señal de referencia puede ser mitigada mediante la selección de diferentes recursos para el envío de una segunda señal de referencia por la segunda estación (por ejemplo, otra estación base) para evitar la colisión con la primera señal de referencia.

60 En otro aspecto más, una estación de retransmisión puede ser operada para lograr un buen rendimiento. La estación de retransmisión puede determinar subtramas en las que escucha a una macro-estación base y puede transmitir en

modo de red multidifusión/difusión de frecuencia única (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 regular en estas subtramas. La estación de retransmisión puede enviar una señal de referencia en menos periodos de símbolo en una subtrama en el modo de MBSFN que en el modo normal. La estación de retransmisión también puede enviar menos símbolos de control de multiplexado por división de tiempo (TDM) en una subtrama en el modo MBSFN que en el modo normal.

En otro aspecto más, una primera estación puede transmitir más símbolos de control TDM que una fuente de interferencia dominante con el fin de mejorar la recepción de los símbolos de control TDM por los UEs. La primera estación (por ejemplo, una picoestación base, una estación de retransmisión, etc..) puede identificar una estación que interfiere fuertemente a la primera estación. La primera estación puede determinar un primer número de símbolos de control TDM siendo transmitidos por la estación que interfiere fuertemente en una subtrama. La primera estación puede transmitir un segundo (por ejemplo, el máximo) número de símbolos de control TDM en la subtrama, con el segundo número de símbolos de control TDM siendo mayor que el primer número de símbolos de control TDM.

Varios aspectos y características de la revelación se describen en mayor detalle más adelante.

### BREVES DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 20 La Figura 1 muestra una red de comunicación inalámbrica.
- La Figura 2 muestra una estructura de trama de ejemplo.
- 25 La Figura 3 muestra dos formatos de ejemplo de subtrama normal.
- La Figura 4 muestra dos formatos de ejemplo de subtrama MBSFN.
- La Figura 5 muestra una línea de tiempo de transmisión a modo de ejemplo para estaciones de base diferentes.
- 30 Las Figuras 6 y 7 muestran un proceso y un aparato, respectivamente, para mitigar la interferencia en una red de comunicación inalámbrica.
- Las Figuras 8 y 9 muestran un proceso y un aparato, respectivamente, para el funcionamiento de una estación de retransmisión.
- 35 Las Figuras 10 y 11 muestran un proceso y un aparato, respectivamente, para transmitir información de control en una red de comunicación inalámbrica.
- 40 La Figura 12 muestra un diagrama de bloques de una estación base o una estación de retransmisión y un UE.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las técnicas descritas en este documento pueden usarse para diversas redes de comunicación inalámbricas tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras redes. Los términos "red" y "sistema" se utilizan a menudo indistintamente. Una red CDMA puede implementar una tecnología radio, tal como Acceso Universal de Radio Terrestre (UTRA), CDMA2000, etc.. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes del CDMA. CDMA2000 cubre los estándares IS-2000, 95-ES y ES-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología radio como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una tecnología radio como UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultramóvil (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). 3GPP Evolución a Largo Plazo (LTE) y LTE Avanzado (LTE-A) son los nuevos lanzamientos de UMTS que utilizan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en los documentos de una organización llamada "Proyecto de Asociación de Tercera Generación" (3GPP). cdma2000 y UMB se describen en los documentos de una organización llamada "Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2" (3GPP2). Las técnicas descritas en este documento pueden ser utilizadas para redes inalámbricas y las tecnologías radio mencionadas anteriormente, así como otras redes inalámbricas y tecnologías radio. Para mayor claridad, ciertos aspectos de las técnicas se describen a continuación para LTE y se utiliza terminología LTE en gran parte de la descripción a continuación.

60 La Figura 1 muestra una red de comunicación inalámbrica 100, que puede ser una red LTE o alguna otra red

inalámbrica. La red inalámbrica 100 puede incluir un número de Nodos B evolucionados (eNBs) 110, 112, 114 y 116 y otras entidades de red. Un eNB puede ser una estación que se comunica con los UEs y también puede denominarse estación base, Nodo B, punto de acceso, etc. Cada eNB puede proporcionar cobertura de comunicación a 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 sirve a esta área de cobertura, dependiendo del contexto en el que se utiliza el término.

Un eNB puede proporcionar cobertura de comunicación a una macrocelda, una picocelda, una femtocelda, y/u otros tipos de celdas. Una macrocelda puede cubrir un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de varios kilómetros de radio) y puede permitir el acceso sin restricciones a UEs con suscripción de servicio. Una picocelda puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña y puede permitir el acceso sin restricciones a UEs con suscripción de servicio. Una femtocelda puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una casa) y puede permitir el acceso restringido a los UE que tienen asociación con la femtocelda (por ejemplo, los UE en un Grupo Cerrado de Abonados (CSG), los UE para los usuarios en el hogar, etc.). Un eNB para una macrocelda puede denominarse macro eNB. Un eNB para una picocelda puede denominarse pico eNB. Un eNB para una femtocelda puede denominarse femto eNB o eNB de casa. 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 eNBs 114 y 116 pueden ser femto eNBs para celdas femto 106 y 108, respectivamente. Un eNB puede dar soporte a una o múltiples (por ejemplo, tres) celdas.

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

La red inalámbrica 100 puede ser una red heterogénea que incluye eNBs de diferentes tipos, por ejemplo, macro eNBs, pico eNBs, femto eNBs, retransmisores, etc. Estos diferentes tipos de eNBs pueden tener diferentes niveles de potencia de transmisión, diferentes áreas de cobertura e impacto diferente sobre la interferencia de la red inalámbrica 100. Por ejemplo, los macro eNBs pueden tener un nivel alto de potencia de transmisión (por ejemplo, 20 Watts), mientras que pico eNBs, femto eNBs y retransmisores pueden tener un nivel de potencia de transmisión más bajo (por ejemplo, 1 Watt).

La red inalámbrica 100 puede soportar la operación síncrona. Para un funcionamiento síncrono, los eNBs puede tener similar temporización de trama, y las transmisiones desde eNBs diferentes pueden ser alineadas aproximadamente en el tiempo. El funcionamiento síncrono puede permitir ciertas características de transmisión, como se describe a continuación.

Un controlador de red 130 puede acoplarse a un conjunto de eNBs y puede proporcionar coordinación y control para estos eNBs. El controlador de red 130 puede comunicarse con los eNBs a través de una red de retorno. Los eNBs también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente a través de una red de retorno inalámbrica o por cable.

Los UEs 122, 124 y 128 pueden dispersarse a través de la red inalámbrica 100, y cada UE puede ser estacionario o móvil. Un UE también puede denominarse terminal, estación móvil, unidad de abonado, estación, etc. Un UE puede ser un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo de mano, un ordenador portátil, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), etc. Un UE puede ser capaz de comunicarse con macro eNBs, pico eNBs, femto eNBs, retransmisores, etc. En la Figura 1, una línea continua con flechas dobles indica transmisiones deseadas entre un UE y una parte eNB, que es un eNB designado para el UE en el enlace descendente y/o en el enlace ascendente. Una línea discontinua con flechas dobles indica transmisiones interferentes entre un UE y un eNB.

LTE utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en el enlace descendente y multiplexación por división de frecuencia de portadora única (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 conocen comúnmente como tonos, bins, etc. Cada subportadora puede ser modulada 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 ser dependiente del ancho de banda del sistema. Por ejemplo, K puede ser igual a 128, 256, 512, 1024 o 2048 para anchos de banda del sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ó 20 Megahercios (MHz), respectivamente. El ancho de banda del sistema también puede dividirse en sub-

bandas. Por ejemplo, una subbanda puede cubrir 1,08 MHz, y puede haber 1, 2, 4, 8 o 16 sub-bandas para anchos de banda del sistema de 1.25, 2.5, 5, 10 ó 20 MHz, respectivamente.

La Figura 2 muestra una estructura de trama utilizada en LTE. La línea de tiempo 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 dividirse en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. Cada trama de radio, puede por lo tanto incluir 20 espacios con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir tanto períodos de símbolo L, por ejemplo, L = 7 períodos de símbolo para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la Figura 2) o L = 6 períodos de símbolos para un prefijo cíclico extendido. A los períodos de símbolo 2D en cada subtrama se les pueden asignar índices de 0 a través de 2L-1.

Los recursos disponibles de frecuencia y tiempo pueden dividirse en bloques de recursos. Cada bloque de recursos puede cubrir N subportadoras (por ejemplo, 12 subportadoras) en una ranura y puede incluir un número de elementos de recursos. Cada elemento de recurso puede cubrir una subportadora en un período de símbolo y puede ser utilizado para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o complejo. Un eNB puede transmitir un símbolo OFDM en cada periodo de símbolo. Cada símbolo OFDM puede incluir símbolos de modulación sobre subportadoras utilizadas para la transmisión y cero símbolos con valor de señal 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 el centro 1,08 MHz de ancho de banda del sistema para cada celda en el eNB. Las señales de sincronización primaria y secundaria pueden ser enviadas en los períodos de símbolo 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 ser utilizadas por los UE para la búsqueda y adquisición de celdas. El eNB puede enviar un canal de difusión físico (PBCH) en los periodos de símbolo 0 a 3 en la ranura 1 de la subtrama 0 en ciertas tramas de radio. El PBCH puede transportar cierta información del sistema.

El eNB puede enviar un Canal Físico de Indicador de Formato de Canal (PCFICH) en el primer período de símbolo de cada subtrama, tal y como se muestra en la Figura 2. El PCFICH puede transmitir el número de períodos de símbolo (M) usados para canales de control 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 sistema de ancho de banda pequeño, por ejemplo, con menos de 10 bloques de recursos. El eNB puede enviar un Canal Físico de Indicador HARQ (PHICH) y un Canal Físico de control de Enlace Descendente (PDCCH) en los M primeros periodos de símbolo de cada subtrama (no mostrado en la Figura 2). El PHICH puede llevar información para dar soporte a la retransmisión automática híbrida (HARQ). El PDCCH puede llevar información sobre la asignación de recursos a los UE e información de control para los canales de enlace descendente. Los primeros M símbolos OFDM de la subtrama también pueden denominarse símbolos de control TDM. Un símbolo de control TDM puede ser un símbolo de OFDM que transporta información de control. El eNB puede enviar un Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (PDSCH) en los períodos de símbolos restantes de cada subtrama. El PDSCH puede llevar datos para UEs programadas para la transmisión de datos en el enlace descendente. Las distintas señales y canales LTE se describen en 3GPP TS 36.211, titulado "Evolucionado el Acceso Universal Radio Terrestre (E-UTRA); canales físicos y modulación", que está disponible públicamente.

LTE da soporte a la transmisión de información de unidifusión a UEs específicos. LTE también da soporte a la transmisión de información de difusión a todos los UE y la información de multidifusión a un grupo de UEs. Una transmisión de multidifusión/difusión también puede denominarse transmisión MBSFN. Una subtrama utilizada para el envío de información de unidifusión puede denominarse subtrama normal. Una subtrama utilizada para el envío de información de multidifusión y/o difusión puede denominarse subtrama MBSFN.

La Figura 3 muestra dos formatos de subtrama de ejemplo 310 y 320 que pueden ser utilizados para enviar información de unidifusión a UEs específicos en el enlace descendente. Para el prefijo cíclico normal en LTE, la ranura izquierda incluye siete periodos de símbolo 0 a 6, y la ranura derecha incluye siete períodos 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 las celdas puede ser enviada en los períodos 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 de que se conoce *a priori* por un transmisor y un receptor y también puede denominarse 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 determinados en base a una identidad de celda (ID). Para simplificar, una señal de referencia específica de las celdas puede denominarse señal de referencia. En la Figura 3, para un elemento determinado recurso con etiqueta  $R_i$ , un símbolo de referencia puede ser enviado en ese elemento de recurso desde la antena  $i$ , y puede no enviarse

ningún símbolo en ese elemento de recurso desde otras antenas. El formato de subtrama 320 puede ser utilizado por un eNB equipado con cuatro antenas. Una señal de referencia puede ser enviada en los períodos de símbolos 0, 1, 4, 7, 8 y 11.

5 En el ejemplo mostrado en la Figura 3, se envían tres símbolos de control TDM en una subtrama normal con  $M = 3$ . El PCFICH puede ser enviado en el período de símbolo 0, y el PDCCH y PHICH pueden ser enviados en períodos de símbolos 0-2. El PDSCH puede ser enviado en los períodos de símbolos restantes 3-13 de la subtrama.

10 La Figura 4 muestra dos ejemplares de subtrama MBSFN 410 y 420 que puede ser utilizado para enviar información de difusión/multidifusión a los UE en el enlace descendente. El formato de subtrama 410 puede ser utilizado por un eNB equipado con dos antenas. Una señal de referencia puede ser enviada en el período de símbolo 0. Para el ejemplo mostrado en la Figura 4,  $M = 1$  y un símbolo de control TDM puede ser enviado en la subtrama MBSFN. El formato de subtrama 420 puede ser utilizado por un eNB equipado con cuatro antenas. Una señal de referencia puede ser enviada en los períodos de símbolos 0 y 1. Para el ejemplo mostrado en la Figura 4,  $M = 2$  y pueden enviarse dos símbolos de control TDM en la subtrama MBSFN.

15 En general, el PCFICH puede ser enviado en el período de símbolo 0 de una subtrama MBSFN, y el PDCCH y PHICH pueden ser enviados en los períodos de símbolo 0 a  $M-1$ . Información de difusión/multidifusión puede ser enviada en los períodos de símbolo  $M$  a través de la subtrama MBSFN 13. Alternativamente, hay transmisiones que pueden ser enviadas en los períodos de símbolo  $m$  a 13.

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

25 Un eNB o un retransmisor pueden funcionar en modo normal, modo MBSFN, y/u otros modos de operación. El eNB o retransmisor puede conmutar el modo de subtrama a subtrama, o a una velocidad más lenta. En el modo normal, el eNB o retransmisor pueden transmitir usando un formato de subtrama normal, por ejemplo, como se muestra en la Figura 3. El modo normal puede estar asociado con ciertas características, tales como un número configurable de símbolos de control TDM, la señal de referencia que se envía desde cada antena en dos o más períodos de símbolo de una subtrama, etc. En el modo MBSFN, el eNB o retransmisor pueden transmitir utilizando un formato de subtrama MBSFN, por ejemplo, como se muestra en la Figura 4. El modo MBSFN puede estar asociado con ciertas características, tales como un número mínimo de símbolos de control TDM, la señal de referencia que se envía desde cada antena en un período de símbolo de una subtrama, etc. El eNB o retransmisor pueden transmitir información de control y la señal de referencia en menos períodos de símbolo en el modo MBSFN que en el modo normal, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3 y 4. El eNB o retransmisor pueden transmitir también un menor número de símbolos de control TDM en el modo MBSFN que en el modo normal. El modo MBSFN puede ser deseable por lo tanto en ciertos escenarios de funcionamiento, tal como se describe a continuación.

30 Un UE puede estar dentro de la cobertura de múltiples eNBs. Uno de estos eNBs se puede seleccionar para servir al UE. El eNB servidor puede seleccionarse en base a diversos criterios tales como potencia recibida, atenuación por propagación, relación señal a ruido (SNR), etc.

35 Un UE puede funcionar en un escenario de interferencia dominante en el que el UE puede observar alta interferencia de uno o más eNBs interferentes. Un escenario de interferencia dominante puede ocurrir debido a asociación restringida. Por ejemplo, en la Figura 1, el UE 124 puede estar cerca del femto eNB 114 y puede tener alta potencia recibida para el eNB 114. Sin embargo, el UE 124 puede no ser capaz de acceder al femto eNB 114 debido a la asociación restringida y luego conectarse al macro eNB 110 con menor potencia recibida (tal y como se muestra en la Figura 1) o para el femto eNB 116 también con menor potencia recibida (no mostrado en la Figura 1). El UE 124 puede entonces observar alta interferencia del femto eNB 114 en el enlace descendente y también puede causar alta interferencia al NB 114 en el enlace ascendente.

40 También puede ocurrir un escenario de interferencia dominante debido a la extensión del rango, que es un escenario en el que un UE se conecta a un eNB con una menor pérdida por propagación y, posiblemente, menor SNR entre todos los eNBs 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 menor potencia recibida por el pico eNB 112 y el macro eNB 110. Sin embargo, puede ser deseable para el UE 122 conectarse al pico eNB 112 si la pérdida por propagación del pico eNB 112 es menor que la pérdida por propagación para el macro eNB 110. Esto puede resultar en una menor interferencia a la red inalámbrica para una determinada velocidad de datos para el UE 122.

45 En un aspecto, la comunicación en un escenario de interferencia dominante puede ser apoyada mediante la reserva de subtramas para un eNB más débil que observa alta interferencia desde un eNB fuertemente interferente. Un UE

5 puede comunicarse entonces con el eNB más débil en las subtramas reservadas en la presencia del eNB fuertemente interferente. Un eNB puede ser clasificado como eNB "débil" o eNB "fuerte" en base a la potencia recibida del eNB a un UE (y no en base al nivel de potencia de transmisión del eNB). Además, diferentes eNBs pueden enviar sus señales de sincronización de modo que se pueda evitar la interferencia de una fuente de interferencia dominante.

10 En un diseño, eNBs y retransmisores pueden estar dispuestos en diferentes grupos. Cada grupo puede incluir eNBs y/o retransmisores que no son interferentemente dominantes el uno del otro. Por ejemplo, un grupo puede incluir macro eNBs, otro grupo puede incluir pico eNBs y retransmisores, y uno o más grupos pueden incluir femto eNBs. Los retransmisores pueden tener un nivel de potencia de transmisión similar a los pico eNBs y por lo tanto pueden agruparse con los pico eNBs. Los femto eNBs pueden dividirse en varios grupos si son interferentemente dominantes el uno del otro. Al hacer que cada grupo incluya eNBs que no son interferentemente dominantes el uno del otro, pueden evitarse los escenarios de interrupción y pueden obtenerse los beneficios de la extensión del rango.

15 En un diseño, los diferentes grupos de eNBs pueden estar asociados con diferentes desplazamientos de subtrama. Las temporizaciones de eNBs en diferentes grupos pueden estar desplazadas entre sí un número entero de subtramas. Por ejemplo, cuando los macro eNBs en un grupo de primera transmiten la subtrama 0, pico eNBs en un segundo grupo pueden transmitir la subtrama 1, femto eNBs en un tercer grupo puede transmitir la subtrama 2, etc. El uso de desplazamientos de subtrama puede permitir a eNBs y retransmisores en grupos diferentes transmitir sus señales de sincronización de tal manera que los UEs puedan detectar estas señales.

20 La Figura 5 muestra una línea de tiempo de transmisión de ejemplo para cuatro grupos de eNBs y retransmisores. Un primer grupo puede incluir el macro eNB 110, cuya subtrama 0 comienza en el instante  $T_0$ . Un segundo grupo puede incluir el pico eNB 112 y el retransmisor 118, cuya subtrama 0 comienza una subtrama después del instante  $T_0$ . Un tercer grupo puede incluir el femto eNB 114, cuya subtrama 0 comienza dos subtramas después del instante  $T_0$ . Un cuarto grupo puede incluir el femto eNB 116, cuya subtrama 0 comienza tres subtramas después de  $T_0$ . En general, se puede formar cualquier número de grupos, y cada grupo puede incluir cualquier número de eNBs y/o retransmisores.

30 En un diseño, un eNB fuertemente interferente puede reservar o borrar algunas subtramas para un eNB más débil para permitir que el eNB más débil se comunique con sus UEs. El eNB interferente puede transmitir tan poco como sea posible en las subtramas reservadas con el fin de reducir la interferencia en el eNB más débil. En un diseño, el eNB interferente puede configurar las subtramas reservadas como subtramas MBSFN. El eNB interferente puede transmitir sólo el PCFICH con  $M = 1$  y la señal de referencia en el primer período de símbolo de cada subtrama reservada y puede no transmitir nada en los períodos de símbolos restantes de la subtrama, por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 4. En otro diseño, el eNB interferente puede funcionar en modo 1 - Tx con una antena de transmisión o en modo 2 - Tx con dos antenas de transmisión. El eNB interferente puede transmitir el PCFICH con  $M = 1$  y la señal de referencia en cada subtrama reservada, por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 3. En otro diseño, el eNB interferente puede transmitir la señal de referencia, pero puede evitar la transmisión del PCFICH en las subtramas reservadas con el fin de reducir la interferencia en el eNB más débil. Para los diseños descritos anteriormente, el eNB interferente puede evitar la transmisión de otros canales de control, tales como el PHICH y PDCCH, así como datos en cada subtrama reservada. En otro diseño más, el eNB interferente puede no transmitir nada en cada subtrama reservada a fin de evitar causar ninguna interferencia al eNB más débil. El eNB interferente también puede transmitir en las subtramas reservadas de otras formas. El eNB interferente puede transmitir el menor número de símbolos de modulación requeridos por la norma LTE en cada subtrama reservada.

50 En el ejemplo mostrado en la Figura 5, el macro eNB 110 reserva las subtramas 1 y 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. Como se muestra en la Figura 5, las subtramas reservadas para el macro eNB 110 por los femto eNBs 114 y 116 están alineadas en el tiempo y permiten que el macro eNB transmita en sus subtramas 0 y 5 con poca interferencia de los femto eNBs. Las subtramas reservadas para el pico eNB 112 por el macro eNB 110 y los femto eNBs 114 y 116 están alineadas en el tiempo y permiten que el eNB pico transmita en sus subtramas 0 y 5 con poca interferencia de los macro y femto eNBs.

60 Haciendo referencia de nuevo a la Figura 2, cada eNB pueden 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 está buscando eNBs y puede recibir el PBCH de cada eNB detectado con el fin de comunicarse con el eNB. Para permitir que los UE detecten un eNB más débil, un eNB fuertemente interferente puede reservar o dejar libres en las que las señales de sincronización y el PBCH son transmitidas por el eNB más débil. El dejar subtramas libres se puede realizar para todas las subtramas o sólo para algunas subtramas en las que las señales de sincronización y el PBCH son transmitidas por el eNB más débil. La limpieza debe hacerse de tal manera que los UE puedan detectar el eNB más débil en un período razonable de tiempo.

Haciendo referencia al ejemplo mostrado en la Figura 5, las subtramas 0 y 5 del macro eNB 110 son liberadas por los femto eNBs 114 y 116 para evitar interferencia con las señales de sincronización y el PBCH desde el eNB macro. Subtramas 0 y 5 de pico eNB 112 se borran del macro eNB 110 y los femto eNBs 114 y 116 para evitar la interferencia con las señales de sincronización y el PBCH del eNB pico. La subtrama 0 del femto eNB 114 es liberada por los femto eNB 116, y la subtrama 0 del femto eNB 116 es liberada por el femto eNB 114.

En un diseño, los eNBs puede comunicarse a través de la red de retorno para negociar reserva/liberación de subtramas. En otro diseño, un UE que desee comunicarse con un eNB más débil puede solicitar a un eNB interferente reservar algunas subtramas para el eNB más débil. En otro diseño, una entidad de red designada podrá decidir la reserva de subtramas para los eNBs, por ejemplo, en base a solicitudes de datos enviadas por los UE a eNBs diferentes y/o informes de los eNBs. Para todos los diseños, pueden reservarse subtramas en base a varios criterios, tales como carga en los eNBs, el número de eNBs en los alrededores, el número de UEs dentro de la cobertura de cada eNB, informes de medición de pilotos de los UEs, etc. Por ejemplo, un macro eNB puede reservar una subtrama para permitir a múltiples pico eNBs y/o femto eNBs comunicarse con sus UEs, lo que puede proporcionar ganancia de división celular.

Cada eNB puede transmitir su señal de referencia en un conjunto de subportadoras determinadas en base a su ID de celda. En un diseño, el espacio de ID de celda de eNBs fuertemente (tal como macro eNBs) y débilmente (tales como pico eNBs) interferentes puede definirse de forma que las señales de referencia de estos eNBs se transmitan en diferentes subportadoras y no colisionen. Algunos eNBs (tales como femto eNBs y retransmisores) puede ser auto-configurables. Estos eNBs pueden seleccionar su ID de celda de modo que sus señales de referencia no colisionen con las señales de referencia de eNBs vecinos fuertes.

Un UE puede comunicarse con un eNB más débil en una subtrama reservada y puede sufrir interferencia debido al alto PCFICH, la señal de referencia, y posiblemente a otras transmisiones de un eNB fuertemente interferente. En un diseño, el UE puede descartar cada símbolo de control TDM altamente interferente desde el eNB interferente y puede procesar los símbolos de control TDM restantes. En otro diseño, el UE puede descartar símbolos recibidos en subportadoras con alta interferencia 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 en base a una señal de referencia transmitida por el eNB más débil. La señal de referencia del eNB más débil puede ser transmitida en subportadoras diferentes y no se puede solapar con la señal de referencia del eNB fuertemente interferente. En este caso, el UE podrá derivar una estimación de canal para el eNB más débil en base a la señal de referencia de este eNB. Si la señal de referencia del eNB más débil colisiona con la señal de referencia del eNB interferente, a continuación, el UE puede realizar la estimación de canal con cancelación de interferencia. El UE puede estimar la interferencia debida a la señal de referencia desde el eNB interferente en base a símbolos de referencia conocidos enviados por este eNB y las subportadoras conocidas en las que se transmite la señal de referencia. El UE puede restar la interferencia estimada a partir de la señal recibida en el UE para eliminar la interferencia debida a la interferencia eNB y luego puede derivar una estimación de canal para el eNB más débil en base a la señal cuya interferencia ha sido cancelada. El UE también puede llevar a cabo la cancelación de interferencia de canales de control (por ejemplo, el PCFICH) desde el eNB interferente que colisionan con la señal de referencia del eNB más débil. El UE puede decodificar cada uno de esos canales de control del eNB interferente, estimar la interferencia debida a cada canal de control decodificado, restar la interferencia estimada a partir de la señal recibida, y derivar la estimación de canal para el eNB más débil después de restar la interferencia estimada. En general, el UE puede realizar la cancelación de interferencia para cualquier transmisión desde el eNB interferente que puede ser decodificada con el fin de mejorar el rendimiento de estimación de canal. El UE puede decodificar canales de control (por ejemplo, la PBCH, PHICH y PDCCH), así como el canal de datos (por ejemplo, el PDSCH) desde el eNB más débil en base a la estimación de canal.

El eNB más débil puede enviar información de control y datos al UE en una subtrama reservada por el eNB interferente. El eNB interferente puede transmitir sólo el primer símbolo de control TDM en la subtrama, por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 4. En este caso, el UE puede observar alta interferencia sólo en el primer símbolo de control TDM y puede no observar ninguna interferencia del eNB interferente en los símbolos de control TDM

restantes en la subtrama.

El eNB más débil puede transmitir información de control de forma que facilite la recepción fiable por el UE en presencia del eNB interferente. En un diseño, el eNB más débil puede transmitir tres símbolos de control TDM en una subtrama reservada estableciendo  $M = 3$  para el PCFICH. En otro diseño, el eNB más débil puede transmitir un número predeterminado de símbolos de control TDM reservados en la subtrama. Para ambos diseños, el UE puede tener en cuenta el número de símbolos de control TDM que son transmitidos por el eNB más débil. El UE no necesita decodificar el PCFICH enviado por el eNB más débil en el primer símbolo de control TDM, que puede observar alta interferencia desde el eNB interferente.

El eNB más débil puede enviar tres transmisiones del PHICH en tres símbolos de control TDM y una transmisión PHICH en cada símbolo de control TDM. El UE puede decodificar el PHICH en base a las dos transmisiones PHICH enviadas en los símbolos de control TDM segundo y tercero, que pueden no observar ninguna interferencia del eNB interferente. El UE puede decodificar el PHICH en base también en parte a la transmisión PHICH enviada en subportadoras no utilizadas por el eNB interferente en el primer símbolo de control TDM.

El eNB más débil también puede enviar el PDCCH en tres símbolos de control TDM. El eNB más débil puede enviar el PDCCH para el UE de forma que el impacto adverso debido a la interferencia del eNB interferente puede ser reducido. Por ejemplo, el eNB más débil puede enviar el PDCCH en símbolos de control TDM sin la interferencia del eNB interferente, en subportadoras no utilizadas por el eNB interferente, etc.

El eNB más débil puede ser consciente de la interferencia debida al eNB interferente y puede transmitir información de control para mitigar los efectos negativos de la interferencia. En un diseño, el eNB más débil puede escalar la potencia de transmisión del PHICH, el PDCCH, y/u otros canales de control para obtener el rendimiento deseado. El escalado de potencia puede explicar la pérdida de parte de la información de control debido a la perforación por la alta interferencia desde el eNB interferente.

El UE puede decodificar los canales de control (por ejemplo, el PHICH y PDCCH) desde el eNB más débil con el conocimiento de que algunos símbolos de modulación en el primer símbolo de control TDM se pueden perder o perforar debido a la alta interferencia desde el eNB interferente. En un diseño, el UE puede descartar símbolos recibidos con alta interferencia desde el eNB interferente y puede decodificar los símbolos restantes recibidos. Los símbolos desechados pueden ser sustituidos por borrados y otorgárseles peso neutral en el proceso de decodificación. En otro diseño, el UE puede realizar la decodificación con cancelación de interferencia para los canales de control. El UE puede estimar la interferencia debida al eNB interferente en los símbolos de control TDM, eliminar la interferencia estimada a partir de los símbolos recibidos, y utilizar los símbolos recibidos después de la cancelación de interferencia para decodificar los canales de control.

El UE puede decodificar el canal de datos (por ejemplo, el PDSCH) del eNB más débil, posiblemente con el conocimiento de que algunos símbolos de modulación se pueden perforar debido a la alta interferencia desde el eNB interferente. En un diseño, el UE puede descartar símbolos recibidos con gran interferencia del eNB interferente y puede decodificar los símbolos recibidos restantes para recuperar los datos enviados por el eNB más débil. En otro diseño, el UE puede realizar la decodificación con cancelación de interferencia para el canal de datos.

El UE también puede decodificar los canales de control y los datos del eNB más débil en base a otras técnicas para mejorar el rendimiento en presencia de alta interferencia desde el eNB interferente. Por ejemplo, el UE puede realizar la detección y/o decodificación teniendo en cuenta la alta interferencia en ciertos símbolos recibidos.

Las técnicas descritas en este documento pueden ser utilizadas para dar soporte al funcionamiento de retransmisores, por ejemplo, el retransmisor 118. En la dirección de 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 de 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 aparecer como un UE para el macro eNB 110 y como un eNB para el UE 128. El vínculo entre la macro eNB 110 y el retransmisor 118 puede denominarse enlace de retorno, y el enlace entre el retransmisor 118 y el UE 128 puede denominarse enlace de retransmisor.

El retransmisor 118 típicamente no puede transmitir y recibir al mismo tiempo en el mismo canal de frecuencia o ancho de banda. En sentido descendente, el retransmisor 118 puede designar algunas subtramas como subtramas de retorno de enlace descendente en las que escuchará al macro eNB 110 y algunas subtramas como subtramas de retransmisor de enlace descendente en las que se transmite a los UE. En sentido ascendente, el retransmisor 118 puede designar algunas subtramas como subtramas de retransmisor de enlace ascendente en las que se va a

escuchar a los UE y subtramas como subtramas de enlace ascendente de retorno, en las que se transmite 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 UEs en las subtramas 0 y 5, que pueden ser dejadas libres 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.

En un escenario de ampliación de la gama, el macro eNB 110 puede ser un eNB fuertemente interferente para UEs que se comunican con el retransmisor 118, así como para nuevos UEs que pueden ser servidos por el retransmisor 118. Para las subtramas de retransmisor de enlace descendente en las que el retransmisor 118 transmite a los UE, la temporización del retransmisor 118 puede ser desplazada un número entero de subtramas (por ejemplo, una subtrama en la Figura 5) desde el instante del macro eNB 110. El macro eNB 110 puede dejar libres algunas subtramas (por ejemplo, las subtramas 1 y 6 en la Figura 5) para el retransmisor 118. El retransmisor 118 puede transmitir sus señales de sincronización y el PBCH en subtramas de retransmisor de enlace descendente, que coinciden con las subtramas reservadas por el macro eNB 110. Los UEs pueden detectar las señales de sincronización del retransmisor 118. Los UEs pueden ser conscientes de símbolos perforados por el macro eNB 110 y puede hacer uso de esta información para decodificar los canales de control del retransmisor 118, tal y como se describió anteriormente.

Para las subtramas de retorno de enlace descendente, el retransmisor 118 puede desear escuchar sólo macro eNB 110 y no desear transmitir nada a sus UEs en estas subtramas. Sin embargo, ya que retransmisor 118 es un eNB para sus UEs, el retransmisor 118 puede esperar para transmitir algunas señales a sus UEs en las subtramas de retorno de enlace descendente. En un diseño, el retransmisor 118 puede operar en modo MBSFN para las subtramas de retorno de enlace descendente. En el modo MBSFN, el retransmisor 118 puede transmitir sólo en el primer período de símbolo de una subtrama de retorno de enlace descendente y puede escuchar al macro eNB 110 en los períodos de símbolos restantes de la subtrama. En el ejemplo mostrado en la Figura 5, el retransmisor 118 transmite sólo en el primer período de símbolo de las subtramas 1, 2, 3, 4 y 9, que son subtramas en las cuales el retransmisor 118 escucha al macro eNB 110.

En un diseño, el macro eNB 110 puede establecer el PCFICH a un valor predeterminado (por ejemplo,  $M = 3$ ) en las subtramas en las cuales el macro eNB 110 transmite al retransmisor 118 (por ejemplo, las subtramas 0 y 5 del macro eNB 110 de la Figura 5). El retransmisor 118 puede saber 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 UEs en el primer período de símbolo y puede omitir la decodificación PCFICH enviada por el macro eNB 110 en el mismo periodo de símbolo. 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 en base a las transmisiones PHICH en los símbolos de control TDM segundo y tercero. El macro eNB 110 también puede enviar el PDCCH tal que la totalidad o la mayor parte de una transmisión PDCCH para el retransmisor 118 se envíe en los símbolos de control TDM segundo y tercero. El retransmisor 118 puede decodificar el PDCCH en base a la parte de la transmisión PDCCH recibida en los símbolos de control TDM segundo y tercero. El macro eNB 110 puede aumentar la potencia de transmisión de los canales de control (por ejemplo, el PHICH y/o PDCCH) destinados para el retransmisor 118 para mejorar la recepción de los canales de control de retransmisor 118 en base a la parte enviada en los símbolos de control TDM segundo y tercero. 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 símbolo 3 a 13. El retransmisor 118 puede recuperar los datos en la forma usual.

El retransmisor 118 puede ser incapaz de recibir la señal de referencia del macro eNB 110 en el período de símbolo 0. El retransmisor 118 puede derivar una estimación de canal para el macro eNB 110 en base a la señal de referencia que el retransmisor 118 puede recibir del macro eNB 110. Al planificar el retransmisor 118, el macro eNB 110 puede hacer uso de la información acerca de qué subtramas es probable que tengan 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 se puede extrapolar mientras que la estimación de canal para la segunda subtrama se puede interpolar y puede tener más símbolos de referencia alrededor de ella. El macro eNB 110 puede entonces, si es posible, enviar datos al retransmisor 118 en la segunda subtrama.

El retransmisor 118 puede no ser capaz de operar en modo MBSFN en sus subtramas 0 y 5, que 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 se designan como subtramas de retorno de enlace descendente, y en cambio puede transmitir a sus UEs. En otro diseño, el retransmisor 118 puede omitir la transmisión a sus UEs en las subtramas 0 y 5, incluso si estas subtramas se designan como subtramas de

retransmisor de enlace descendente, y en su lugar puede escuchar al macro eNB 110. El retransmisor 118 también puede realizar una combinación de ambos y puede transmitir a sus UEs en algunas de las subtramas 0 y 5 y puede escuchar a los macro eNB 110 en algunas otras subtramas 0 y 5.

5 En la dirección de enlace ascendente, el retransmisor 118 puede operar de una manera similar a un UE en las subtramas de retorno de enlace ascendente en las que el retransmisor 118 transmite datos e información de control al macro eNB 110. El retransmisor 118 puede operar de manera similar a un eNB en las subtramas de retransmisor de enlace ascendente en las que retransmisor 118 escucha los 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 han programado adecuadamente.

10 La Figura 6 muestra un diseño de un proceso 600 para mitigar la interferencia en una red de comunicación inalámbrica. El proceso 600 puede ser llevado a cabo por un UE, una estación base/eNB, una estación de retransmisión, o alguna otra entidad. Una primera estación que causa alta interferencia o la observación de alta interferencia desde una segunda estación en una red heterogénea puede ser identificada (bloque 612). La red heterogénea puede comprender estaciones base de al menos dos niveles diferentes de potencia de transmisión y/o diferentes tipos de asociación. La interferencia debida a una primera señal de referencia desde la primera estación puede ser mitigada mediante la cancelación de la interferencia en la segunda estación, o la interferencia de la primera señal de referencia puede ser mitigada mediante la selección de diferentes recursos para el envío de una segunda señal de referencia por la segunda estación para evitar la colisión con la primera señal de referencia (bloque 614).

15 En un diseño, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, y la segunda estación puede ser un UE. Para el bloque 614, la interferencia debida a la primera señal de referencia podrá ser cancelada en el UE. En un diseño, la interferencia debida a la primera señal de referencia puede ser estimada y se resta de una señal recibida en el UE para obtener una señal con interferencia cancelada. La señal con interferencia cancelada puede entonces ser procesada 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 con interferencia cancelada también puede ser procesada para obtener datos y/o información de control enviada por la estación base o por la estación de retransmisión al UE.

20 En otro diseño, las estaciones primera y segunda pueden comprender (i) una macro estación base y una pico estación base, respectivamente, (ii) dos femto estaciones base, o (iii) alguna otra combinación de macro, pico, y femto estaciones base y la estación de retransmisión. Para el bloque 614, pueden determinarse los primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por la primera estación. Un identificador de celda asociado con segunda recursos para el envío de la segunda señal de referencia puede ser seleccionado de tal manera que los segundos recursos son 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 ser enviada sobre los segundos recursos por la segunda estación y entonces puede evitar la colisión con la primera señal de referencia. Una señal de sincronización primaria y una señal de sincronización secundaria pueden ser generadas en base al ID de celda seleccionado y puede ser enviado por la segunda estación en las subtramas designadas, por ejemplo, las subtramas 0 y 5.

25 La Figura 7 muestra un diseño de un aparato 700 para mitigar la interferencia. El aparato 700 incluye un módulo 712 para identificar una primera estación que causa alta interferencia o que observa alta interferencia desde una segunda estación en una red heterogénea, y un módulo 714 para mitigar la interferencia debida a una primera señal de referencia desde la primera estación mediante la cancelación de la interferencia en la segunda estación o para mitigar la interferencia de la primera señal de referencia mediante la selección de diferentes recursos para el envío de una segunda señal de referencia por la segunda estación para evitar la colisión con la primera señal de referencia.

30 La Figura 8 muestra un diseño de un proceso 800 para operar una estación de retransmisión en una red de comunicación inalámbrica. La estación de retransmisión puede determinar subtramas en las que escucha a una macro estación base (bloque 812). La estación de retransmisión puede transmitir en modo MBSFN en las subtramas en las que escucha a la macro estación base (bloque 814). La estación de retransmisión también puede determinar en qué subtramas transmite a los UE (bloque 816). La estación de retransmisión puede transmitir en modo normal en las subtramas en la que transmite a los UE (bloque 818).

35 La estación de retransmisión puede enviar una señal de referencia en menos períodos de símbolo en una subtrama

dada en modo MBSFN que en modo normal. En un diseño, la estación de retransmisión puede transmitir la señal de referencia desde cada antena en un periodo de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión escucha a la macro estación base en modo MBSFN, por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 4. La estación de retransmisión puede transmitir la señal de referencia de cada antena en múltiples periodos de símbolo de cada subtrama en los que la estación de retransmisión transmite a los UE en modo normal, por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 3. En un diseño, la estación de retransmisión puede transmitir la señal de referencia en sólo el primer período de símbolo o sólo los dos primeros periodos de símbolo de cada subtrama en los que la estación de retransmisión escucha a la macro estación base en modo MBSFN. La estación de retransmisión puede transmitir la señal de referencia en más periodos de símbolo a lo largo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión transmite a los UE en modo normal. La estación de retransmisión también puede transmitir la señal de referencia de otras maneras en modo MBSFN y en modo normal.

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 se escucha a la macro estación base. La estación repetidora puede recibir un número máximo de (por ejemplo, tres) símbolos de control TDM de la macro estación base en cada subtrama en la que la macro estación base transmite a la estación de retransmisión. La estación de retransmisión puede decodificar por lo menos un canal de control (por ejemplo, el PHICH y PDCCH) desde la macro estación base en base a los símbolos de control TDM segundo y tercero.

La Figura 9 muestra un diseño de un aparato 900 para el funcionamiento de 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 macro estación base, un módulo 914 para transmitir en modo MBSFN por la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base, un módulo 916 para determinar subtramas en las que la estación de retransmisión transmite a los UE, y un módulo 918 para transmitir en modo normal por la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión transmite a los UE.

La Figura 10 muestra un diseño de un proceso 1000 para transmitir información de control en una red de comunicación inalámbrica. El proceso 1000 puede ser llevado 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, con el segundo número de símbolos de control TDM siendo mayor que el primer número de símbolos de control TDM (bloque 1016). El segundo número de símbolos de control TDM puede ser el número máximo 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 pico estación base, y la estación interferente puede ser una macro estación base. En otro diseño, la primera estación puede ser una macro estación base, y la estación interferente puede ser una femto estación base, o viceversa. En otro diseño, la primera estación puede ser una femto estación base, y la estación interferente puede ser otra femto estación base. La primera estación y la estación fuertemente interferente también pueden ser alguna otra combinación de macro estación base, pico estación base, femto estación 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 se transmiten 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, un valor predeterminado puede ser asumido por el segundo número de símbolos de control TDM.

En un diseño de bloque 1016, la primera estación puede transmitir un canal de control (por ejemplo, el PHICH o PDCCH) en un primer símbolo de control TDM a 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 a un segundo nivel de potencia de transmisión, que puede ser más alto que el primer nivel de potencia de transmisión. En otro diseño de bloque 1016, la primera estación puede transmitir un canal de control (por ejemplo, el PHICH o PDCCH) en el segundo número de símbolos de control TDM en los elementos de recursos seleccionados para evitar o reducir la colisión con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente. La primera estación puede transmitir también el segundo número de símbolos de control TDM de otras maneras para mitigar los efectos de la interferencia de la estación fuertemente interferente.

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

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

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques de un diseño de una estación 110x y de un UE 120. La estación 110x puede ser la macro estación base 110, la pico estación base 112, la femto estación base 114 ó 116, o la estación de retransmisión 118 en la Figura 1. El UE 120 puede ser cualquiera de los UEs en 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 en general  $T \geq 1$  y  $R \geq 1$ .

En la estación 110x, un procesador de transmisión 1220 puede recibir datos desde un origen de datos 1212 y la información de control desde un controlador/procesador 1240. La información de control puede ser para el PBCH, PCFICH, PHICH, PDCCH, etc. Los datos pueden ser para el PDSCH, etc. El procesador 1220 puede procesar (por ejemplo, codificar y mapear los 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 el PSS, SSS, y para la señal de referencia específica de celda. Un procesador de transmisión (TX) de múltiple entrada y múltiple salida (MIMO) 1230 puede llevar a cabo un procesamiento espacial (por ejemplo, precodificación) sobre los símbolos de datos, los símbolos de control, y/o los símbolos de referencia, si es aplicable, y puede proporcionar T flujos de símbolos de salida a T moduladores (MODs) 1232a a 1232t. Cada modulador 1232 puede procesar una secuencia de símbolos de salida correspondiente (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener una corriente de muestras de salida. Cada modulador 1232 puede además procesar (por ejemplo, convertir a analógico, amplificar, filtrar, y convertir de forma ascendente) la corriente de muestras de salida para obtener una señal de enlace descendente. T señales de enlace descendente de los moduladores 1232a a 1232t se pueden transmitir a través de T antenas 1234a a 1234t, respectivamente.

En el UE 120, las antenas 1252a a 1252r pueden recibir las señales de enlace descendente de la estación 110x y pueden proporcionar señales recibidas a los demoduladores (DEMODs) 1254a a 1254r, respectivamente. Cada demodulador 1254 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, convertir de forma descendente y digitalizar) una señal recibida respectiva para obtener muestras de entrada. Cada demodulador 1254 puede además procesar las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 1256 puede obtener símbolos recibidos de todos los demoduladores 1254a a 1254r, realizar la detección MIMO en los símbolos recibidos, y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción 1258 puede procesar (por ejemplo, demodular, desentrelazar, y decodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos decodificados para el UE 120 a un sumidero de datos 1260, y proporcionar información de control decodificada a un controlador/procesador 1280.

En el enlace ascendente, en el UE 120, un procesador de transmisión 1264 puede recibir y procesar datos (por ejemplo, para el PUSCH) de un origen de datos 1262 y la 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 de transmisión del procesador 1264 pueden ser precodificados por un procesador MIMO TX 1266 si es aplicable, procesados por los moduladores 1254a a 1254r (por ejemplo, para SC-FDM, etc.), y ser transmitidos a la estación 110x. En la estación 110x, las señales de enlace ascendente del UE 120 pueden ser recibidas por las antenas 1234, procesadas por los demoduladores 1232, detectadas por un detector MIMO 1236 si es aplicable, y procesadas adicionalmente por un procesador de recepción 1238 para obtener datos decodificados e información de control enviada por el UE 120. El procesador 1238 puede proporcionar datos decodificados a un sumidero de datos 1239 e información de control decodificada al controlador/procesador 1240.

Los controladores/procesadores 1240 y 1280 pueden dirigir la operación en la estación 110x y el UE 120, respectivamente. El procesador 1240 y/u otros procesadores y módulos en la estación 110x pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 600 en la Figura 6, el proceso 800 en la Figura 8, el proceso 1000 en la Figura 10, y/o procesos de otro tipo para las técnicas descritas en la presente memoria. El procesador 1280 y/u otros procesadores y módulos en el UE 120 pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 600 en la Figura 6 y/u otros procesos para las técnicas descritas en la presente memoria. 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 programar los UE para transmisión de datos en el enlace descendente y/o en el enlace ascendente.

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

10 Los expertos apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmos descritos en conexión con la descripción de este documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático, o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas han sido descritos anteriormente de forma general en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas sobre el sistema global. Los expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de un alejamiento del alcance de la presente descripción.

20 Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos descritos en conexión con la descripción de este documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programable (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estados. Un procesador también puede ser implementado 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 DSP, o cualquier otra configuración de ese tipo.

30 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en conexión con la descripción de este documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo software ejecutado por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento de ejemplo se acopla al procesador de forma que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

40 En uno o más diseños de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden ser almacenadas o transmitidas como una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Medios legibles por ordenador incluye tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no limitante, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos, o cualquier otro medio que puede ser utilizado para llevar o almacenar os medios deseados código de programa en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión se denomina correctamente medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, el servidor o fuente remota mediante un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL), o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojo, radio, microondas, entonces, el cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Disco (del inglés "disk" y "disc"), tal como se usa aquí, incluye disco compacto (CD), discos láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), disquetes y discos Blu-Ray donde discos (del inglés "disk") suelen reproducir datos magnéticamente, mientras que los discos (del inglés "disc") reproducen datos ópticamente con láser. Combinaciones de los anteriores también deberían incluirse dentro del alcance de medios legibles por ordenador.

60 La descripción anterior de la divulgación se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica llevar

a cabo o usar la divulgación. Diversas modificaciones a la divulgación serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos aquí definidos pueden aplicarse a otras variaciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones. Por lo tanto, la descripción no está destinada a estar limitada a los ejemplos y diseños descritos en este documento sino que ha de concedérsele el alcance más amplio consistente con los principios y las características novedosas descritas en la presente memoria.

De aquí en adelante, se describen aspectos adicionales.

De acuerdo con un aspecto, un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende: identificar una primera estación que causa alta interferencia u observa alta interferencia desde una segunda estación en una red heterogénea que comprende estaciones base de al menos dos niveles diferentes de transmisión de potencia, y mitigar interferencia debido a una primera señal de referencia desde la primera estación mediante la cancelación de la interferencia en la segunda estación o mediante la mitigación de la interferencia de la primera señal de referencia seleccionando diferentes recursos para el envío de una segunda señal de referencia por la segunda estación para evitar la colisión con la primera señal de referencia. En el procedimiento, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, en el que la segunda estación puede ser un equipo de usuario (UE), y en el que mitigar la interferencia puede comprender cancelar la interferencia debida a la primera señal de referencia en el UE. En el procedimiento, la cancelación de la interferencia puede comprender estimar la interferencia debida a la primera señal de referencia en el UE, restando la interferencia estimada de una señal recibida en el UE para obtener una señal con interferencia cancelada, y procesar la señal con interferencia cancelada 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 macro estación base y la segunda estación puede ser una pico estación base o un retransmisor. En el procedimiento, las estaciones primera y segunda pueden ser femto estaciones base primera y segunda. En el procedimiento, mitigar interferencia puede comprender determinar los primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por la primera estación, seleccionar un identificador de celda (ID) asociado con segundos recursos para enviar la segunda señal de referencia, los segundos recursos siendo diferentes de los primeros recursos, y enviar la segunda señal de referencia sobre los segundos recursos por parte de la segunda estación. En el procedimiento, los primeros recursos pueden comprender un primer conjunto de subportadoras, y los segundos recursos pueden comprender un segundo conjunto de subportadoras diferentes al primer conjunto de subportadoras. El procedimiento puede comprender además: generar una señal de sincronización primaria y una señal de sincronización secundaria en base al ID de celda seleccionado, y enviar las señales de sincronización primaria y secundaria en subtramas designadas por la segunda estación.

De acuerdo con un aspecto, un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende: medios para identificar una primera estación que causa alta interferencia u observa alta interferencia desde 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 la interferencia debido a una primera señal de referencia desde la primera estación mediante la cancelación de la interferencia en la segunda estación o mediante la mitigación de la interferencia de la primera señal de referencia seleccionando diferentes recursos para el envío de una segunda señal de referencia por parte de la segunda estación para evitar la colisión con la primera señal de referencia. En el aparato, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, en el que la segunda estación puede ser un equipo de usuario (UE), y en el que mitigar la interferencia puede comprender cancelar la interferencia debida a la primera señal de referencia en el UE. En el aparato, los medios para cancelar la interferencia pueden comprender medios para estimar la interferencia debida a la primera señal de referencia en el UE, medios para restar la interferencia estimada de una señal recibida en el UE para obtener una señal con interferencia cancelada, y medios para el procesado de la señal con interferencia cancelada 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 la interferencia pueden comprender medios para determinar los primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por parte de la primera estación, medios para seleccionar un identificador de celda (ID) asociado con los segundos recursos para el envío de la segunda señal de referencia, los segundos recursos siendo diferentes de los primeros recursos, y medios para enviar la segunda señal de referencia sobre los segundos recursos por parte de la segunda estación.

De acuerdo con un aspecto, un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende: al menos un procesador configurado para identificar una primera estación que causa alta interferencia u observa alta interferencia desde una segunda estación en una red heterogénea que comprende estaciones base de al menos dos niveles diferentes de potencia de transmisión, y para mitigar la interferencia debida a una primera señal de referencia desde la primera estación mediante la cancelación de la interferencia en la segunda estación o mediante la mitigación de la interferencia de la primera señal de referencia mediante la selección de diferentes recursos para el envío de una segunda señal de referencia por parte de la segunda estación para evitar la colisión con la primera señal de referencia. En el aparato, la primera estación puede ser una estación base o una estación de retransmisión, en el

que la segunda estación puede ser un equipo de usuario (UE), y en el que el al menos un procesador puede estar configurado para cancelar la interferencia debida a la primera señal de referencia en el UE. En el aparato, el al menos un procesador puede estar configurado para estimar la interferencia debida a la primera señal de referencia en el UE, para restar la interferencia estimada de una señal recibida en el UE para obtener una señal con interferencia cancelada, y para procesar la señal con interferencia cancelada para obtener una estimación de canal para una estación base o para 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 los primeros recursos utilizados para enviar la primera señal de referencia por parte de la primera estación, para seleccionar un identificador de celda (ID) asociado con los segundos recursos para enviar la segunda señal de referencia, los segundos recursos siendo diferentes de los primeros recursos, y para enviar la segunda señal de referencia sobre los segundos recursos por parte de la segunda estación.

De acuerdo con un aspecto, un producto de programa de ordenador, que comprende: un medio legible por ordenador que comprende: código para hacer que al menos un ordenador identifique una primera estación que causar alta interferencia u observa alta interferencia desde 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 la interferencia debida a una primera señal de referencia desde la primera estación mediante la cancelación de la interferencia en la segunda estación o mediante la mitigación de la interferencia de la primera señal de referencia mediante la selección de diferentes recursos para el envío de una segunda señal de referencia por la segunda estación para evitar la colisión con la primera señal de referencia.

De acuerdo con un aspecto, un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende: determinar subtramas en las que una estación de retransmisión está escuchando a una macro estación base, y que transmita en un modo de red de frecuencia única de multidifusión/difusión (MBSFN) por parte de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base, en el que una señal de referencia se envía en menos periodos de símbolo en una subtrama en modo MBSFN que en modo normal. El procedimiento puede además comprender: determinar subtramas en las que la estación de retransmisión transmite a los equipos de usuario (UEs), y transmitir en modo normal por parte de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión transmite a los UE. En el procedimiento, transmitir en modo MBSFN puede comprender transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión desde cada antena en cada periodo de símbolo de una subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base, y en el que transmitir modo normal puede comprender transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión desde cada antena en múltiples períodos de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión transmite a los UE. En el procedimiento, la transmisión en modo MBSFN puede comprender transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión en sólo un primer período de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base. En el procedimiento, transmitir en 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 macro estación base. El procedimiento puede además comprender: recibir un número máximo de símbolos de control multiplexados por división de tiempo (TDM) de la macro estación base en cada subtrama en la que la macro estación base transmite a la estación de retransmisión. En el procedimiento, el único símbolo de control TDM puede ser enviado en un primer período de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base, el procedimiento puede comprender además: recibir símbolos de control TDM en períodos de símbolos segundo y tercero de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base, y decodificar por lo menos un canal de control de la macro estación base en base a los símbolos de control TDM recibidos.

De acuerdo con un aspecto, un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende: medios para determinar subtramas en las que una estación de retransmisión está escuchando a una macro estación base, y medios para transmitir en modo de red de frecuencia única de multidifusión/difusión (MBSFN) por parte de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base, en el que una señal de referencia se envía en menos periodos de símbolo en una subtrama en modo MBSFN que en modo normal. El aparato puede comprender además: medios para determinar subtramas en las que la estación de retransmisión transmite a los equipos de usuario (UEs), y medios para transmitir en modo normal por parte de la estación de retransmisión en las subtramas en las que la estación de retransmisión transmite a los UE. En el aparato, la transmisión en modo MBSFN puede comprender transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión en sólo un primer período de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión está escuchando a la macro estación base. En el aparato, la transmisión en modo MBSFN puede comprender transmitir un 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 macro estación base.

De acuerdo con un aspecto, un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende: identificar una estación fuertemente interferente a una primera estación; determinar un primer número de símbolos de control multiplexados por división de tiempo (TDM) que son transmitidos por la estación fuertemente interferente en un bastidor auxiliar, y la transmisión de un segundo número de símbolos de control TDM por la primera estación en el bastidor auxiliar, el segundo número de símbolos de control TDM es 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 TDM símbolos de control 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 además comprender: transmitir un canal de control que indica el segundo número de símbolos de control TDM que se transmiten por la primera estación en la subtrama si la estación fuerte interferencia no está presente, y no se transmite el canal de control si la estación fuertemente interferente está presente. En el procedimiento, el transmitir el segundo número de símbolos de control TDM puede comprender transmitir un canal de control en un primer símbolo de control TDM a un primer nivel de potencia de transmisión, y se transmite el canal de control en al menos un símbolo de control TDM adicional a un segundo nivel de potencia de transmisión más alto 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 los elementos de recursos seleccionados para reducir la colisión con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente.

De acuerdo con un aspecto, un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende: medios para identificar una estación fuertemente interferente a una primera estación; medios para determinar un primer número de símbolos de control división de tiempo multiplexados (TDM) que son transmitidos por la estación fuertemente interferente en una subtrama, y medios para transmitir un segundo número de símbolos de control TDM por parte de la primera estación en la subtrama, el segundo número de símbolos de control TDM siendo 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 son 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 a un primer nivel de potencia de transmisión, y medios para transmitir el canal de control en al menos un símbolo de control TDM adicional a 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 los elementos de recursos seleccionados para reducir la colisión con una señal de referencia de la estación fuertemente interferente.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procedimiento para la comunicación inalámbrica, que comprende:
- determinar (812) subtramas en las que una estación de retransmisión (118) está escuchando a una macro estación base (110); y
- 10 transmitir (814) en un modo de red de frecuencia única de multidifusión/difusión, MBSFN, por parte de la estación de retransmisión (118) en las subtramas en las que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110), en donde una señal de referencia se envía en menos periodos de símbolo en una subtrama en modo MBSFN que en modo normal.
- 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- determinar (816) subtramas en las que la estación de retransmisión (118) transmite a los equipos de usuario, UEs, (128) y;
- 20 transmitir (818) en modo normal por parte de la estación de retransmisión (118) en las subtramas en las que la estación de retransmisión (118) transmite a los UE (128).
- 25 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que transmitir en modo MBSFN comprende transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión (118) de cada antena en un periodo de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110), y en el que transmitir en modo normal comprende transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión (118) de cada antena en múltiples periodos de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) transmite a los UE (128).
- 30 4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que transmitir en modo MBSFN comprende transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión (118) sólo en un primer periodo de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110).
- 35 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que transmitir en modo MBSFN comprende transmitir un símbolo de control multiplexado por división de tiempo, TDM, y ningún dato en cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110).
- 40 6. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- recibir un número máximo de símbolos de control multiplexados por división de tiempo, TDM, de la macro estación base (110) en cada subtrama en la que la macro estación base (110) transmite a la estación de retransmisión (118).
- 45 7. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que el único símbolo de control TDM se envía en un primer periodo de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110), el procedimiento comprendiendo además:
- recibir símbolos TDM de control en periodos de símbolo segundo y tercero de cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110), y
- 50 decodificar por lo menos un canal de control de la macro estación base (110) en base a los símbolos de control TDM recibidos.
- 55 8. Un aparato para la comunicación inalámbrica, que comprende:
- medios para determinar subtramas en las que una estación repetidora (118) está escuchando a una macro estación base (110), y
- 60 medios para transmitir en un modo de red de frecuencia única de multidifusión/difusión, MBSFN, por parte de la estación de retransmisión (118) en las subtramas en las que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110), en donde una señal de referencia se envía en menos periodos de símbolo en una subtrama en modo MBSFN que en modo normal.

9. El aparato según la reivindicación 8, que comprende además:
- 5 medios para determinar subtramas en las que la estación de retransmisión (118) transmite a los equipos de usuario, UEs, (128); y
- medios para transmitir en modo normal por parte de la estación de retransmisión (118) en las subtramas en las que la estación de retransmisión (118) transmite a los UE (128).
- 10
10. El aparato según la reivindicación 8, en el que transmitir en modo MBSFN comprende transmitir la señal de referencia por parte de la estación de retransmisión (118) sólo en un primer período de símbolo de cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110).
- 15
11. El aparato según la reivindicación 8, en el que transmitir en modo MBSFN comprende transmitir un símbolo de control multiplexado por división de tiempo, TDM, y ningún dato en cada subtrama en la que la estación de retransmisión (118) está escuchando a la macro estación base (110).
- 20
12. Un producto de programa de ordenador, que comprende un medio legible por ordenador que comprende código para hacer que al menos un equipo lleve a cabo un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 cuando se ejecutan en un ordenador

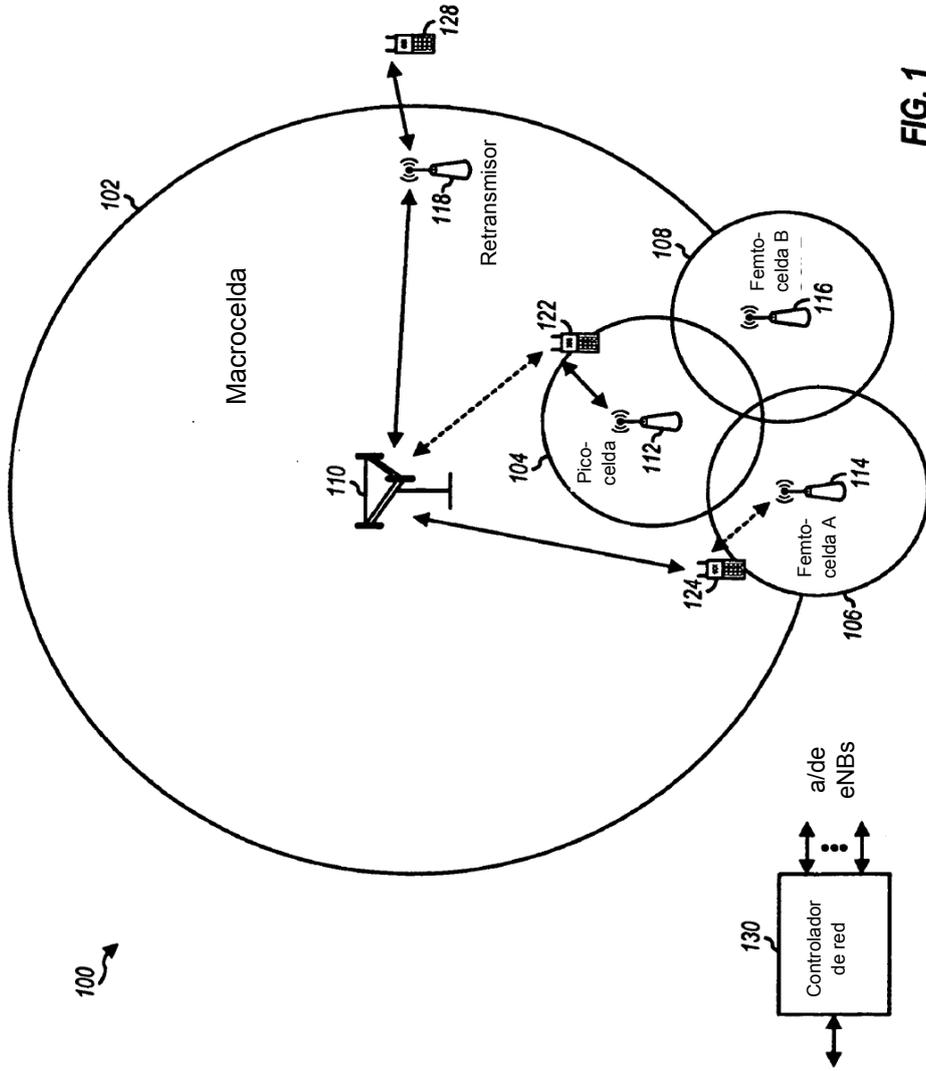


FIG. 1

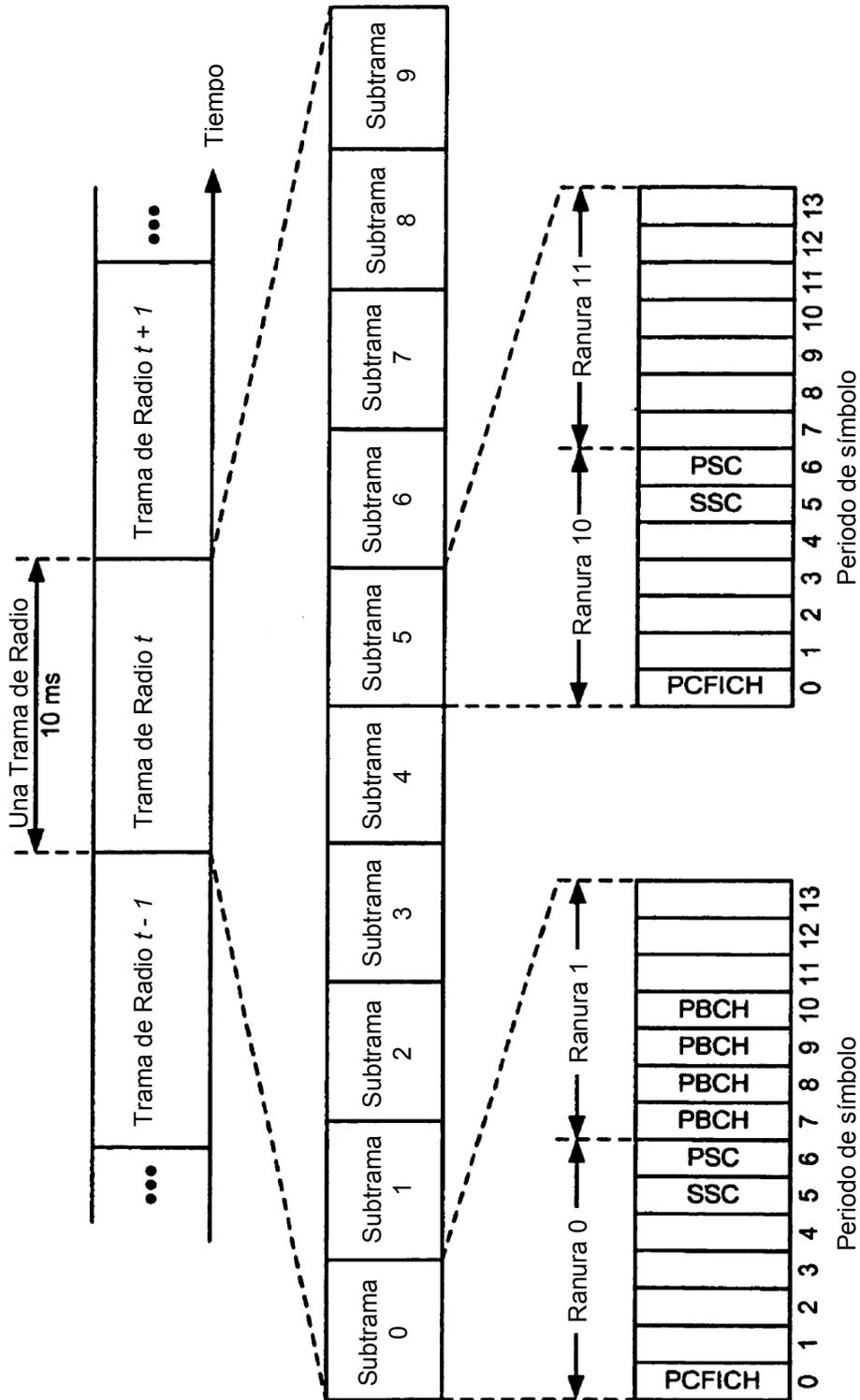


FIG. 2

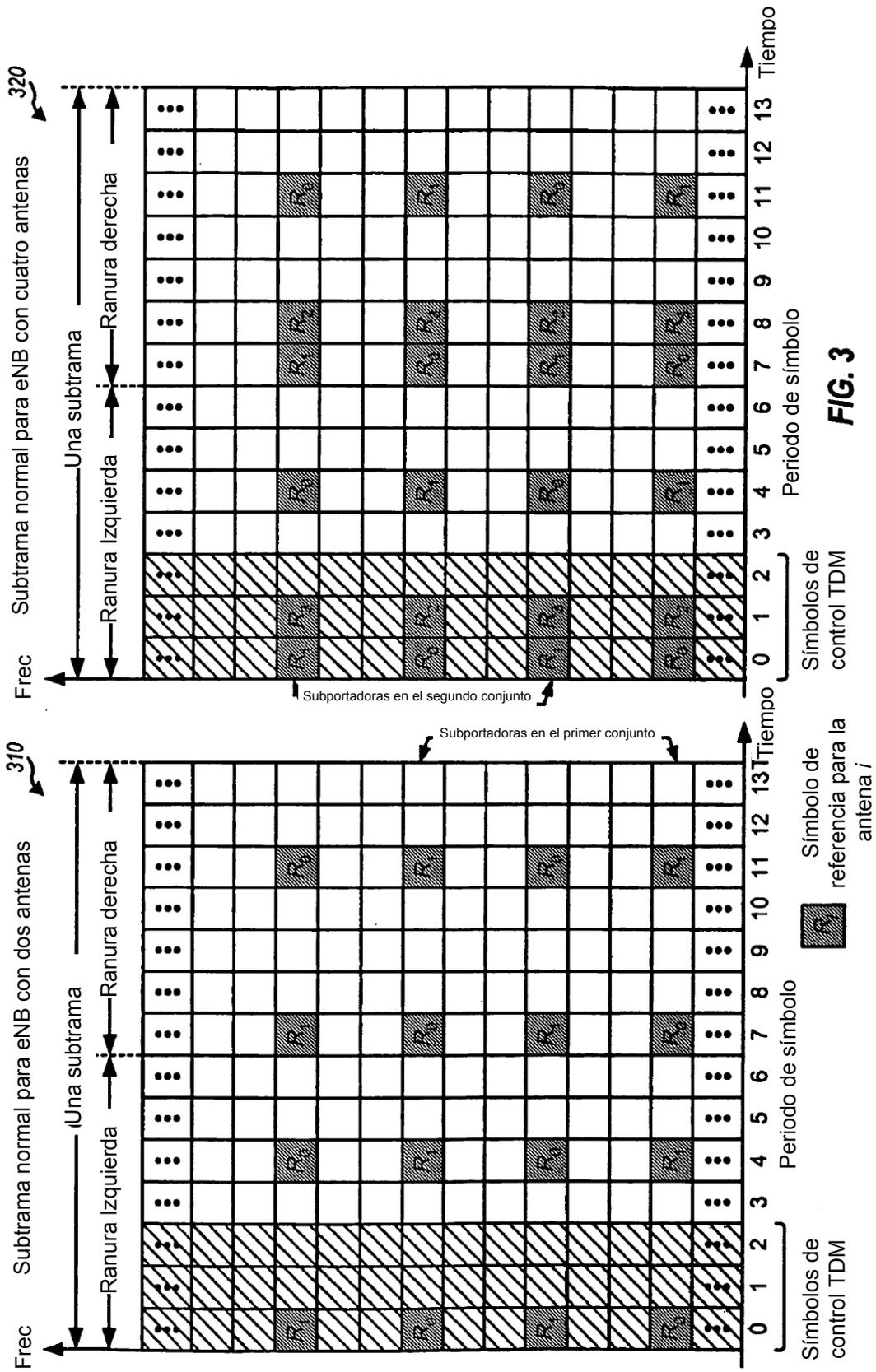


FIG. 3

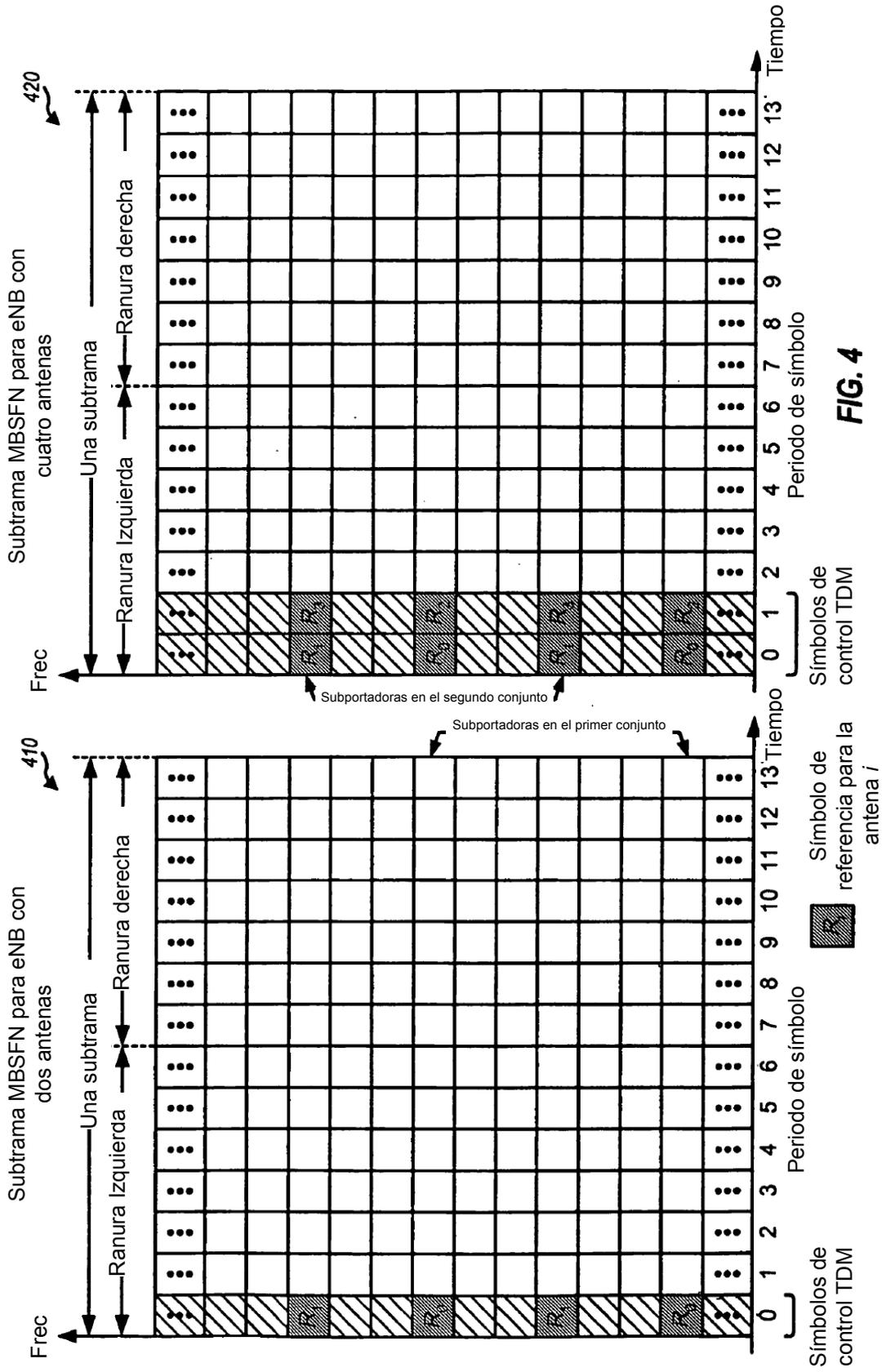
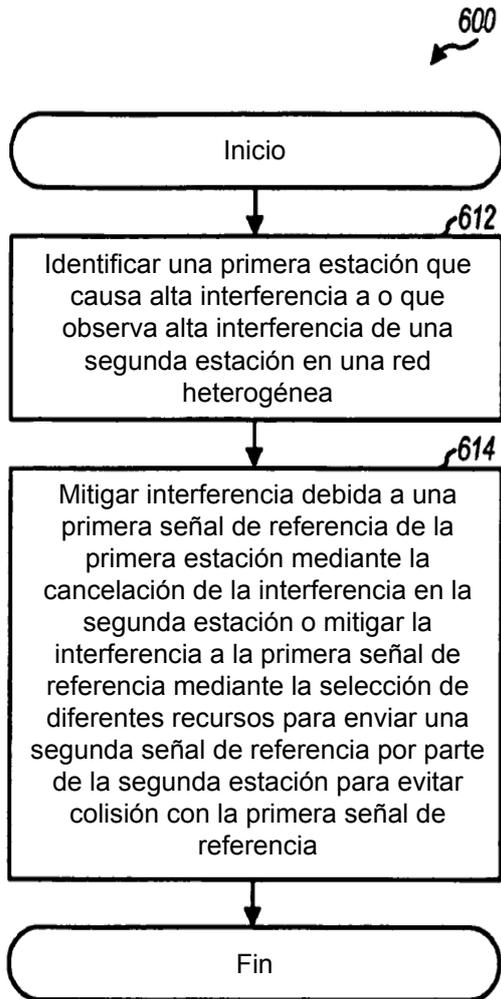
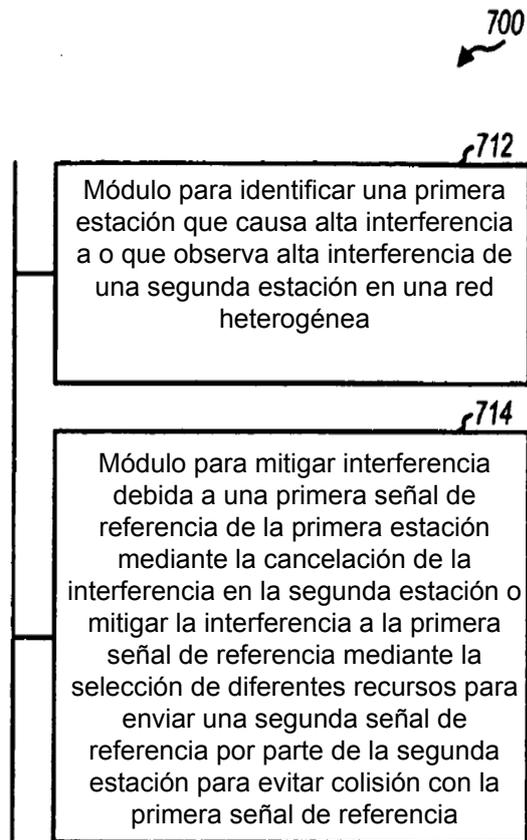


FIG. 4

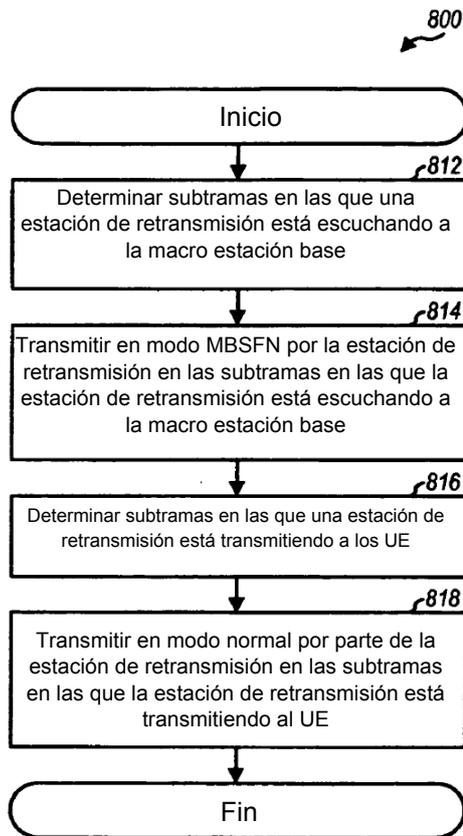




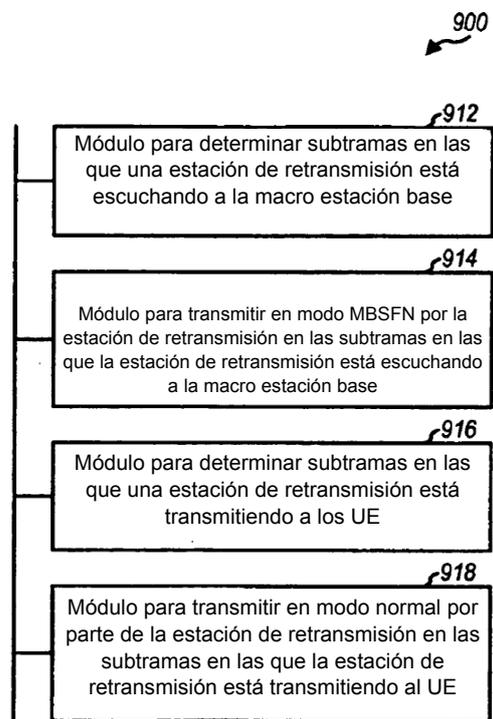
**FIG. 6**



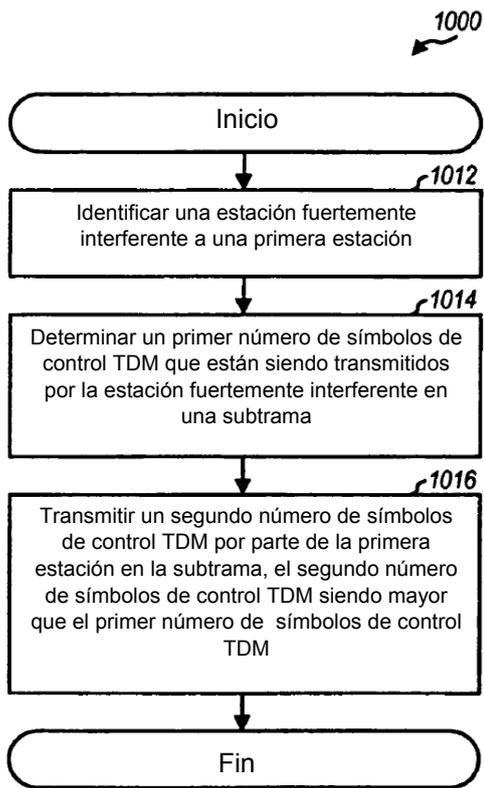
**FIG. 7**



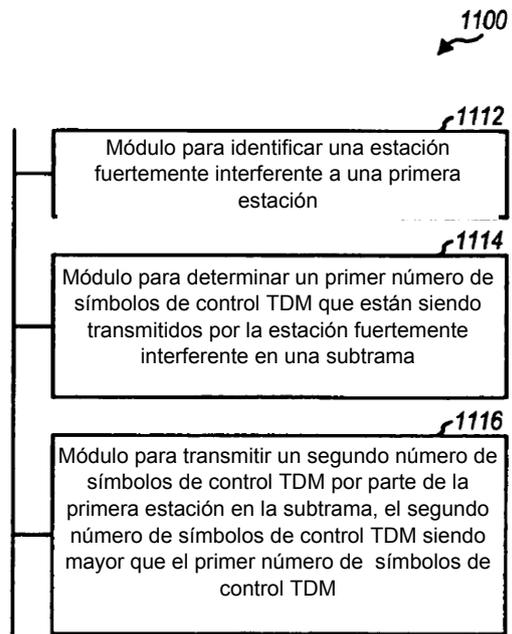
**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**

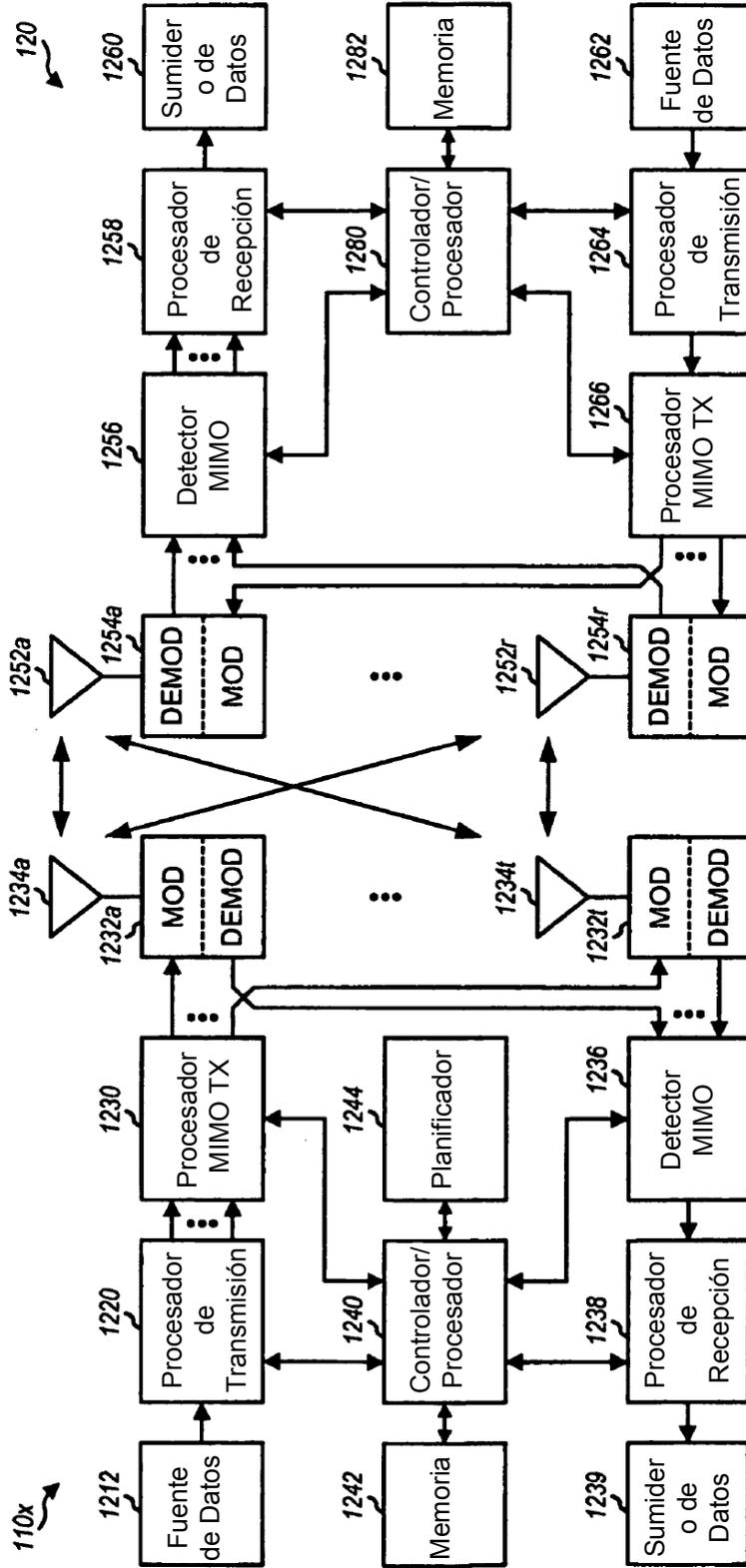


FIG. 12