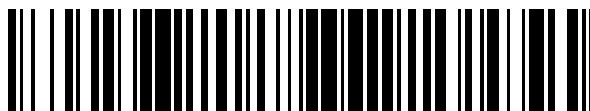


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 998**

51 Int. Cl.:

H04B 7/0452 (2007.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2016 PCT/US2016/016723**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16148795**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2016 E 16706473 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3272021**

54 Título: **Multiplexación de señal de referencia de sondeo de canal recíproco**

30 Prioridad:

14.03.2015 US 20156213334 P
25.09.2015 US 201514866778

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
15.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SORIAGA, JOSEPH BINAMIRA;
JIANG, JING;
MUKKAVILLI, KRISHNA KIRAN;
VITTHALADEVUNI, PAVAN KUMAR;
BHUSHAN, NAGA;
JI, TINGFANG y
SMEE, JOHN EDWARD

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 811 998 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

Multiplexación de señal de referencia de sondeo de canal recíproco

5 REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS & REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

[0001] La presente solicitud reivindica prioridad y el beneficio de la solicitud no provisional de los EE. UU. con n.º 14/866,778, presentada el 25 de septiembre de 2015, que reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de los EE. UU. con n.º de serie 62/133,334, presentada el 14 de marzo de 2015.

10 CAMPO TÉCNICO

[0002] Esta solicitud se refiere a sistemas de comunicación inalámbricos, y más particularmente al uso de información de estado de canal obtenida de una señal de sondeo de enlace ascendente en aplicaciones no ortogonales u ortogonales para formar mensajes de enlace descendente en forma de haz a destinatarios específicos.

INTRODUCCIÓN

[0003] Una red de comunicación inalámbrica puede incluir un número de estaciones base que pueden admitir la comunicación para un número de equipos de usuario (UE). En los últimos años, las frecuencias portadoras en las que se comunican las estaciones base y los UE han seguido incrementando e incluyen anchos de banda más grandes. Para aprovechar estas frecuencias más altas, se han utilizado más antenas en el mismo espacio físico. Sin embargo, para que estas bandas de frecuencias más altas sean útiles y se aproximen al mismo radio de cobertura que las tecnologías anteriores (como 2G, 3G o 4G), se necesita más ganancia de conformación de haz (y más precisa).

[0004] Además, los sistemas convencionales emplean diversos tipos de señales de referencia, con estructuras fijas variables, para proporcionar mediciones y estimaciones suficientes para el funcionamiento adaptativo de múltiples antenas en direcciones de enlace ascendente y/o enlace descendente. Por ejemplo, una señal de referencia de información de estado de canal (CSI-RS) puede usarse en un enlace descendente desde la estación base para ayudar a la estación base en la determinación de la forma del haz, puede ser una señal de referencia de demodulación de enlace ascendente (DM-RS) específica para cada UE se usa para estimar específicamente la información del canal para el enlace ascendente, y cada UE puede usar una señal de referencia de sonido (SRS) en el enlace ascendente para ayudar en la programación (por ejemplo, determinar qué bandas de frecuencia son buenas o malas para los datos). No existe una señal única que sea capaz de lograr toda la funcionalidad anterior para los UE.

[0005] La reciprocidad describe la capacidad de una estación para usar información (como un perfil de retardo de múltiples rutas) de un canal (por ejemplo, el enlace ascendente) al hacer determinaciones con respecto a otro canal (por ejemplo, el enlace descendente). La reciprocidad no ha estado disponible para las redes celulares porque los enfoques actuales requieren señales de referencia específicas para antenas particulares, como CSI-RS en el contexto de evolución a largo plazo (LTE). Además, CSI-RS y otros tipos de señales no escalan bien, lo que se está convirtiendo en un problema cada vez mayor a medida que la demanda de banda ancha móvil se continúa incrementando.

[0006] Los siguientes documentos en el campo técnico de las transmisiones SRS en sistemas TDD son relevantes para algunos aspectos de la presente divulgación:

WO 2014/109686 A1 (ERICSSON TELEFON AB LM [SE]) 17 de julio de 2014;

WO 01/33761 A1 (IOSPAN WIRELESS INC [US]) 10 de mayo de 2001;

WO 2012/146188 A1 (ERICSSON TELEFON AB LM [SE]; NI HUAN [CN]) 1 de noviembre de 2012;

RESEARCH IN MOTION ET AL: "Design and Configuration Considerations on Aperiodic SRS for LTE-A", 3GPP DRAFT; R1-102054, vol. RAN WG1, Beijing, China; 6 de abril de 2010;

WO 2011/134532 A1 (NOKIA SIEMENS NETWORKS OY [FI]; PAJUKOSKI KARI PEKKA [FI]; TIROLA ESA) 3 de noviembre de 2011;

WO 2011/143586 A1 (QUALCOMM INC [US]; LUO XILIANG [US]; GAAL PETER [US]; CHEN WANSHI [US]) 17 de noviembre de 2011; y

WO 2012/116486 A1 (NEC CHINA CO LTD [CN]; WANG GANG [CN]; ZHANG YU [CN]; SUN ZHENNIAN [CN]) 7 de septiembre de 2012.

BREVE EXPLICACIÓN DE ALGUNOS EJEMPLOS

[0007] A continuación se resumen algunos aspectos de la presente divulgación para proporcionar un entendimiento básico de la tecnología analizada. Esta explicación no es una visión general extensiva de todos los rasgos característicos contemplados de la divulgación y no pretende identificar elementos clave o críticos de todos los aspectos de la divulgación ni delimitar el alcance de algunos, o todos, los aspectos de la divulgación. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más aspectos de la divulgación de manera resumida como preludio de la descripción más detallada que se presenta posteriormente. La invención se define en las reivindicaciones independientes. Los modos de realización ventajosos se exponen en las reivindicaciones dependientes. Los aspectos o modos de realización que no están dentro del alcance de las reivindicaciones son útiles para entender la invención.

[0008] Otros aspectos, rasgos característicos y modos de realización de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica, después de revisar la siguiente descripción de modos de realización específicos, a modo de ejemplo, de la presente invención junto con las figuras adjuntas. Si bien los rasgos característicos de la presente invención se pueden analizar con respecto a determinados modos de realización y figuras a continuación, todos los modos de realización de la presente invención pueden incluir uno o más de los rasgos característicos ventajosos analizados en el presente documento. En otras palabras, si bien se pueden analizar uno o más modos de realización como que tienen determinados rasgos característicos ventajosos, también se pueden usar uno o más de dichos rasgos característicos de acuerdo con los diversos modos de realización de la invención analizados en el presente documento. De manera similar, si bien los modos de realización a modo de ejemplo se pueden analizar a continuación como los modos de realización del dispositivo, sistema o procedimiento, se debe entender que dichos modos de realización a modo de ejemplo se pueden implementar en diversos dispositivos, sistemas y procedimientos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009]

La figura 1 ilustra una red de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La figura 2 ilustra una red de comunicación inalámbrica que utiliza señales de referencia de sondeo para permitir la conformación de haces en una estación base.

La figura 3 muestra una estructura de subtrama de ejemplo.

La figura 4 ilustra una estructura de trama de ejemplo para un sistema de subtrama síncrono con decorrelación periódica de canales.

La figura 5 ilustra una estructura de trama de ejemplo para un sistema de subtrama síncrono con decorrelación de canal aleatorio.

La figura 6 ilustra una estructura de subtrama de ejemplo para SRS multiplexado desde un equipo de usuario de múltiples antenas.

La figura 7 ilustra una estructura de trama de ejemplo para un SRS de longitud extendida en un entorno de baja interferencia.

La figura 8 ilustra una estructura de trama de ejemplo para un SRS de longitud extendida en un entorno de alta interferencia.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para usar una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente para la estimación de canal de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para usar una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente para la estimación de canal de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para usar una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente para la estimación de canal de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para usar una señal de

referencia de sondeo de enlace ascendente para la estimación de canal de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

La figura 13 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrica de ejemplo de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación.

La figura 14 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrica de ejemplo, como una estación base, de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0010] La descripción detallada expuesta a continuación, en relación con los dibujos adjuntos, pretende ser una descripción de diversas configuraciones y no pretende representar las únicas configuraciones en las cuales se pueden llevar a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos con el propósito de proporcionar un pleno entendimiento de los diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente a los expertos en la técnica que estos conceptos se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, se muestran estructuras y componentes bien conocidos en forma de diagrama de bloques para no complicar dichos conceptos.

[0011] Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversas redes de comunicación inalámbrica, como redes CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras. Los términos "red" y "sistema" se usan a menudo de manera intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio, como el acceso radioeléctrico terrenal universal (UTRA), cdma2000, etc. El UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA), y otras variantes de CDMA. cdma2000 cubre los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red de TDMA puede implementar una tecnología de radio como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Una red de OFDMA puede implementar una tecnología de radio como el UTRA Evolucionado (E-UTRA), la Banda Ultra ancha Móvil (UMB), la 802,11 del IEEE (Wi-Fi), la 802,16 del IEEE (WiMAX), 802,20 del IEEE, el OFDMA flash, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) y la LTE avanzada (LTE-A) de 3GPP son versiones nuevas de UMTS que usan E-UTRA. Las tecnologías UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de un organismo denominado "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de un organismo denominado "Segundo Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para las redes inalámbricas y las tecnologías de radio mencionadas anteriormente, así como para otras redes inalámbricas y tecnologías de radio, como una red de próxima generación (por ejemplo, 5ª generación (5G)).

[0012] Los modos de realización de la presente divulgación introducen sistemas y técnicas para mejorar la eficiencia del uso del ancho de banda disponible en canales de comunicaciones inalámbricas entre UE y estaciones base. En un modo de realización, la multiplexación puede usarse para ayudar a aumentar la eficiencia del uso de los recursos del canal, como el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el acceso múltiple por división de código (CDMA) o la división múltiple espacial acceso (SDMA). Una forma de lograr SDMA, o multiplexación por división espacial, es mediante el uso de conformación de haces. Si un dispositivo tiene múltiples antenas, puede transmitir señales de todas las antenas a la vez mientras altera la fase de la señal de cada antena para producir interferencia constructiva y destructiva. La interferencia puede calibrarse para producir interferencia constructiva en una dirección específica e interferencia destructiva en todas las demás direcciones, transmitiendo así esencialmente un "haz" de información que no crea interferencia en ninguna otra área espacial. Por lo tanto, se pueden transmitir múltiples haces a la vez en diferentes direcciones sin interferencia. Para que la conformación de haz sea exitosa, el dispositivo de antena múltiple usa información sobre el canal entre sí mismo y su dispositivo receptor previsto para crear un haz que llegue al receptor.

[0013] Por lo tanto, de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación, una estación base puede aprovechar la reciprocidad del canal para usar la información de canal obtenida del canal de enlace ascendente desde un UE a la estación base para el enlace descendente. Un UE puede transmitir una señal de referencia de sonido (SRS) a la estación base dentro de una sola subtrama. La estación base, a su vez, puede caracterizar el canal de enlace ascendente en función del SRS recibido y, usando la reciprocidad, aplicar la misma caracterización de canal para el canal de enlace descendente de vuelta al UE. Como parte de la aplicación de la información del canal al enlace descendente, la estación base puede conformar el haz al UE basado en la información del canal del enlace ascendente obtenida del SRS.

[0014] En otros modos de realización, el UE puede incluir una matriz de antenas (MIMO). En esa situación, cada UE puede transmitir un SRS diferente que la estación base recibe y a continuación usa para el enlace descendente a esas diversas antenas (o, de forma alternativa, múltiples UE con antenas individuales podrían usarse para el mismo efecto). Por ejemplo, múltiples UE (o un solo UE con múltiples antenas) pueden transmitir SRS al mismo tiempo y con la misma asignación de frecuencia (por ejemplo, no ortogonal), pero cada UE envía su propio SRS único (basado en códigos de aleatorización únicos o permutaciones entrelazadas, por ejemplo). En otro ejemplo, múltiples UE (o un solo UE con múltiples antenas) pueden enviar su SRS en asignaciones únicas de

tiempo/frecuencia (ortogonales).

[0015] La figura 1 ilustra una red de comunicaciones inalámbricas 100 de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. La red de comunicación inalámbrica 100 puede incluir diversos UE 102, así como diversas estaciones base 104. Una estación base 104 puede incluir un Nodo B evolucionado (eNodoB). Una estación base también puede denominarse una estación transceptora base, un nodo B o un punto de acceso. Una estación base 104 puede ser una estación que se comunica con los UE 102 y también puede denominarse una estación base, un nodo B, un punto de acceso y similares.

[0016] Las estaciones base 104 se comunican con los UE 102 como se indica por las señales de comunicación 106. Un UE 102 se puede comunicar con una estación base 104 por medio de un enlace ascendente y de un enlace descendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde una estación base 104 al UE 102. El enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde un UE 102 a una estación base 104. Las estaciones base 104 también pueden comunicarse entre sí, directa o indirectamente, a través de conexiones cableadas y/o inalámbricas, como lo indican las señales de comunicación 108.

[0017] Los UE 102 se pueden dispersar por toda la red inalámbrica 100, y cada UE 102 puede ser fijo o móvil. El UE 102 también se puede denominar terminal, estación móvil, unidad de abonado, etc. El UE 102 puede ser un teléfono celular, un teléfono inteligente, un asistente digital personal, un módem inalámbrico, un ordenador portátil, una tablet, etc. La red de comunicación inalámbrica 100 es un ejemplo de una red a la que se aplican diversos aspectos de la divulgación.

[0018] Cada estación base 104 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica particular. En 3GPP, el término “celda” puede referirse a un área de cobertura de una estación base y/o un subsistema de estación base que da servicio al área de cobertura, dependiendo del contexto donde se use el término. Por ejemplo, cada estación base 104 puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocelda, una picocelda, una femtocelda y/u otros tipos de celda. Una macrocelda abarca, en general, un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de un radio de diversos kilómetros) y puede permitir un acceso sin restricciones por los UE con abonos de servicio con el proveedor de red. Una picocelda puede cubrir en general un área geográfica relativamente más pequeña y puede permitir un acceso sin restricciones por los UE con abonos de servicio con el proveedor de red. Una femtocelda puede también abarcar, en general, un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una vivienda) y, además del acceso sin restricciones, también puede proporcionar un acceso restringido por los UE que tienen una asociación con la femtocelda (por ejemplo, los UE de un grupo cerrado de abonados (CSG), los UE para usuarios de la vivienda y similares). Una estación base para una macrocelda puede denominarse una macroestación base. Una estación base para una picocelda puede denominarse una picoestación base. Una estación base para una femtocelda puede denominarse una femtoestación base o una estación base doméstica.

[0019] En el ejemplo mostrado en la figura 1, las estaciones base 104a, 104b y 104c pueden ser macroestaciones base para las macroceldas 110a, 110b y 110c, respectivamente. Las estaciones base 104d y 104e son ejemplos de estaciones base pico y/o femto para las áreas de cobertura 110d y 110e, respectivamente. Una estación base 104 puede admitir una o múltiples celdas (por ejemplo, dos, tres, cuatro, etc.).

[0020] La red inalámbrica 100 también puede incluir estaciones de retransmisión. Una estación de retransmisión es una estación que recibe una transmisión de datos y/u otra información desde una estación flujo arriba (por ejemplo, una estación base, un UE o similares) y envía una transmisión de los datos y/o de otra información a una estación flujo abajo (por ejemplo, otro UE, otra estación base o similares). Una estación de retransmisión también puede ser un UE que retransmite transmisiones para otros UE. Una estación de retransmisión también puede denominarse una estación base de retransmisión, un UE de retransmisión, una retransmisión, y similares.

[0021] La red inalámbrica 100 puede admitir un funcionamiento síncrono o asíncrono. En el funcionamiento síncrono, las estaciones base 104 pueden tener una temporización de tramas similar, y las transmisiones desde diferentes estaciones base 104 pueden estar aproximadamente alineadas en el tiempo. En el funcionamiento asíncrono, las estaciones base 104 pueden tener diferentes temporizaciones de tramas, y las transmisiones desde diferentes estaciones base 104 pueden no estar alineadas en el tiempo.

[0022] En algunas implementaciones, la red inalámbrica 100 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. El OFDM y el SC-FDM dividen el ancho de banda del sistema en múltiples (K) subportadoras ortogonales, que también se denominan comúnmente tonos, periodos o similares. Cada subportadora se puede modular con datos. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de la frecuencia con OFDM y en el dominio del 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 72, 180, 300, 600, 900 o 1200 para un correspondiente ancho de banda del sistema de 1, 4, 3, 5, 10, 15 o 20 megahercios (MHz), respectivamente. El ancho de banda del sistema también se puede

dividir en subbandas. Por ejemplo, una subbanda puede abarcar 1,08 MHz; y puede haber 1, 2, 4, 8 o 16 subbandas para un correspondiente ancho de banda del sistema de 1,4, 3, 5, 10, 15 o 20 MHz, respectivamente.

[0023] Con referencia ahora a la figura 2, se muestra un ejemplo de un sistema que puede usarse para mejorar la eficiencia del uso del ancho de banda disponible en canales de comunicaciones inalámbricas entre uno o más UE 102 y una o más estaciones base 104, como se analizó anteriormente con respecto a la figura 1. La figura 2 ilustra una estación base 104 y un UE 102 con el fin de simplificar la discusión, aunque se reconocerá que los modos de realización de la presente divulgación pueden escalar a muchos más UE 102 y/o estaciones base 104. El UE 102 y la estación base 104 pueden comunicarse entre sí a diversas frecuencias. Por ejemplo, en un modo de realización, el UE 102 y la estación base 104 pueden comunicarse a frecuencias inferiores a 6 GHz, mientras que en otro modo de realización a frecuencias superiores a 6 GHz, por nombrar solo dos ejemplos.

[0024] El UE 102 difunde una señal de referencia de sondeo (SRS) 202 que es recibida por la estación base 104. En un modo de realización, el SRS 202 puede ser una transmisión omnidireccional, mientras que en otro modo de realización, el SRS 202 puede ser una transmisión de haz ancho. Al recibir el SRS 202, la estación base 104 puede recopilar del SRS 202, ya sea explícita o implícitamente, información de canal para el canal de enlace ascendente entre el UE 102 y la estación base 104. La estación base 104 puede entonces usar esa información de canal de enlace ascendente para entrenar sus antenas para conformar un haz descendente 204 en el mismo UE 102.

[0025] Para obtener la mayor ventaja de la reciprocidad (aplicando la información de canal obtenida del SRS 202 en el enlace ascendente), la estación base 104 puede volver a aplicar rápidamente esa información (mediante entrenamiento) para conformar el haz (o enfocar) una transmisión de enlace descendente al UE 102, de modo que como para minimizar los efectos de la descorrelación del canal. Para ayudar en la reaplicación rápida de la información del canal en el enlace descendente, los modos de realización de la presente divulgación utilizan una estructura de subtrama corta. Con referencia ahora a la figura 3, se ilustra una estructura de subtrama de ejemplo 300 que opera dentro de un corto plazo para minimizar los efectos de la descorrelación en el canal. En un modo de realización, el período de tiempo corto puede ser de aproximadamente 500 microsegundos, aunque también puede ser más corto o más largo que eso. El corto período de tiempo permite que la estación base 104 esencialmente "congele" el estado del canal durante la duración de la subtrama, durante el cual la estación base 104 puede entrenar y formar el haz para el enlace descendente y a continuación proporcionar una ráfaga de enlace descendente.

[0026] Las comunicaciones entre el UE 102 y la estación base 104 pueden dividirse en el dominio del tiempo en subtramas (SF) 300, como el SF 300 ilustrado en la figura 3. Una subtrama individual se ilustra en la figura 3 para facilitar la ilustración; como se reconocerá, la estructura del SF 300 es escalable a cualquier número de subtramas según sea necesario o deseado. Cada SF 300 se divide en una porción de enlace ascendente (UL) 302 y una porción de enlace descendente (DL) 304, separadas por una porción de transición U/D. Como parte de la porción UL 302, el UE 102 puede enviar diversos tipos de señales a la estación base 104. Estos pueden incluir, por ejemplo, un SRS (utilizado aquí para transmitir conformación de haces en la estación base y en lugar del DMRS de enlace ascendente), datos de enlace ascendente y, opcionalmente, solicitudes de información. La porción de transición U/D se proporciona entre la porción UL 302 y la porción DL 304. Durante la porción DL, la estación base 104 envía diversos tipos de señales al UE 102, que incluyen, por ejemplo, una señal de referencia de equipo de usuario (UERS) y datos de enlace descendente (por ejemplo, en una ráfaga de enlace descendente).

[0027] En algunos modos de realización, la estación base 104 puede usar el SRS en la porción UL 302 derivar múltiples piezas de información que facilitan el enlace descendente entre el UE 102 y la estación base 104. Por ejemplo, basado en el SRS, la estación base 104 que tiene múltiples antenas puede entrenar sus antenas para formar en forma de haz los datos DL transmitidos de regreso al UE 102 de modo que, por ejemplo, interferencia con otros dispositivos de comunicación inalámbrica en el rango de la estación base 104 se reduce. La conformación de haces depende de la información sobre el canal entre el UE 102 y la estación base 104 que la estación base 104 deriva del SRS del enlace ascendente y a continuación se aplica al enlace descendente en función de la reciprocidad. La estación base 104 puede volver a entrenar sus antenas a medida que el canal cambia con el tiempo (por ejemplo, de forma periódica o aleatoria), por ejemplo, según el SRS posterior recibido del UE 102. Esto puede suceder, por ejemplo, si el UE 102 se está moviendo o si otros objetos en movimiento entran o salen del área / interfieren con el canal de enlace ascendente (o enlace descendente). De acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación, la subtrama 300 se proporciona como parte de un sistema síncrono, de modo que la subtrama 300 se proporciona repetidamente a lo largo del tiempo para que la estación base 104 pueda volver a entrenar los haces para acomodar el movimiento del UE 102 y la decorrelación relacionada con el canal a ese movimiento (y/u otras influencias).

[0028] La reciprocidad del canal puede permitir que la estación base 104 aplique información sobre el canal en la dirección UL para estimar una o más propiedades del canal en la dirección DL, que se puede usar para formar en forma de haz las transmisiones DL. De esta manera, la estación base 104 puede entrenar sus antenas basadas en el SRS desde el UE 102. El SRS puede incluir además información que permite que la estación base 104 demodule los datos recibidos del UE 102 durante la porción UL del SF 300. La estación base 104 puede determinar adicionalmente, a partir del SRS, información de programación que permite a la estación base 104 programar

futuros SF 300 (por ejemplo, bandas de frecuencia, etc.) para comunicarse con el UE 102.

[0029] En algunos modos de realización, la multiplexación puede usarse para permitir que la estación base 104 se comunique con múltiples UE 102 durante la porción DL 304 de un SF 300. La conformación de haces puede ser ventajosa porque permite que la estación base 104 haga uso de la multiplexación por división espacial junto con otros tipos de multiplexación, como la multiplexación por división de frecuencia y/o la multiplexación por división de código. Por lo tanto, la estación base 104 puede solicitar que múltiples UE 102 envíen un SRS durante un SF 300, permitiendo que la estación base 104 reentrene su conformación de haz de antena para cada UE 102 con el que se comunicará durante ese SF 300.

[0030] Con referencia ahora a la figura 4, se ilustra un modo de realización de asignación de recursos SF de un SF 400 en un escenario MIMO multiusuario (MU-MIMO). En el modo de realización de la figura 4, dos UE 102 están representados por SRS 1, SRS 2, para simplificar la discusión. Se reconocerá que se pueden incluir más UE 102 en diversos modos de realización. Cada UE 102 en el sistema MU-MIMO puede transmitir su SRS al mismo tiempo y con la misma asignación de frecuencia (es decir, usando recursos físicos no ortogonales) sin colisión usando, por ejemplo, permutación o aleatorización para hacer que cada SRS sea único. En este caso, la estación base 104 puede solicitar un SRS de múltiples UE 102 durante el mismo SF 400 enviando una solicitud durante una porción de DL 402 al comienzo del SF 400. Esta solicitud puede incluir información que indique a los UE 102 cómo aleatorizar o permutar su SRS particular (por ejemplo, SRS 1 para un primer UE 102 y SRS 2 para un segundo UE 102) para evitar interferencias. De forma alternativa, los UE 102 pueden notar interferencia de otros UE 102 y decidir usar una permutación, aleatorización o similar para transmitir un SRS usando recursos físicos no ortogonales. Los UE 102 pueden notificar a la estación base 104 durante la porción UL de SF 400 qué permutación, aleatorización u otro procedimiento utilizarán para crear un SRS único.

[0031] Con referencia ahora a la figura 5 que ilustra un modo de realización alternativa, los UE 102 o la estación base 104 pueden determinar una ganancia de procesamiento mínima (PG) necesaria para compensar un canal pobre, por ejemplo cuando un UE 102 está distante de una estación base 104. El UE 102 puede determinar un PG mínimo monitoreando cuánto tiempo se tarda en recibir con éxito una señal SYNC desde la estación base 104. La estación base 104 puede determinar un PG mínimo al monitorear cuánto tiempo lleva configurar un canal de acceso aleatorio (RACH) con el UE 102.

[0032] Para alcanzar el PG mínimo, la longitud del SRS puede necesitar escalarse para exceder la porción del SF 500 asignada a la porción UL 502. La estación base 104 puede solicitar un SRS alargado (ilustrado en la figura 5 como SRS 2) de un UE 102 durante una porción DL 504 al comienzo del SF 500, o de forma alternativa el UE 102 puede notificar a la estación base 104 durante la porción UL 502 de SF 500 que necesita para enviar un SRS alargado. Sin embargo, como se ilustra en SF 500, el UE 102 aún puede transmitir su SRS alargado usando recursos físicos no ortogonales porque no hay peligro de que su señal de baja potencia afecte a otros UE 102 en el entorno. Por lo tanto, la estación base 104 no necesita indicar a otros UE 102 en el entorno que modifiquen su comportamiento, ni los otros UE 102 en el entorno necesitan modificar proactivamente su comportamiento.

[0033] En otro modo de realización, un único UE 102 con múltiples antenas, como en un sistema MIMO (SU-MIMO) de un solo usuario, puede enviar un SRS desde cada una de sus antenas simultáneamente y en la misma frecuencia (es decir, usando recursos físicos no ortogonales) sin colisión mediante el uso de permutación, aleatorización o un precodificador diferente a través de las antenas para hacer que cada SRS en cada antena sea único de los demás en las otras antenas. El SF 400 de la figura 4 (descrito originalmente con respecto a antenas individuales en múltiples UE 102) ilustra esta realización, ya que múltiples antenas en un único UE 102 funcionan de manera similar a las antenas individuales en múltiples UE 102. En este caso (refiriéndose ahora a la figura 4 para esta realización alternativa), la estación base 104 puede notificar al UE 102 durante una porción DL 402 al comienzo del SF 400 cómo crear un SRS único para cada antena, o de forma alternativa el UE 102 puede elegir su propio SRS único para cada antena y notificar a la estación base 104 qué buscar.

[0034] Con referencia ahora a la figura 6, se ilustra otro modo de realización de MU-MIMO. En esta realización, múltiples UE 102 (representados como usuarios 1, 2, 3 y 4) pueden enviar SRS respectivos durante el mismo SF 600. De acuerdo con el modo de realización de la figura 6, los UE 102 múltiples pueden usar conjuntos únicos de asignaciones de tiempo y frecuencia, es decir, usar recursos físicos ortogonales, para el SRS de cada UE 102 respectivo. Esto puede ser necesario cuando los UE 102 están cerca de la estación base 104, lo que da como resultado señales de muy alta potencia recibidas en la estación base 104, es decir, una relación señal/ruido (SNR) UL muy alta. Dichas señales potentes podrían causar interferencias entre sí, incluso cuando se utilizan aleatorizaciones o permutaciones, por lo que las señales pueden asignarse a recursos físicos ortogonales para evitar colisiones. Las asignaciones pueden ser porciones contiguas del ancho de banda del sistema. De forma alternativa, las asignaciones pueden espaciarse entre tonos para dejar ancho de banda entre las porciones utilizadas por los UE 102. Las asignaciones no necesitan ser simétricas entre los UE 102. Por ejemplo, como se muestra en SF 600, al primer y segundo UE 102 se les puede asignar dos piezas de espectro de frecuencia no contiguas dentro de un primer período de tiempo (representado por SRS 1 y SRS 2, respectivamente), mientras que el tercer y cuarto UE 102 pueden cada uno de los bloques contiguos asignados de espectro de frecuencia (representado por SRS 3 y SRS 4, respectivamente) dentro de un segundo período de tiempo. En general, a los

UE 102 se les puede asignar uno o más bloques de espectro contiguos o no contiguos durante uno o más períodos de tiempo contiguos o no contiguos. La estación base 104 puede admitir, por ejemplo, basado en un tiempo muy corto para establecer un RACH con el UE 102, que el nivel de potencia de las señales recibidas desde los UE 102 es muy alto y que los recursos ortogonales deberían usarse para el SRS desde uno o más de los UE 102. En consecuencia, la estación base 104 puede enviar instrucciones a los UE 102 durante una porción DL del SF 600 que asigna recursos físicos para el SRS de cada UE 102. De forma alternativa, un UE 102 dado puede admitir que tiene una UL SNR muy alta, por ejemplo, basado en un tiempo muy corto para recibir una señal SYNC de la estación base 104, y puede notificar a la estación base 104 que el UE 102 necesita su asignación de recursos físicos para su SNR. De forma alternativa, el UE 102 puede transmitir una asignación potencial a la estación base 104.

[0035] En otro modo de realización, un único UE 102 con múltiples antenas, como en un sistema SU-MIMO, puede enviar un SRS desde cada una de sus antenas durante el mismo SF 600, pero usando conjuntos únicos de asignaciones de tiempo y frecuencia, es decir, usando recursos físicos ortogonales. Por ejemplo, como se muestra en SF 600, las antenas primera y segunda del UE 102 pueden tener asignadas dos piezas de espectro de frecuencia no contiguas dentro de un primer período de tiempo (representado por SRS 1 y SRS 2, respectivamente), mientras que las antenas tercera y cuarta del UE 102 puede asignarse un único bloque contiguo de espectro de frecuencia dentro de un segundo período de tiempo (representado por SRS 3 y SRS 4, respectivamente). En este caso, la estación base 104 puede notificar al UE 102 durante una porción DL 602 al comienzo del SF 600 las asignaciones de recursos para cada antena, o de forma alternativa, el UE 102 puede elegir sus propias asignaciones de recursos para cada antena y notificar a la estación base 104 qué buscar.

[0036] Con referencia ahora a la figura 7, se muestra un modo de realización donde un UE 102 tiene un amplificador de potencia (PA) de banda estrecha. Para aprovechar la reciprocidad del canal, que permite que la estación base 104 forme el canal DL en forma de haz basado en el SRS del UE 102, el SRS puede necesitar cubrir todo el ancho de banda del sistema. Si el UE 102 tiene un PA de banda estrecha, solo puede cubrir una subbanda del ancho de banda del sistema con cualquier transmisión dada. Como se ilustra en la estructura de trama 700, el UE 102 puede transmitir múltiples SRS de banda estrecha consecutivos a frecuencias escalonadas que, juntas, cubren todo el ancho de banda del sistema. La estación base 104 puede recopilar y combinar los múltiples SRS de banda estrecha consecutivos para obtener información completa sobre el ancho de banda del sistema del canal de enlace descendente.

[0037] Con referencia ahora a la figura 8, de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación, la información acerca de alguna porción del ancho de banda del sistema menor que el total puede ser suficiente para mantener la reciprocidad del canal. En consecuencia, el UE 102 puede transmitir solo tantos SRS de banda estrecha escalonados como sea necesario para alcanzar el umbral de reciprocidad de canal, como se ilustra por la estructura 800 de SF.

[0038] La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo 900 para usar una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente para estimación de canal de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El procedimiento 900 se puede implementar en la estación base 104. El procedimiento 900 se describirá con respecto a una única estación base 104 para simplificar el análisis, aunque se reconocerá que los aspectos descritos aquí pueden ser aplicables a una pluralidad de estaciones base 104. Se entiende que se pueden proporcionar bloques del procedimiento adicionales antes, durante y después de los bloques del procedimiento 900, y que algunos de los bloques descritos se pueden reemplazar o eliminar para otros modos de realización del procedimiento 900.

[0039] En el bloque 902, una estación base 104 recibe un SRS de un UE 102 en una comunicación de enlace ascendente, como se describe de acuerdo con los diversos modos de realización anteriores. Por ejemplo, la estación base 104 puede recibir el SRS como parte de una porción de enlace ascendente de una subtrama como se ilustra en la figura 3. De acuerdo con los diversos modos de realización de la presente divulgación, la estación base 102 puede recibir un único SRS de un UE 102 de antena única, múltiples SRS correspondientes a múltiples antenas de un único UE 102, múltiples SRS correspondientes a antenas individuales de múltiples UE 102, y/o múltiples SRS correspondientes a múltiples antenas de múltiples UE 102. Además, el SRS puede proporcionarse a la estación base 104 de acuerdo con el SRS no ortogonal u ortogonal, dependiendo del modo de realización.

[0040] En el bloque 904, la estación base 104 extrae información sobre el enlace ascendente del SRS recibido en el bloque 902. Esto puede incluir información útil en la demodulación de datos de enlace ascendente, incluyendo la parte de enlace ascendente de la subtrama, información de programación e información de canal sobre el canal de enlace ascendente.

[0041] En el bloque 906, la estación base 104 programa la comunicación de enlace descendente (por ejemplo, la ráfaga de enlace descendente que es parte de la porción de enlace descendente de una subtrama), en base a la información extraída del SRS en el bloque 904.

[0042] En el bloque 908, la estación base 104 entrena la conformación de haz para una o más antenas de la

estación base 104 en base a la información de canal extraída del SRS recibido del UE 102. Según el SRS, la conformación de haz puede ser invariable con respecto al número de antenas dentro del sistema, lo que hace que los modos de realización de la presente divulgación sean compatibles con tecnologías futuras que incluyen más antenas (por ejemplo, 16, 32, etc.) en disposiciones MIMO, por ejemplo.

[0043] En el bloque 910, como parte de la misma subtrama, la estación base 104 transmite una ráfaga de enlace descendente que incluye una o más señales de referencia (como un UERS), así como datos de enlace descendente. Con las formas de haz de las antenas de la estación base 104 entrenadas en base a la información del canal derivada del SRS del enlace ascendente, aplicada al enlace descendente aprovechando la reciprocidad durante un corto período de tiempo encapsulado por la subtrama, la estación base 104 puede mejorar más su utilización de frecuencias más altas mientras proporciona un rango sustancialmente equivalente que es posible con tecnologías de evolución/frecuencias más bajas (2G, 3G, 4G, por ejemplo).

[0044] Se entiende que el procedimiento 900 puede implementarse en código de programa almacenado en un medio legible por ordenador. El código del programa puede, por ejemplo, hacer que un procesador implemente los bloques 902-910 al leer el código del medio legible por ordenador. En algunos modos de realización, el UE 102 y la estación base 104 de la presente divulgación pueden incluir dicho procesador y dicho medio legible por ordenador con código de programa almacenado en él.

[0045] Pasando ahora a la figura 10, se ilustra un procedimiento de ejemplo 1000 para usar una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente no ortogonal para la estimación del canal de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El procedimiento 1000 se puede implementar en el UE 102. El procedimiento 1000 descrito es aplicable tanto a UE únicos 102 que tienen múltiples antenas y múltiples UE 102 que tienen cada uno antenas individuales. Se entiende que se pueden proporcionar bloques del procedimiento adicionales antes, durante y después de los bloques del procedimiento 1000, y que algunos de los bloques descritos se pueden reemplazar o eliminar para otros modos de realización del procedimiento 1000.

[0046] En el bloque 1002, el UE 102 supervisa el nivel de interferencia. Para un único UE 102 que tiene múltiples antenas, esto implica monitorear el nivel de interferencia en cada antena del UE 102. Para múltiples UE 102 que tienen una sola antena, esto implica que cada UE 102 monitoree el nivel de interferencia de su antena.

[0047] En el bloque 1004, el UE 102 (donde hay múltiples antenas) o UE 102 (donde cada uno tiene una sola antena) determina si una permutación (intercalación) o un código de aleatorización superará mejor la interferencia monitoreada en el bloque 1002. Por ejemplo, esto puede implicar que el UE 102 determine usar codificación no ortogonal donde el UE 102 tiene una potencia limitada (por ejemplo, la SNR del enlace ascendente es baja) o habilitar MU-MIMO en el enlace descendente (por ejemplo, donde los UE múltiples 102 cada uno tiene múltiples antenas).

[0048] En el bloque 1006, en respuesta a la determinación en el bloque 1004, el UE 102 configura el SRS para cada una de sus antenas (o, para los UE 102 de una sola antena, cada UE 102 para su antena respectiva) con el código único de permutación o aleatorización, como se determina en el bloque 1004.

[0049] Con el SRS (de cada antena para un MIMO UE 102 o cada antena para cada UE 102, según el modo de realización) aleatorizado, en el bloque 1008 el UE 102 (cada SRS para cada antena o cada UE 102) transmite el SRS aleatorizado a la estación base 104 por medio del canal de enlace ascendente. En un modo de realización, la transmisión puede hacerse usando el ancho de banda de canal completo y la porción de subtrama de enlace ascendente completa (como se analizó con respecto a la figura 3 anteriormente).

[0050] Después de que la estación base 104 recibe el SRS en la porción de enlace ascendente de la subtrama desde las múltiples antenas del UE 102 (o cada antena de cada UE 102, dependiendo del modo de realización), la estación base 104 deriva la información del estado del canal del SRS para el canal de enlace ascendente y, en función de la reciprocidad, aplica la información de estado del canal derivado al canal de enlace descendente. Esto incluye entrenar la conformación de haz para las antenas de la estación base 104 hacia el UE 102.

[0051] Como resultado, en el bloque 1010, el UE 102 recibe una ráfaga de enlace descendente conformada por haz desde la estación base 104 (en las múltiples antenas de un único UE 102 o en cada antena de cada UE 102 de muchos) como parte de la porción de enlace descendente del mismo bastidor auxiliar.

[0052] Se entiende que el procedimiento 1000 puede implementarse en código de programa almacenado en un medio legible por ordenador. El código del programa puede, por ejemplo, hacer que un procesador implemente los bloques 1002-1010 al leer el código del medio legible por ordenador. En algunos modos de realización, el UE 102 y la estación base 104 de la presente divulgación pueden incluir dicho procesador y dicho medio legible por ordenador con código de programa almacenado en él.

[0053] La figura 11 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo 1100 para usar una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente ortogonal para la estimación del canal de acuerdo con diversos

aspectos de la presente divulgación. El procedimiento 1100 se puede implementar en el UE 102. El procedimiento 1100 descrito es aplicable tanto a UE únicos 102 que tienen múltiples antenas y múltiples UE 102 que tienen cada uno antenas individuales. Se entiende que se pueden proporcionar bloques del procedimiento adicionales antes, durante y después de los bloques del procedimiento 1100, y que algunos de los bloques descritos se pueden reemplazar o eliminar para otros modos de realización del procedimiento 1100.

[0054] En el bloque 1102, el UE 102 supervisa el nivel de interferencia. Para un único UE 102 que tiene múltiples antenas, esto implica monitorear el nivel de interferencia en cada antena del UE 102. Para múltiples UE 102 que tienen una sola antena, esto implica que cada UE 102 monitoriza el nivel de interferencia de su antena, como se describió anteriormente con respecto a la figura 10.

[0055] En el bloque 1104, el UE 102 (donde hay diversas antenas) o UE 102 (donde cada uno tiene una sola antena) determina si el SNR del enlace ascendente es lo suficientemente alto como para permitir que el SRS sea ortogonal, donde cada SRS en cada antena (ya sea en un único UE 102 o múltiples UE 102) se le asigna un recurso físico de combinación de tiempo/frecuencia diferente.

[0056] En el bloque 1106, en respuesta a la determinación en el bloque 1104, el UE 102 configura el SRS para cada una de sus antenas (o, para los UE 102 de una sola antena, cada UE 102 para su antena respectiva) con combinaciones particulares de frecuencia/tiempo. Por ejemplo, la frecuencia a la que se asigna cada SRS puede ser contigua a otras frecuencias asignadas a otro SRS o puede alternarse entre tonos.

[0057] Con el SRS de cada antena para un MIMO UE 102 (o cada antena para cada UE 102, dependiendo del modo de realización) asignado un recurso físico de frecuencia/tiempo diferente, en el bloque 1108 el UE 102 (cada SRS para cada antena o cada UE 102) transmite el SRS a la estación base 104 a través del canal de enlace ascendente usando los recursos físicos únicos de frecuencia/tiempo.

[0058] Después de que la estación base 104 recibe el SRS en la porción de enlace ascendente de la subtrama desde las múltiples antenas del UE 102 (o cada antena de cada UE 102, dependiendo del modo de realización), la estación base 104 deriva la información del estado del canal del SRS para el canal de enlace ascendente y, en función de la reciprocidad, aplica la información de estado del canal derivado al canal de enlace descendente. Esto incluye entrenar la forma de haz para las antenas de la estación base 104 hacia el UE 102.

[0059] Como resultado, en el bloque 1110, el UE 102 recibe una ráfaga de enlace descendente conformada por haz desde la estación base 104 (en las múltiples antenas de un único UE 102 o en cada antena de cada UE 102 de muchos) como parte de la porción de enlace descendente del mismo bastidor auxiliar.

[0060] Se entiende que el procedimiento 1100 puede implementarse en código de programa almacenado en un medio legible por ordenador. El código del programa puede, por ejemplo, hacer que un procesador implemente los bloques 1102-1110 al leer el código del medio legible por ordenador. En algunos modos de realización, el UE 102 y la estación base 104 de la presente divulgación pueden incluir dicho procesador y dicho medio legible por ordenador con código de programa almacenado en él.

[0061] Pasando ahora a la figura 12, se ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo 1200 para usar una señal de referencia de sondeo de enlace ascendente para la estimación de canal de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El procedimiento 1200 puede implementarse en un UE 102 que tiene un amplificador de potencia de banda estrecha. Se entiende que se pueden proporcionar bloques del procedimiento adicionales antes, durante y después de los bloques del procedimiento 1200, y que algunos de los bloques descritos se pueden reemplazar o eliminar para otros modos de realización del procedimiento 1200.

[0062] En el bloque 1202, el UE 102 determina si el amplificador de potencia es de banda estrecha. Como se describió anteriormente, un amplificador de potencia de banda estrecha solo puede cubrir una subbanda del ancho de banda del sistema con cualquier transmisión dada.

[0063] En el bloque 1204, en respuesta a la determinación de que el amplificador de potencia del UE 102 es de banda estrecha, el UE 102 genera y transmite una serie de SRS consecutivos que se escalonan a través de las frecuencias en una gran parte o en todo el ancho de banda del sistema, por ejemplo, como se ilustra en la figura 7, como parte de la porción de enlace ascendente de una subtrama de acuerdo con los modos de realización discutidas anteriormente.

[0064] En respuesta, la estación base 104 recibe el SRS consecutivo (en el tiempo, escalonado a través de las frecuencias) y se combina para obtener una vista sustancialmente completa de la información del canal de enlace ascendente. La estación base 104, usando la reciprocidad, aplica a su vez la información del canal al canal de enlace descendente y conforma los haces de las antenas en consecuencia.

[0065] En el bloque 1206, el UE 102 recibe la ráfaga de enlace descendente conformada por haz como parte de la misma subtrama desde la estación base 104.

[0066] Se entiende que el procedimiento 1200 puede implementarse en código de programa almacenado en un medio legible por ordenador. El código del programa puede, por ejemplo, hacer que un procesador implemente los bloques 1202-1206 al leer el código del medio legible por ordenador. En algunos modos de realización, el UE 102 y la estación base 104 de la presente divulgación pueden incluir dicho procesador y dicho medio legible por ordenador con código de programa almacenado en él.

[0067] La figura 13 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrico 1300 de ejemplo de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación. El dispositivo de comunicación inalámbrico 1300 puede ser un UE 102 como se analizó anteriormente. Como se muestra, el UE 102 puede incluir un procesador 1302, una memoria 1304, un módulo de configuración SRS 1308, un transceptor 1310 (que incluye un módem 1312 y una unidad de RF 1314) y una antena 1316. Estos elementos pueden estar en comunicación directa o indirecta entre sí, por ejemplo, por medio de uno o más buses.

[0068] El procesador 1302 puede incluir una unidad central de procesamiento (CPU), un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un controlador, un dispositivo de matriz de puertas programables en campo (FPGA), otro dispositivo de hardware, un dispositivo de firmware, o cualquier combinación de los mismos configurada para realizar las operaciones descritas en el presente documento con referencia a los UE 102 introducidos anteriormente con respecto a la figura 1 y analizados en más detalle anteriormente. En particular, el procesador 1302 puede utilizarse en combinación con los otros componentes del UE 102, incluyendo el módulo de información de correlación 1308, para realizar las diversas funciones asociadas con el SRS ortogonal o aleatorizado como se describe en mayor detalle anteriormente. El procesador 1302 también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

[0069] La memoria 1304 puede incluir una memoria caché (por ejemplo, una memoria caché del procesador 1302), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una RAM magnetoresistiva (MRAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), una memoria flash, un dispositivo de memoria de estado sólido, unidades de disco duro, otras formas de memoria volátil y no volátil, o una combinación de diferentes tipos de memoria. En un modo de realización, la memoria 1304 incluye un medio legible por ordenador no transitorio. La memoria 1304 puede almacenar las instrucciones 1306. Las instrucciones 1306 pueden incluir instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador 1302, causan que el procesador 1302 realice las operaciones descritas en el presente documento con referencia al UE 102 en relación con los modos de realización de la presente divulgación. Las instrucciones 1306 también se pueden denominar código. Los términos "instrucciones" y "código" deberían interpretarse en un sentido amplio para incluir cualquier tipo de sentencia(s) legible(s) por ordenador. Por ejemplo, los términos "instrucciones" y "código" pueden referirse a uno o más programas, rutinas, subrutinas, funciones, procedimientos, etc. "Instrucciones" y "código" pueden incluir una única secuencia legible por ordenador o muchas secuencias legibles por ordenador.

[0070] El módulo de configuración SRS 1308 puede ser utilizado para diversos aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, el módulo de configuración SRS 1308 puede usarse para medir la interferencia en la antena o antenas del UE 102. En un modo de realización, el módulo de configuración SRS 1308 puede entonces determinar si la permutación o la aleatorización superarán la interferencia medida, y configurar un SRS para cada antena con permutación o aleatorización únicas. En otro modo de realización, el módulo de configuración SRS 1308 puede determinar si es necesario el uso de recursos de tiempo y frecuencia ortogonales (es decir, recursos de canal físico) para la transmisión de SRS, y puede configurar cada antena del UE 102 para usar recursos de tiempo y frecuencia ortogonales para la transmisión de SRS.

[0071] Como se muestra, el transceptor 1310 puede incluir un subsistema de módem 1312 y una unidad de frecuencia de radio (RF) 1314. El transceptor 1310 puede estar configurado para comunicarse bidireccionalmente con otros dispositivos, como las estaciones base 104. El subsistema de módem 1312 puede configurarse para modular y/o codificar los datos de la información de correlación 1308 y otros aspectos del UE 102, como el procesador 1302 y/o la memoria 1304 de acuerdo con un esquema de modulación y codificación (MCS), por ejemplo, un esquema de codificación de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC), un esquema de codificación turbo, un esquema de codificación convolucional, etc. La unidad RF 1314 puede configurarse para procesar (por ejemplo, realizar una conversión analógica a digital o conversión digital a analógica, etc.) datos modulados/codificados del subsistema de módem 1312 (en las transmisiones de salida) o de transmisiones que se originan de otra fuente, como un UE 102 o una estación base 104. Aunque se muestran como integrados juntos en el transceptor 1310, el subsistema de módem 1312 y la unidad de RF 1314 pueden ser dispositivos separados que se acoplan entre sí en el UE 102 para permitir que el UE 102 se comunique con otros dispositivos.

[0072] La unidad de RF 1314 puede proporcionar los datos modulados y/o procesados, por ejemplo los paquetes de datos (o, más en general, mensajes de datos que pueden contener uno o más paquetes de datos y otra información, incluyendo los valores PMSI), a la antena 1316 para su transmisión a uno o más dispositivos. Esto

puede incluir, por ejemplo, la transmisión de ... de acuerdo con modos de realización de la presente divulgación. La antena 1316 puede recibir además mensajes de datos transmitidos desde otros dispositivos y proporcionar los mensajes de datos recibidos para su procesamiento y/o demodulación en el transceptor 1310. Aunque la figura 13 ilustra la antena 1316 como una única antena, la antena 1316 puede incluir múltiples antenas de diseños similares o diferentes para mantener múltiples enlaces de transmisión.

[0073] La figura 14 es un diagrama de bloques de una estación base 104 de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación. La estación base 104 puede incluir un procesador 1402, una memoria 1404, un módulo de conformación de haz 1408, un transceptor 1410 (que incluye un módem 1412 y una unidad de RF 1414) y una antena 1416. Estos elementos pueden estar en comunicación directa o indirecta entre sí, por ejemplo, por medio de uno o más buses.

[0074] El procesador 1402 puede tener diversas características como un procesador de un tipo específico. Por ejemplo, estos pueden incluir una CPU, un DSP, un ASIC, un controlador, un dispositivo FPGA, otro dispositivo de hardware, un dispositivo de firmware o cualquier combinación de los mismos configurados para realizar las operaciones descritas en el presente documento con referencia a las estaciones base 104 introducidas en la figura 1 anterior. El procesador 1402 también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

[0075] La memoria 1404 puede incluir una memoria caché (por ejemplo, una memoria caché del procesador 1402), RAM, MRAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, memoria flash, un dispositivo de memoria de estado sólido, una o más unidades de disco duro, matrices basadas en memristores, otras formas de memoria volátil y no volátil, o una combinación de diferentes tipos de memoria. En algunos modos de realización, la memoria 1404 puede incluir un medio no transitorio legible por ordenador. La memoria 1404 puede almacenar las instrucciones 1406. Las instrucciones 1406 pueden incluir instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador 1402, causan que el procesador 1402 realice operaciones descritas en el presente documento con referencia a una estación 104 en relación con los modos de realización de la presente divulgación. Las instrucciones 1406 también se pueden denominar código, que se pueden interpretar de manera amplia para incluir cualquier tipo de sentencia(s) legible(s) por ordenador.

[0076] El módulo de conformación de haz 1408 puede ser utilizado para diversos aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, el módulo de conformación de haz 1408 puede participar en la extracción de información de un SRS recibido de un UE 102 y usar la información extraída para entrenar la conformación de haz para la una o más antenas 1416 para un enlace descendente con el UE 102.

[0077] Como se muestra, el transceptor 1410 puede incluir un subsistema de módem 1412 y una unidad de frecuencia de radio (RF) 1414. El transceptor 1410 puede configurarse para comunicarse bidireccionalmente con otros dispositivos, como UE 102 y/u otro elemento de red central. El subsistema de módem 1412 puede configurarse para modular y/o codificar los datos de acuerdo con un MCS, por ejemplo, un LDPC, un esquema de codificación turbo, un esquema de codificación convolucional, etc. La unidad RF 1414 puede configurarse para procesar (por ejemplo, realizar una conversión analógica a digital o conversión digital a analógica, etc.) datos modulados/codificados del subsistema de módem 1412 (en las transmisiones de salida) o de transmisiones que se originan de otra fuente, como un UE 102. Aunque se muestran integrados en el transceptor 1410, el subsistema de módem 1412 y la unidad de RF 1414 pueden ser dispositivos separados que se acoplan entre sí en el UE 104 para permitir que el UE 104 se comunique con otros dispositivos.

[0078] La unidad de RF 1414 puede proporcionar los datos modulados y/o procesados, por ejemplo los paquetes de datos (o, más en general, mensajes de datos que pueden contener uno o más paquetes de datos y otra información, incluyendo los valores PMSI), a la antena 1416 para su transmisión a uno o más dispositivos. Esto puede incluir, por ejemplo, usar la formación de haz para la transmisión de información al UE 102 de acuerdo con modos de realización de la presente divulgación. La antena 1416 puede recibir además mensajes de datos transmitidos desde otros dispositivos y proporcionar los mensajes de datos recibidos para su procesamiento y/o demodulación en el transceptor 1410. Aunque la figura 14 ilustra la antena 1416 como una única antena, la antena 1416 puede incluir múltiples antenas de diseños similares o diferentes para mantener múltiples enlaces de transmisión.

[0079] La información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y segmentos a los que se puede haber hecho referencia a lo largo de la descripción anterior se pueden representar mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0080] Los diversos bloques y módulos ilustrativos descritos en relación con la divulgación del presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de propósito general, un DSP, un ASIC, una FPGA u otro dispositivo de lógica programable, lógica de puertas o transistores discretos, componentes de

hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. 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 convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos (por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, múltiples microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra de configuración de este tipo).

[0081] Las funciones descritas en el presente documento se pueden implementar en hardware, software ejecutado por un procesador, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software ejecutado por un procesador, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir a través de, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Otros ejemplos e implementaciones están dentro del alcance de la divulgación y de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones descritas anteriormente se pueden implementar usando software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, cableado o combinaciones de cualquiera de estos. Las características que implementan funciones también pueden estar físicamente ubicadas en diversas posiciones, lo que incluye estar distribuidas de modo que partes de las funciones se implementan en diferentes ubicaciones físicas. También, como se usa en el presente documento, incluyendo en las reivindicaciones, "o" como se usa en una lista de puntos (por ejemplo, una lista de puntos anticipados por una frase como "al menos uno de" o "uno o más de") indica una lista inclusiva de modo que, por ejemplo, una lista de [al menos uno de A, B o C] se refiere a A o B o C o AB o AC o BC o ABC (es decir, A y B y C).

[0082] Como los expertos en esta técnica ahora apreciarán y dependiendo de la aplicación particular en cuestión, se pueden hacer muchas modificaciones, sustituciones y variaciones en y a los materiales, aparatos, configuraciones y procedimientos de uso de los dispositivos de la presente divulgación sin apartarse del ámbito de la misma. A la luz de esto, el alcance de la presente divulgación no debe limitarse al de los modos de realización particulares ilustrados y descritos en el presente documento, ya que son simplemente a modo de ejemplo, sino que, más bien, debe ser totalmente proporcional al de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicarse con una estación base (104), que comprende:

5 transmitir (1108), por un equipo de usuario, UE (102) de una pluralidad de UE, una señal de referencia de sondeo, SRS, durante una subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800) que incluye una porción de enlace ascendente (302, 502) y una porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602), donde el SRS se configura usando permutación o aleatorización para evitar colisiones, donde el SRS se transmite usando recursos físicos no ortogonales a través de un canal de enlace ascendente correspondiente, y
 10 en donde el SRS se alarga con el tiempo para exceder la porción de enlace ascendente de la subtrama y se transmite durante al menos una porción de la porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800), donde el UE (102) transmite el SRS alargado con una baja potencia en relación con un resto de la pluralidad de UE; y

15 recibir (1110), por el UE (102) desde la estación base (104), comunicaciones de enlace descendente conformadas por haz basadas en información obtenida al menos del SRS sobre el canal de enlace ascendente y aplicada a un canal de enlace descendente.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:

20 transmitir, por el UE (102) a la estación base (104) en la porción de enlace ascendente (302, 502) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800), una indicación que indica la necesidad de transmisión de SRS alargado durante al menos una porción de la porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800).

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:

recibir, por el UE (102) desde la estación base (104), una señal de enlace descendente que incluye una señal SYNC;

30 determinar, por el UE (102), transmitir el SRS durante la al menos una porción de la porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800) basado en la señal de enlace descendente.

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:

35 recibir, por el UE (102) de la estación base (104), una solicitud para transmitir el SRS durante la al menos una porción de la porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800).

5. Un equipo de usuario, UE, (102) de una pluralidad de UE para la comunicación con una estación base (104), que comprende:

45 medios para transmitir una señal de referencia de sondeo, SRS, durante una subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800) que incluye una porción de enlace ascendente (302, 502) y una porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602), en donde el SRS se configura usando permutación o aleatorización para evitar colisiones, donde el SRS se transmite usando recursos físicos no ortogonales a través de un canal de enlace ascendente correspondiente, y donde el SRS se alarga con el tiempo para exceder la porción de enlace ascendente de la subtrama y se transmite durante al menos una porción de la porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800), en donde el UE (102) transmite el SRS alargado con una baja potencia en relación con un resto de la pluralidad de UE; y

50 medios para recibir comunicaciones de enlace descendente conformadas por haz desde una estación base (104) en base a información obtenida de al menos el SRS sobre el canal de enlace ascendente y aplicada a un canal de enlace descendente.

6. Un procedimiento para comunicarse con un equipo de usuario, UE, (102) de una pluralidad de UE, que comprende:

60 recibir, en una estación base (104), una señal de referencia de sondeo, SRS, del UE (102) de la pluralidad de UE (102), en donde el SRS se transmite durante una subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800) que incluye una porción de enlace ascendente (302, 502) y una porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602), donde el SRS se configura mediante permutación o aleatorización para evitar colisiones, donde el SRS se transmite usando recursos físicos no ortogonales a través de un canal de enlace ascendente correspondiente, y donde el SRS se alarga con el tiempo para exceder la porción de

enlace ascendente de la subtrama y se transmite durante al menos una porción de la porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800), en donde el UE (102) transmite el SRS alargado con una baja potencia en relación con un resto de la pluralidad de UE;

5 obtener, por la estación base (104), información del SRS sobre el canal de enlace ascendente y aplicar la información a un canal de enlace descendente; y

10 transmitir, desde la estación base (104), una comunicación de enlace descendente conformada por haz al UE (102) a través del canal de enlace descendente basado en la información obtenida del SRS.

7. El procedimiento de la reivindicación 6, donde a cada UE (102) de la pluralidad de UE (102) se le asigna uno o más bloques de espectro de frecuencia durante uno o más períodos de tiempo durante una subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800).

15 8. Una estación base (104) para comunicarse con un equipo de usuario, UE, (102) de una pluralidad de UE, que comprende:

20 medios para recibir una señal de referencia de sondeo, SRS, desde el UE (102) de la pluralidad de UE (102), en donde el SRS se transmite durante una subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800) que incluye una porción de enlace ascendente (302, 502) y una porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602), donde el SRS se configura usando permutación o aleatorización para evitar colisiones, donde el SRS se transmite usando recursos físicos no ortogonales a través de un canal de enlace ascendente correspondiente, y en donde el SRS se alarga con el tiempo para exceder la porción de enlace ascendente de la subtrama y se transmite durante al menos una porción de la porción de enlace descendente (304, 402, 504, 602) de la subtrama (300, 400, 500, 600, 700, 800), donde el UE (102) transmite el SRS alargado con una baja potencia en relación con un resto de la pluralidad de UE;

25 medios para obtener información del SRS sobre el canal de enlace ascendente y aplicar la información a un canal de enlace descendente; y

30 medios para transmitir una comunicación de enlace descendente conformada por haz al UE (102) a través del canal de enlace descendente en base a la información obtenida del SRS.

35 9. Un medio legible por ordenador, que comprende código para hacer que al menos un ordenador implemente un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o 6 y 7.

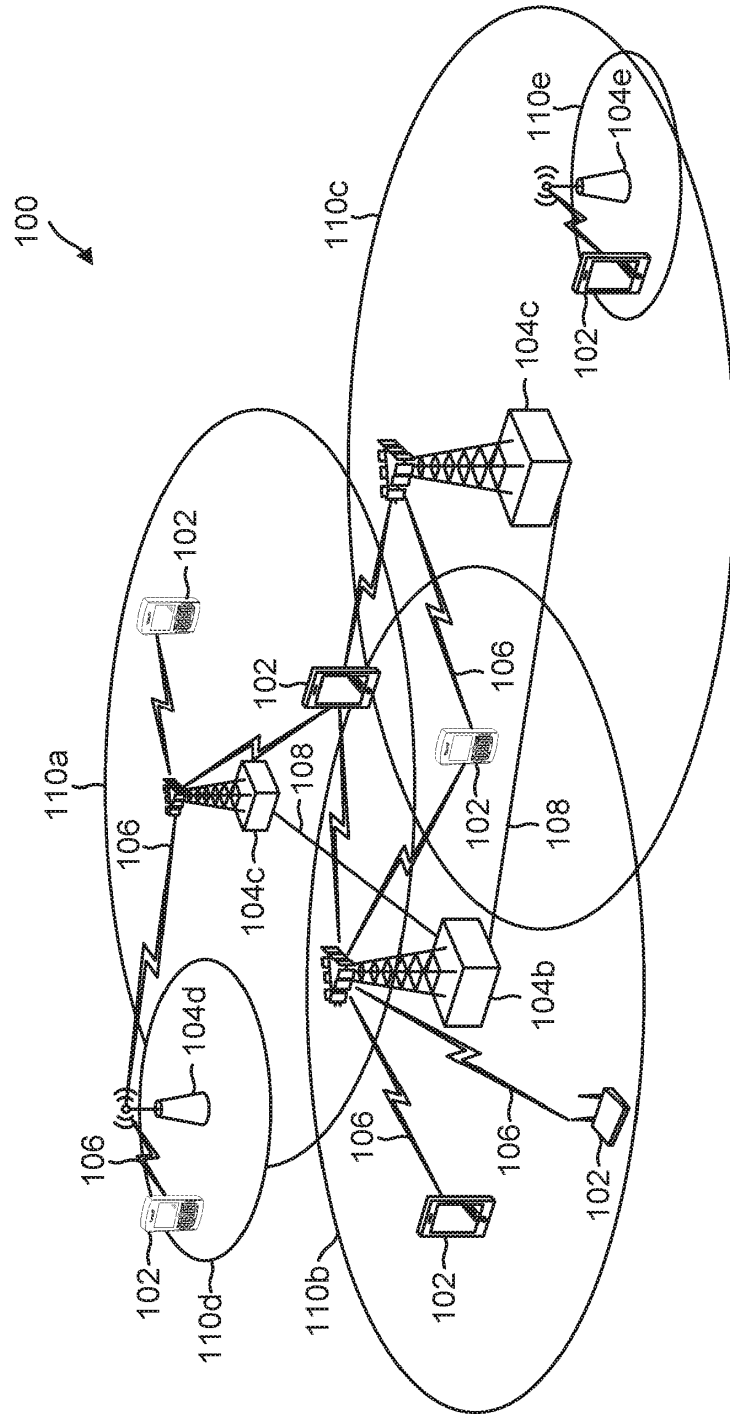
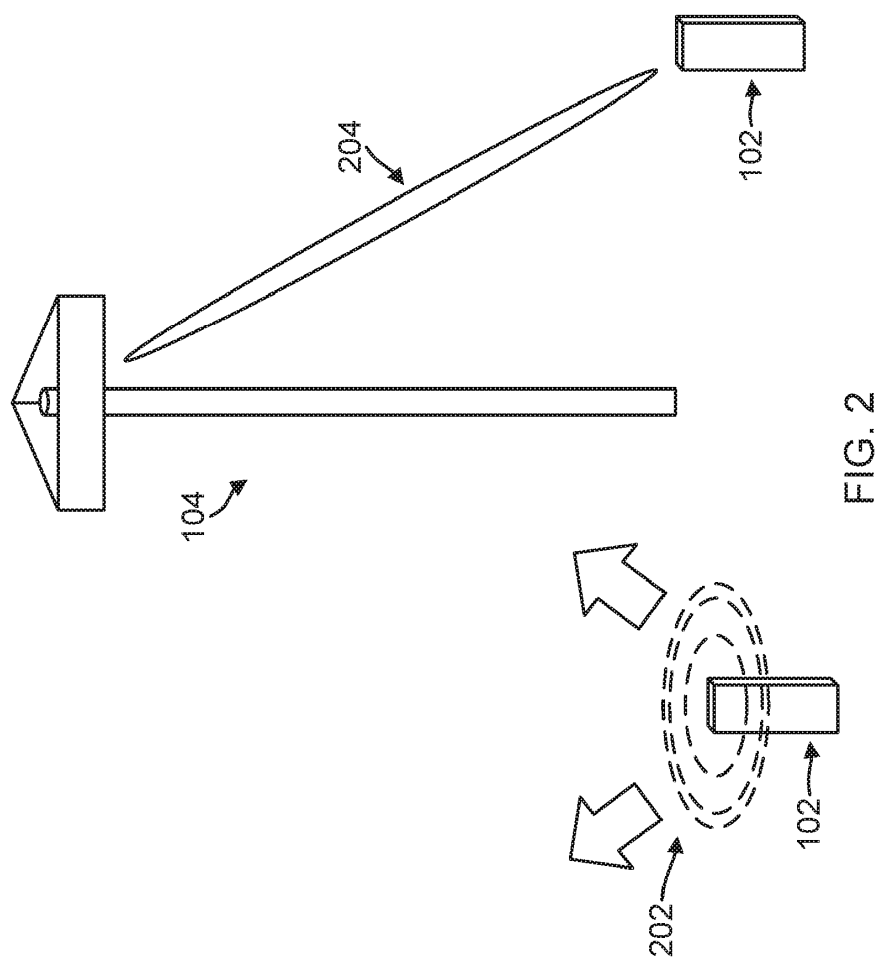


FIG. 1



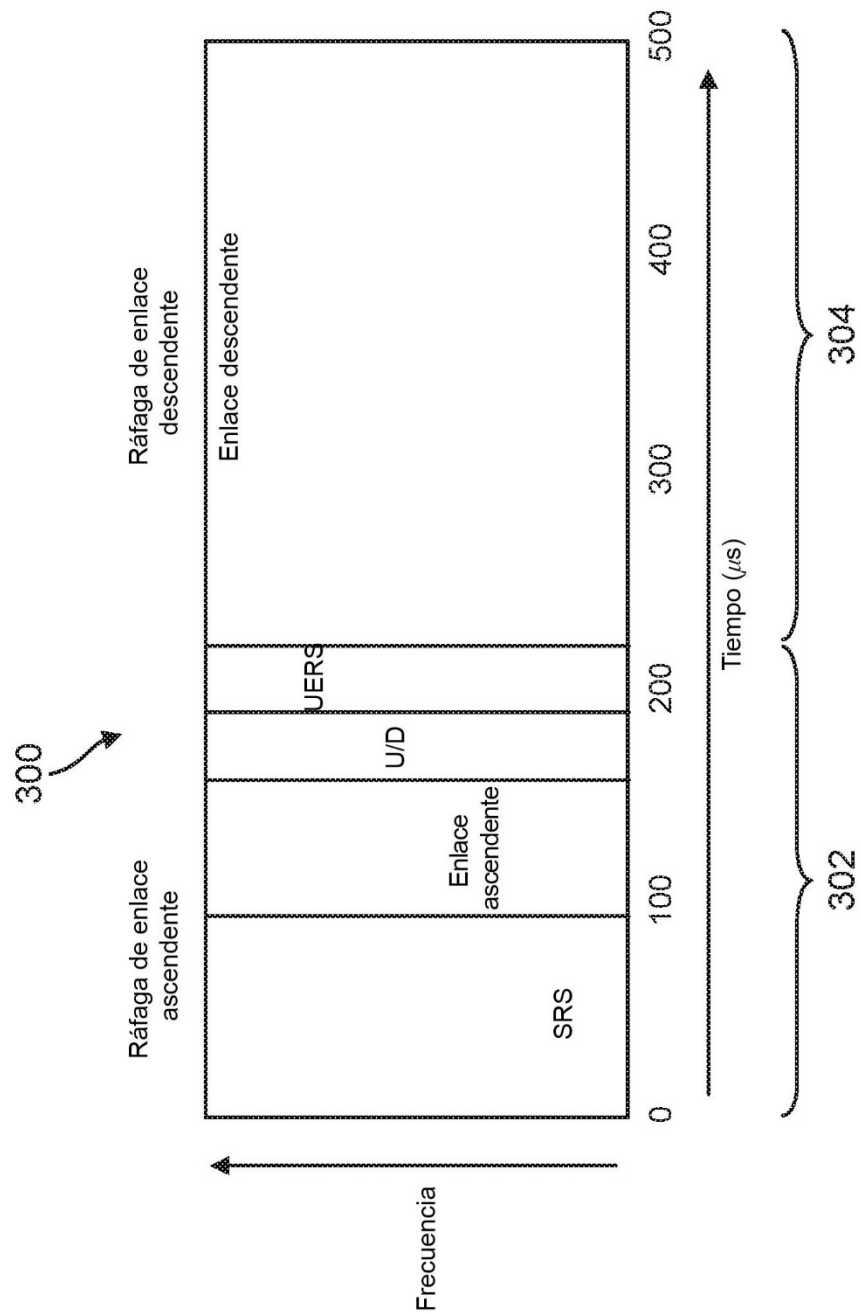


FIG. 3

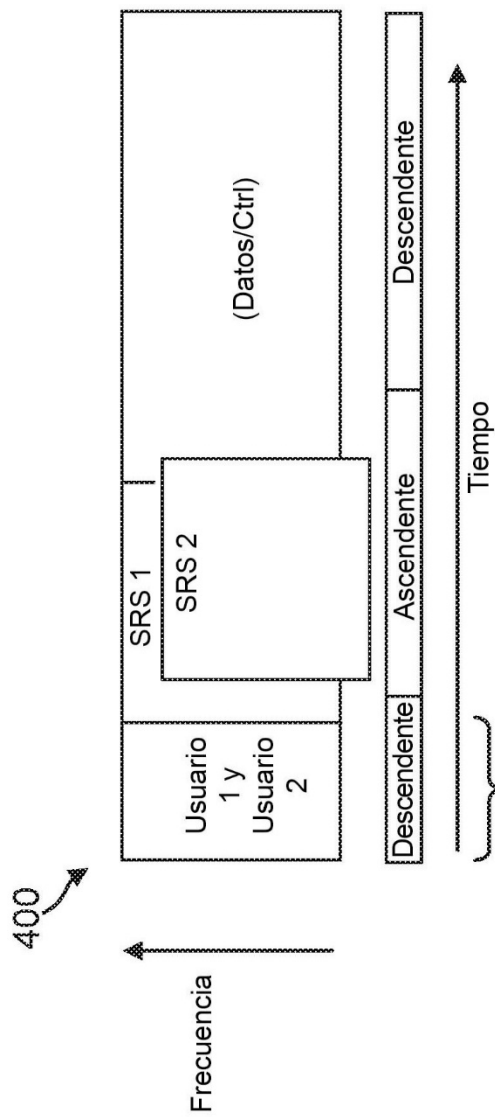


FIG. 4

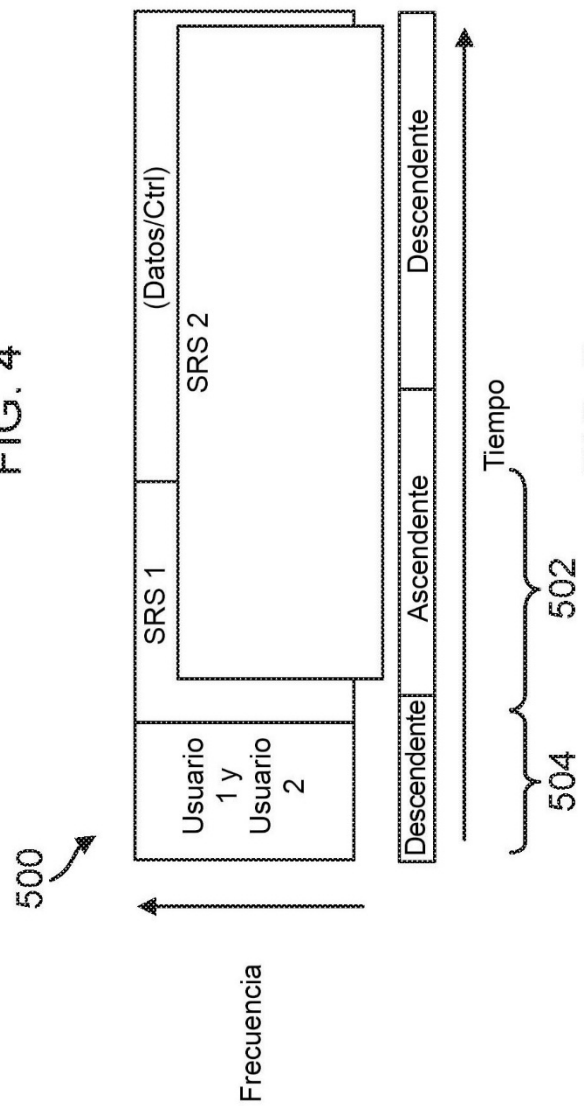


FIG. 5

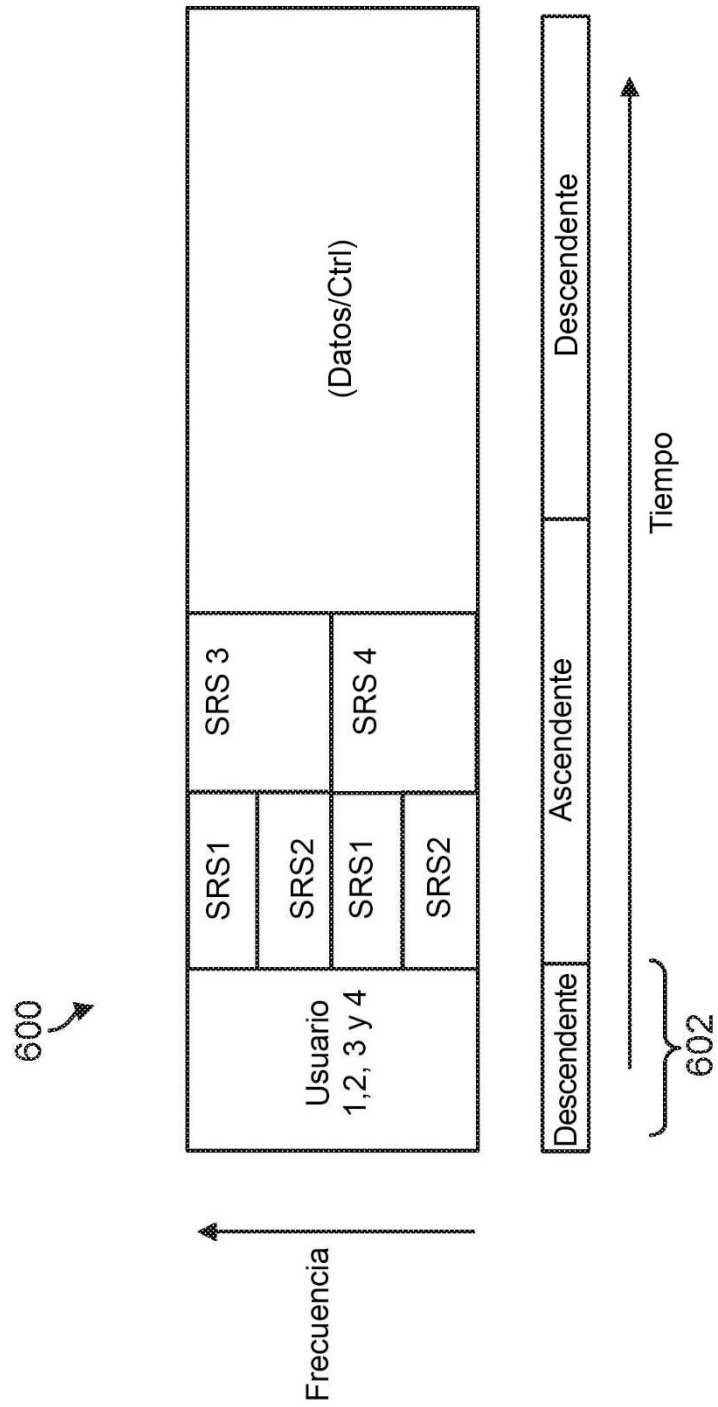


FIG. 6

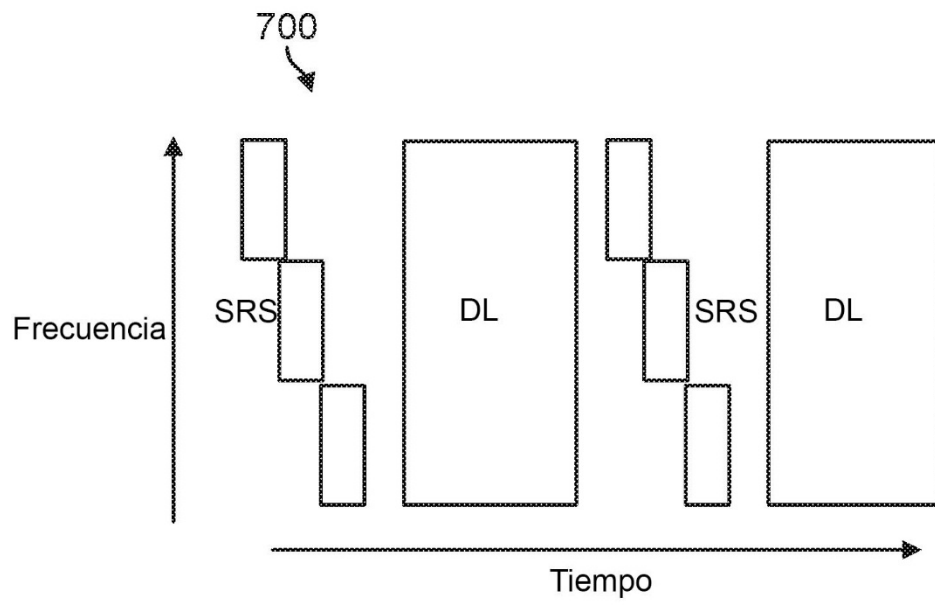


FIG. 7

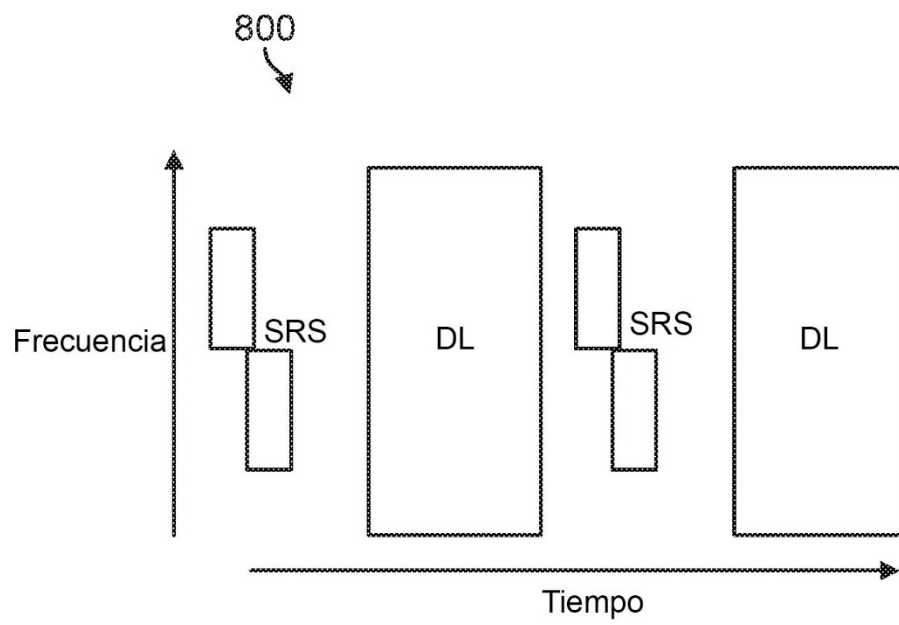


FIG. 8

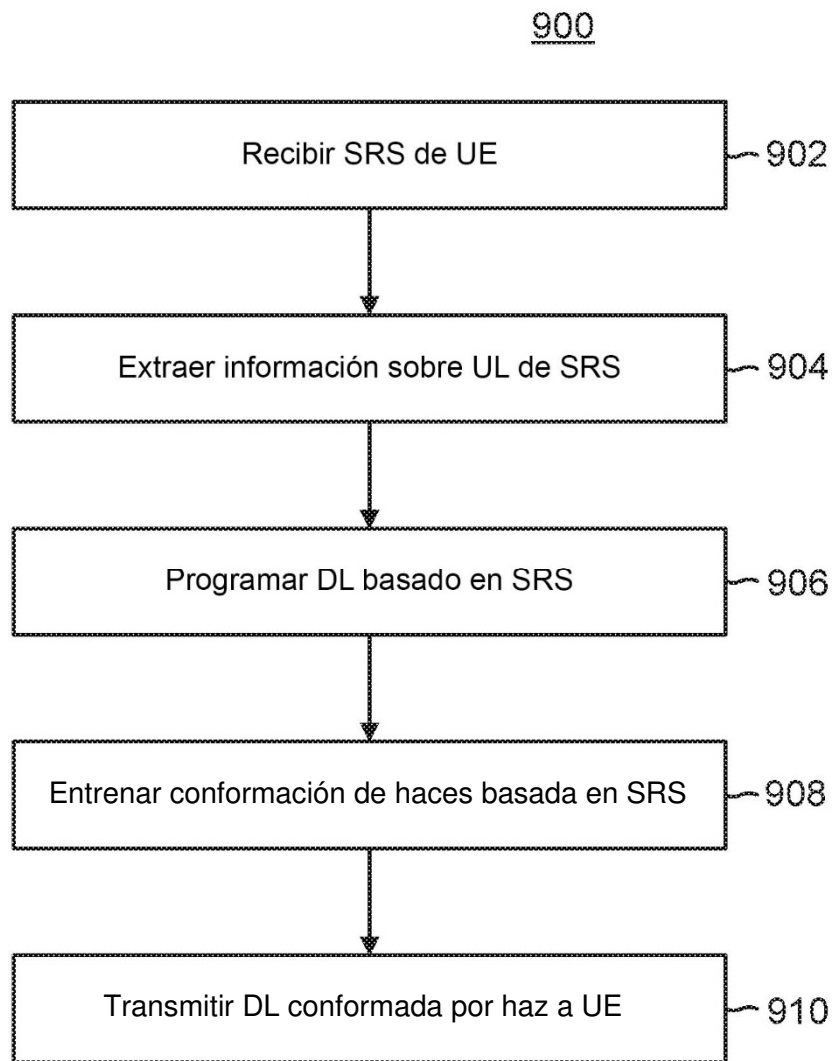


FIG. 9

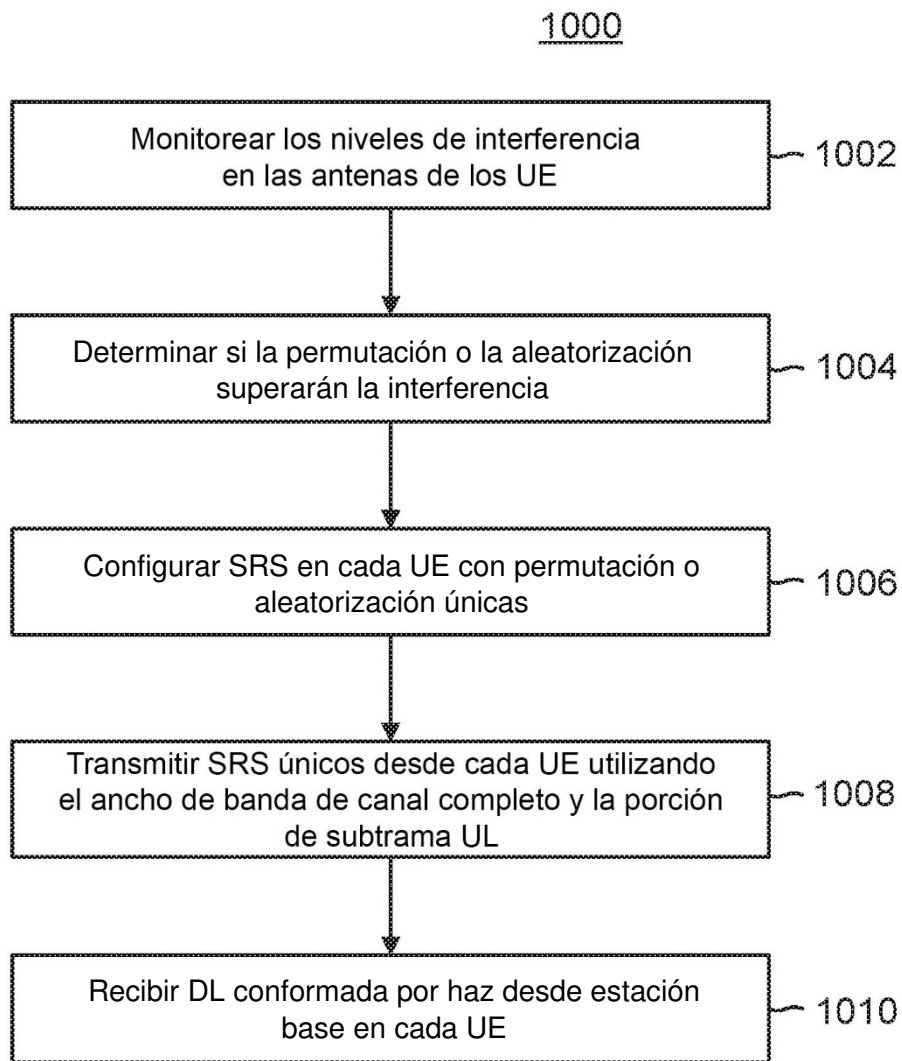


FIG. 10

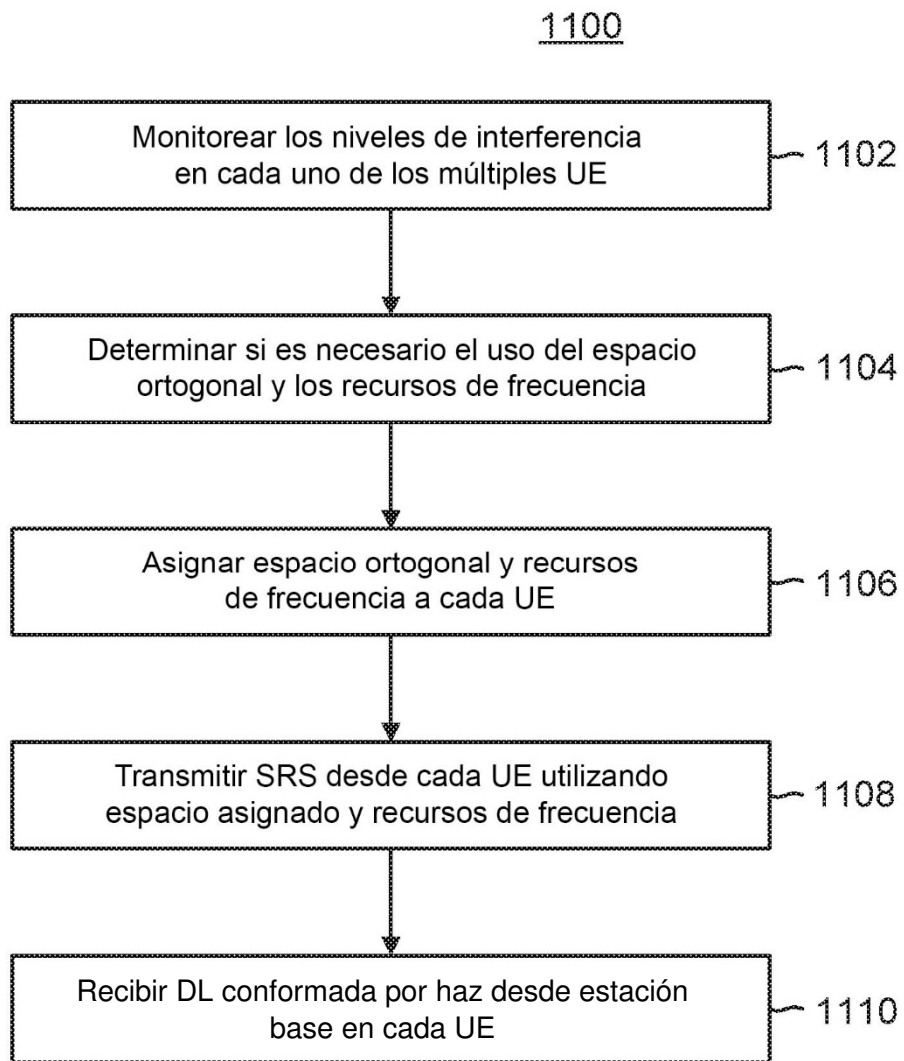


FIG. 11

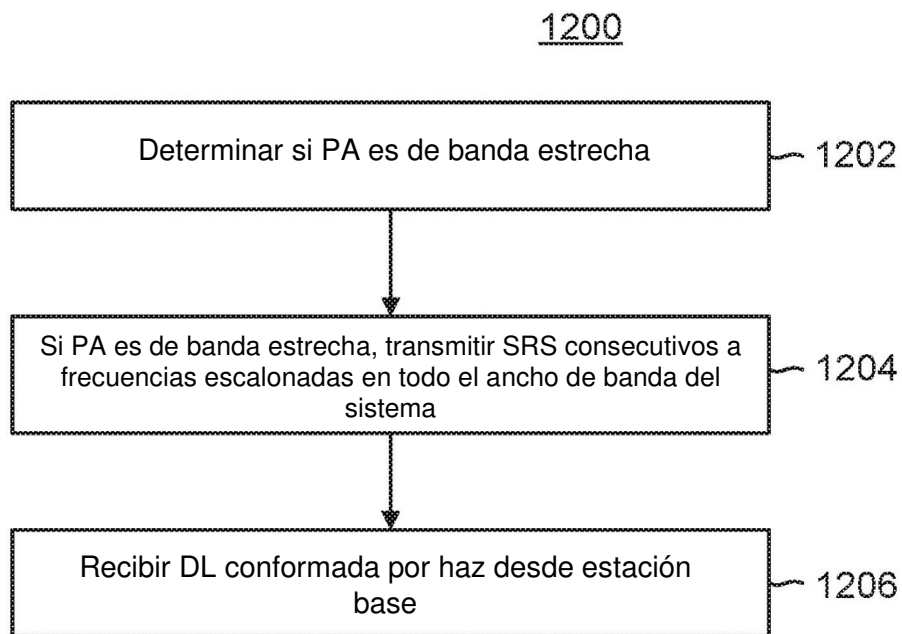


FIG. 12

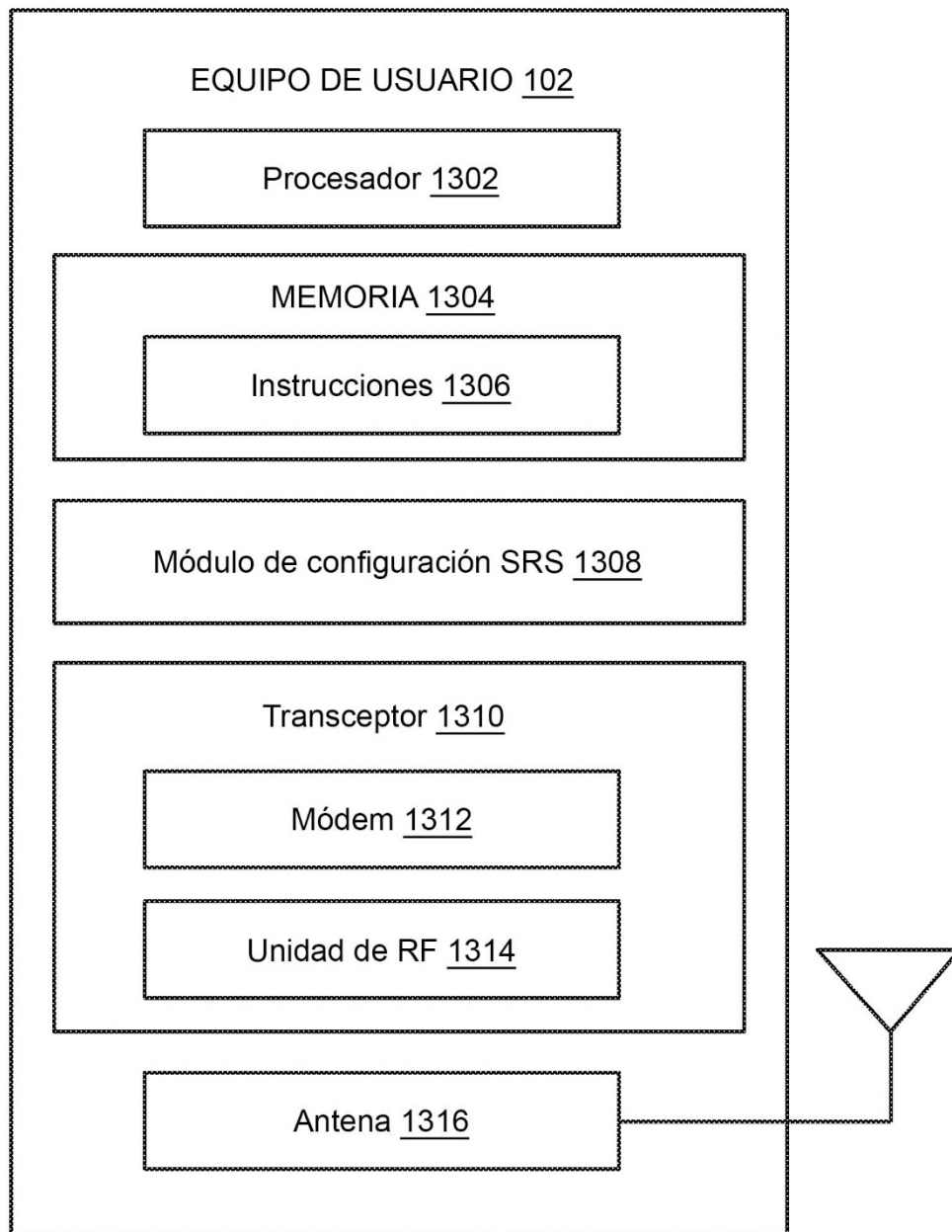


FIG. 13

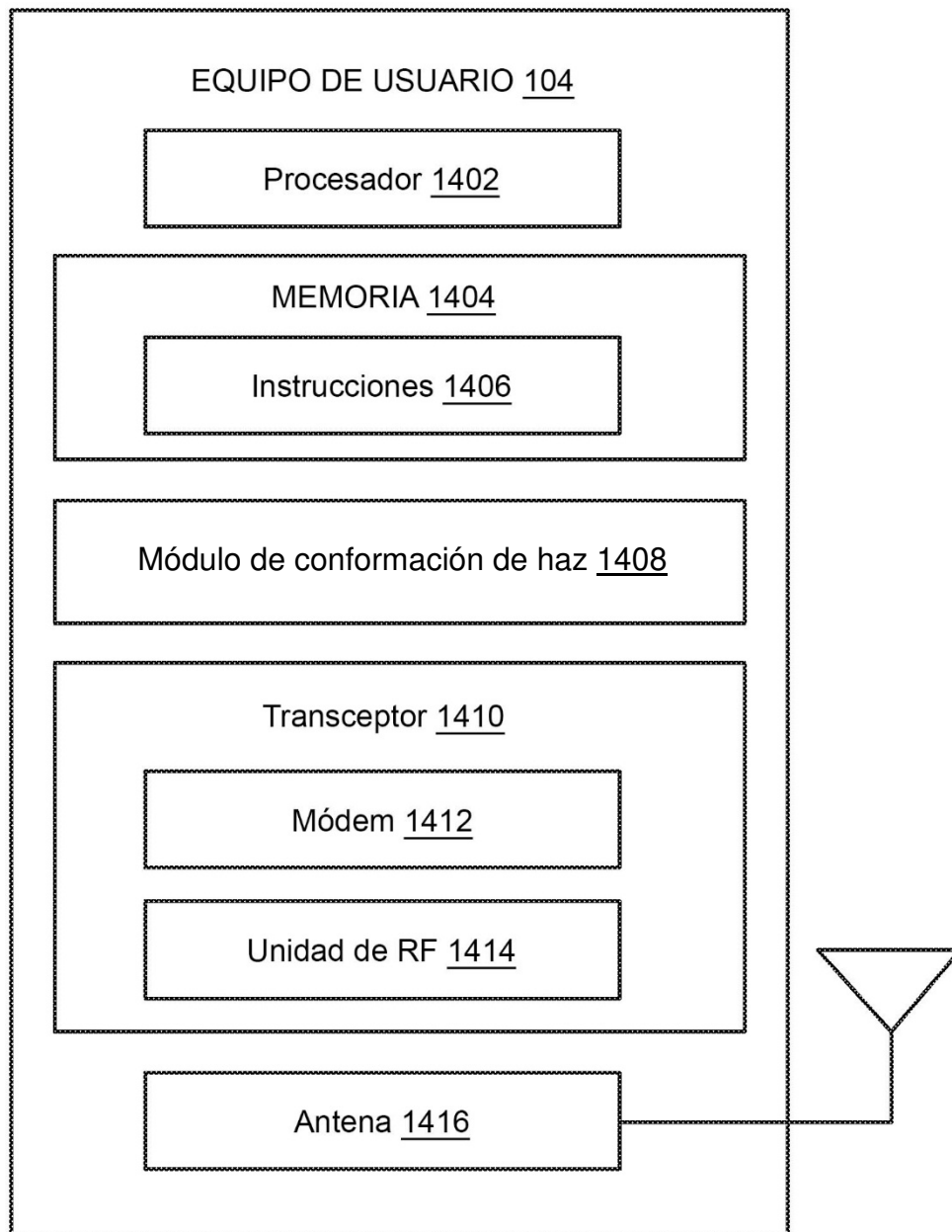


FIG. 14