

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 034**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2010 PCT/US2010/052962**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2011 WO11047351**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2010 E 10770685 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 2489147**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la asignación de recursos de señal de referencia**

30 Prioridad:

15.10.2009 US 251939 P
13.10.2010 US 903659

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CHEN, WANSHI;
GAAL, PETER;
MONTOJO, JUAN y
LUO, TAO

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 772 034 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

Procedimiento y aparato para la asignación de recursos de señal de referencia

5 ANTECEDENTES

I. Campo técnico

10 [0001] La siguiente descripción se refiere, en general, a las comunicaciones inalámbricas y, más en particular, a elementos de recursos de correlación para la transmisión de una señal de referencia a través de un canal.

II. Antecedentes pertinentes

15 [0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tales como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden prestar soporte a una comunicación con múltiples usuarios mediante la compartición de los recursos disponibles del sistema (por ejemplo, ancho de banda y potencia de transmisión). Ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

20 [0003] En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede dar soporte simultáneamente a la comunicación para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base por medio de transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base. Este enlace de comunicación puede establecerse por medio de un sistema de única entrada y única salida, un sistema de múltiples entradas y única salida o un sistema de múltiple entrada y múltiple salida (MIMO).

25 [0004] Un sistema MIMO emplea múltiples (N_T) antenas transmisoras y múltiples (N_R) antenas receptoras para la transmisión de datos. Un canal MIMO formado por las N_T antenas transmisoras y las N_R antenas receptoras puede descomponerse en N_S canales independientes, que también se denominan canales espaciales, donde $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$. Cada uno de los N_S canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema MIMO puede proporcionar un rendimiento mejorado (por ejemplo, un mayor caudal de tráfico y/o una mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas transmisoras y receptoras.

30 [0005] Los sistemas inalámbricos usan a menudo señales de referencia en la dirección de enlace ascendente (UL) o de enlace descendente (DL) para la caracterización de canal y la mejora del rendimiento. En los sistemas inalámbricos convencionales, tal como la versión 8 de la especificación de la Evolución a Largo Plazo (LTE) (Rel-8), determinados algoritmos se definen para seleccionar ubicaciones de tiempo/frecuencia usadas para transmisiones de señales de referencia en dirección UL o DL. Sin embargo, estos algoritmos convencionales están limitados a una transmisión de capa única de determinadas señales de referencia, tal como la señal de referencia de equipo de usuario (RS-UE). Con la introducción de sistemas inalámbricos multiusuario de múltiple entrada y múltiple salida (MU-MIMO), tal como la versión 9 de LTE (Rel-9), existe la necesidad de ampliar el marco de las señales de referencia para admitir el mayor número de antenas y conformación de haz en múltiples capas de transmisión.

35 [0006] El documento WO 2009/120791 A2 proporciona un esquema de codificación para señales de referencia de enlace descendente de comunicación inalámbrica. A modo de ejemplo, una señal de referencia dedicada se correlaciona con recursos de un canal inalámbrico en función de un identificador (ID) de una célula en la que se transmite la señal de referencia. La función puede ser similar a las funciones de correlación empleadas para señales de referencia comunes, o puede ser distinta de dichas funciones. Como un ejemplo de esto último, una función de correlación de señal de referencia dedicada se puede desplazar en tiempo o frecuencia con respecto a la función de correlación de señal de referencia común. Al emplear una función de correlación basada en el ID de célula, el ruido causado por la transmisión concurrente de señales de referencia se puede mitigar de una manera fácilmente determinada por los terminales en una red inalámbrica.

40 [0007] El documento técnico 3GPP TSG-RAN WG1 #58bis, R1-094212, "UE-RS Patterns for ranks 5 to 8 of LTE-A", Miyazaki, Japón, 12-16 de octubre de 2009, considera el diseño de RS-UE más allá de las transmisiones de rango cuatro. Se consideran varios patrones de RS-UE con estructura CDM/FDM híbrida. El documento presenta resultados de simulación que muestran que habilitar el UE con la estimación de canal conjunta a través de varios bloques de recursos contiguos puede proporcionar ganancias significativas, especialmente para transmisiones de mayor rango.

SUMARIO

[0008] La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Los modos de realización que no se hallan completamente dentro del alcance de las reivindicaciones se deben interpretar como ejemplos útiles para entender la invención. Los sistemas y procedimientos proporcionados en

5 **[0009]** La invención se define en las reivindicaciones independientes y esta divulgación satisface las necesidades analizadas anteriormente, y otras. Brevemente y en términos generales, los diseños divulgados proporcionan procedimientos y aparatos para correlacionar recursos de transmisión con RS-UE en un sistema MIMO.

10 **[0010]** A continuación, se presenta un sumario simplificado de uno o más modos de realización con el fin de proporcionar un entendimiento básico de dichos modos de realización. Este sumario no es una descripción general exhaustiva de todos los modos de realización contemplados y no está destinado a identificar ni elementos clave o críticos de todos los modos de realización ni a delimitar el alcance de algunos o de todos los modos de realización. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más modos de realización de manera simplificada como preludio a la descripción más detallada que se presenta posteriormente.

15 **[0011]** En un aspecto, se divulga un procedimiento de comunicación inalámbrica implementado en un sistema MIMO de múltiple entrada y múltiple salida. El procedimiento comprende formar uno o más conjuntos de puertos de antena, donde un conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena, y asignar recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la asignación está basada, al menos en parte, en un índice de conjunto de puertos de antena.

20 **[0012]** En otro aspecto, se divulga un aparato de comunicación inalámbrica para uso en un sistema de múltiple entrada y múltiple salida, MIMO. El aparato comprende medios para formar uno o más conjuntos de puertos de antena, donde un conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena, y medios para asignar recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la asignación está basada, al menos en parte, en un índice de conjunto de puertos de antena.

25 **[0013]** En otro aspecto, se divulga un producto de programa informático que comprende un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador incluye instrucciones para hacer que al menos un ordenador forme uno o más conjuntos de puertos de antena, donde un conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena e instrucciones para hacer que el al menos un ordenador asigne recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la asignación está basada, al menos en parte, en un índice de conjunto de puertos de antena.

30 **[0014]** En otro aspecto, se divulga un aparato de comunicación inalámbrica que comprende un procesador. El procesador está configurado para formar uno o más conjuntos de puertos de antena, donde un conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena, y asignar recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la asignación está basada, al menos en parte, en un índice de conjunto de puertos de antena.

35 **[0015]** En otro aspecto, se divulga un procedimiento de comunicación inalámbrica implementado en un sistema MIMO de múltiple entrada y múltiple salida. El procedimiento comprende recibir una asignación de un índice de conjunto de puertos de antena en el que un conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena y recibir la transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la transmisión está basada, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena.

40 **[0016]** En otro aspecto, se divulga un aparato de comunicación inalámbrica para uso en un sistema de múltiple entrada y múltiple salida, MIMO. El aparato comprende medios para recibir una asignación de un índice de conjunto de puertos de antena en el que un conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena y medios para recibir la transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la transmisión está basada, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena.

45 **[0017]** En otro aspecto se divulga un producto de programa informático que comprende un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador incluye instrucciones para hacer que al menos un ordenador reciba una asignación de un índice de conjunto de puertos de antena, donde un conjunto de puertos de antena comprende un grupo lógico de dos o más puertos de antena y recibe la transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario, UE- RS, donde la transmisión está basada, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena.

50 **[0018]** En otro aspecto, se divulga un aparato de comunicación inalámbrica. El aparato de comunicación comprende un procesador configurado para recibir una asignación de un índice de conjunto de puertos de antena, donde un conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena; y recibir la transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la transmisión está basada, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena.

65

[0019] Para conseguir los objetivos anteriores y otros relacionados, uno o más aspectos comprenden las características descritas más adelante en mayor detalle y expuestas en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinados aspectos ilustrativos y solo indican algunas de las diversas maneras en que se pueden emplear los principios de los aspectos. Otras ventajas y características novedosas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se considera junto con los dibujos, y los aspectos divulgados pretenden incluir la totalidad de dichos aspectos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0020] Las características, la naturaleza y las ventajas de la presente divulgación resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se tome junto con los dibujos, en los que caracteres de referencia similares identifican de manera correspondiente partes similares en todos ellos, y en los que:

La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un aparato transceptor de comunicación inalámbrica.

La FIG. 3 ilustra una representación esquemática de un formato de transmisión.

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de asignación de recursos de transmisión para una señal de referencia común.

La FIG. 5 ilustra otro ejemplo de asignación de recursos de transmisión para una señal de referencia común.

La FIG. 6 ilustra un ejemplo de correlación de recursos de RS-UE.

La FIG. 7 ilustra una representación esquemática de los recursos asignados al canal físico de control compartido de enlace descendente.

La FIG. 8 ilustra un ejemplo de patrón de asignación de recursos para la transmisión de RS-UE.

La FIG. 9 ilustra otro ejemplo de patrón de asignación de recursos para la transmisión de RS-UE.

La FIG. 10 ilustra otro ejemplo de patrón de asignación de recursos para la transmisión de una señal de referencia.

La FIG. 11 ilustra otro ejemplo de patrón de asignación de recursos para la transmisión de una señal de referencia.

La FIG. 12 ilustra un ejemplo de patrón de asignación de recursos para la señal de referencia de equipo de usuario (RS-UE).

La FIG. 13 ilustra otro ejemplo de patrón de asignación de recursos para la señal de referencia de equipo de usuario (RS-UE).

La FIG. 14 ilustra una representación de diagrama de flujo de un proceso de comunicación inalámbrica.

La FIG. 15 ilustra una representación en forma de diagrama de bloques de un aparato de comunicación inalámbrica.

La FIG. 16 ilustra una representación de diagrama de flujo de un proceso de comunicación inalámbrica.

La FIG. 17 ilustra una representación de diagrama de bloques de un aparato de comunicación inalámbrica.

DESCRIPCIÓN

[0021] A continuación se describen diversos aspectos con referencia a los dibujos. En la siguiente descripción se exponen, con propósitos explicativos, numerosos detalles específicos a fin de proporcionar una plena comprensión de uno o más aspectos. Sin embargo, puede resultar evidente que los diversos aspectos pueden llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos se muestran estructuras y dispositivos muy conocidos en forma de diagrama de bloques para facilitar la descripción de estos aspectos.

[0022] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversas redes de comunicación inalámbrica, tales como redes de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), redes de Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), redes de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), redes FDMA Ortogonales (OFDMA), redes FDMA de Portadora Única (SC-FDMA), etc. Los términos “redes” y “sistemas” se usan a menudo de forma intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Acceso Universal por Radio Terrestre (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) y la Baja Velocidad de Chip (LCR). La tecnología CDMA2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Una red OFDMA puede

implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA, E-UTRA y GSM forman parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Evolución a Largo Plazo (LTE) es una versión inminente de UMTS que usa E-UTRA. Las tecnologías UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS y LTE se describen en los documentos de una organización denominada "Proyecto de Asociación de Tercera Generación" (3GPP). La tecnología CDMA2000 se describe en documentos de una organización denominada "Proyecto 2 de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP2). Estas diversas tecnologías y normas de radio son conocidas en la técnica. Para mayor claridad, a continuación se describen determinados aspectos de las técnicas para LTE, y se usa la terminología de LTE en gran parte de la siguiente descripción.

[0023] El acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA), que utiliza modulación de única portadora y ecualización de dominio de frecuencia es una técnica. SC-FDMA tiene prestaciones similares y esencialmente la misma complejidad global que las de un sistema OFDMA. Una señal SC-FDMA tiene una relación inferior entre potencia máxima y media (PAPR), debido a su estructura inherente de portadora única. SC-FDMA ha acaparado gran atención, especialmente en las comunicaciones de enlace ascendente, donde una PAPR inferior beneficia en gran medida al terminal móvil en términos de eficiencia de la potencia de transmisión. Actualmente es una hipótesis de trabajo para el esquema de acceso múltiple de enlace ascendente en la Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP o en el UTRA Evolucionado.

[0024] Con referencia a la FIG. 1, se ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple de acuerdo con un modo de realización. Un punto de acceso (AP) 110 incluye múltiples grupos de antenas, uno que incluye la 104 y la 106, otro que incluye la 108 y la 100, y otro adicional que incluye la 112 y la 114. En la FIG. 1 solo se muestran dos antenas para cada grupo de antenas, aunque puede utilizarse un número mayor o menor de antenas para cada grupo de antenas. El terminal de acceso (AT) 120 se comunica con las antenas 112 y 114, donde las antenas 112 y 114 transmiten información al terminal de acceso 120 a través del enlace directo 116 y reciben información desde el terminal de acceso 120 a través del enlace inverso 118. El terminal de acceso 122 se comunica con las antenas 106 y 108, donde las antenas 106 y 108 transmiten información al terminal de acceso 122 a través del enlace directo 126 y reciben información desde el terminal de acceso 122 a través del enlace inverso 124. En un sistema FDD, los enlaces de comunicación 118, 116, 124 y 126 pueden usar diferentes frecuencias para la comunicación. Por ejemplo, el enlace directo 116 puede usar una frecuencia diferente a la usada por el enlace inverso 118.

[0025] Cada grupo de antenas y/o el área en la que están diseñadas para comunicarse se denomina a menudo sector del punto de acceso. En el modo de realización, cada grupo de antenas está diseñado para comunicarse con terminales de acceso en un sector de las áreas cubiertas por el punto de acceso 110.

[0026] En la comunicación a través de los enlaces directos 116 y 126, las antenas transmisoras del punto de acceso 110 utilizan la conformación de haz para mejorar la relación de señal-ruido de los enlaces directos para los diferentes terminales de acceso 120 y 122. Asimismo, un punto de acceso que usa conformación de haz para transmitir a terminales de acceso dispersados aleatoriamente por su cobertura causa menos interferencia en los terminales de acceso en células vecinas que un punto de acceso que transmite a través de una única antena a todos sus terminales de acceso.

[0027] Un punto de acceso 110 puede ser una estación fija usada para la comunicación con los terminales y también puede denominarse punto de acceso, nodo B (eNB), o utilizar otra terminología. Un terminal de acceso también puede denominarse terminal de acceso, equipo de usuario (UE), dispositivo de comunicación inalámbrica, terminal, terminal de acceso o utilizar otra terminología.

[0028] La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un modo de realización de un sistema transmisor 210 (también conocido como punto de acceso o eNB) y un sistema receptor 250 (también conocido como terminal de acceso o UE) en un sistema MIMO 200. En el sistema transmisor 210, los datos de tráfico para una pluralidad de flujos de datos se proporcionan desde una fuente de datos 212 a un procesador de datos de transmisión (TX) 214.

[0029] En un modo de realización, cada flujo de datos se transmite a través de una respectiva antena transmisora. El procesador de datos de TX 214 formatea, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos basándose en un esquema de codificación particular seleccionado para que ese flujo de datos proporcione datos codificados.

[0030] Los datos codificados para cada flujo de datos pueden multiplexarse con datos piloto usando técnicas OFDM. Los datos piloto son típicamente un patrón de datos conocido que se procesa de una manera conocida y que se puede usar en el sistema receptor para estimar la respuesta de canal. Los datos piloto multiplexados y los datos codificados para cada flujo de datos se modulan entonces (es decir, se correlacionan con símbolos) en función de un esquema de modulación particular (por ejemplo, BPSK, QPSK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para que ese flujo de datos proporcione símbolos de modulación. La velocidad de transferencia de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos pueden determinarse mediante instrucciones realizadas por el procesador 230.

[0031] Los símbolos de modulación para todos los flujos de datos se proporcionan a continuación a un procesador MIMO de TX 220, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (por ejemplo, para OFDM). El procesador MIMO de TX 220 proporciona a continuación N_T flujos de símbolos de modulación a N_T transmisores

(TMTR) 222a a 222t. En determinados modos de realización, el procesador MIMO de TX 220 aplica ponderaciones de conformación de haz a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual se está transmitiendo el símbolo.

5 **[0032]** Cada transmisor 222 recibe y procesa un flujo de símbolos respectivo para proporcionar una o más señales analógicas, y acondiciona todavía más las señales analógicas (por ejemplo, las amplifica, filtra y aumenta su frecuencia) para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión a través del canal MIMO. N_T señales moduladas desde los transmisores 222a a 222t se transmiten a continuación desde las N_T antenas 224a a 224t, respectivamente.

10 **[0033]** En el sistema receptor 250, las señales moduladas transmitidas se reciben mediante N_R antenas 252a a 252r, y la señal recibida desde cada antena 252 se proporciona a un receptor (RCVR) respectivo 254a a 254r. Cada receptor 254 acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y reduce en frecuencia) una respectiva señal recibida, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa aún más las muestras para proporcionar un flujo de símbolos "recibido" correspondiente.

15 **[0034]** Un procesador de datos de RX 260 recibe y procesa a continuación los N_R flujos de símbolos recibidos desde los N_R receptores 254 basándose en una técnica particular de procesamiento de receptor para proporcionar N_T flujos de símbolos "detectados". A continuación, el procesador de datos de RX 260 desmodula, desintercala y descodifica cada flujo de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento mediante el procesador de datos de RX 260 es complementario al realizado por el procesador MIMO de TX 220 y el procesador de datos de TX 214 en el sistema transmisor 210.

20 **[0035]** Un procesador 270 determina periódicamente qué matriz de precodificación usar (lo que se analiza más adelante). El procesador 270 formula un mensaje de enlace inverso que comprende una parte de índice de matriz y una parte de valor de rango.

25 **[0036]** El mensaje de enlace inverso puede comprender diversos tipos de información respecto al enlace de comunicación y/o al flujo de datos recibido. A continuación, el mensaje de enlace inverso se procesa mediante un procesador de datos de TX 238, que también recibe datos de tráfico para una pluralidad de flujos de datos desde una fuente de datos 236, se modula mediante un modulador 280, se acondiciona mediante los transmisores 254a a 254r y se transmite de vuelta al sistema transmisor 210.

30 **[0037]** En el sistema transmisor 210, las señales moduladas desde el sistema receptor 250 son recibidas por las antenas 224, acondicionadas por los receptores 222, desmoduladas por un desmodulador 240 y procesadas por un procesador de datos de RX 242 para extraer el mensaje de enlace inverso transmitido por el sistema receptor 250. A continuación, el procesador 230 determina qué matriz de precodificación va a usar para determinar las ponderaciones de conformación de haz y después procesa el mensaje extraído.

35 **[0038]** En un aspecto, los canales lógicos se clasifican en canales de control y en canales de tráfico. Los canales lógicos de control comprenden el canal de control de radiodifusión (BCCH), que es el canal DL para emitir la información de control de sistema. El canal de control de radiolocalización (PCCH), que es el canal DL que transmite información de radiolocalización. El canal de control de multidifusión (MCCH), que es un canal DL de punto a multipunto, usado para la transmisión de información de planificación y control del servicio de radiodifusión y multidifusión multimedia (MBMS), para uno o varios MTCH. En general, después de establecer una conexión RRC, este canal solo se usa mediante los UE que reciben el MBMS (nota: el antiguo MCCH+MSCH). El canal de control dedicado (DCCH) es un canal bidireccional de punto a punto que transmite información de control dedicada y es usado por los UE que tienen una conexión RRC. En un aspecto, los canales lógicos de tráfico comprenden un canal de tráfico dedicado (DTCH), que es un canal bidireccional de punto a punto, dedicado a un UE, para la transferencia de información de usuario. También, un canal de tráfico de multidifusión (MTCH) para el canal DL de punto a multipunto, para transmitir datos de tráfico.

40 **[0039]** En un aspecto, los canales de transporte se clasifican en DL y UL. Los canales de transporte DL comprenden un canal de radiodifusión (BCH), un canal compartido de datos de enlace descendente (DL-SDCH) y un canal de radiolocalización (PCH), siendo el PCH para dar soporte al ahorro de energía del UE (la red indica al UE un ciclo DRX), transmitido sobre toda la célula y correlacionado con recursos PHY que se pueden usar para otros canales de control/tráfico. Los canales de transporte UL comprenden un canal de acceso aleatorio (RACH), un canal de solicitud (REQCH), un canal compartido de datos de enlace ascendente (UL-SDCH) y una pluralidad de canales PHY. Los canales PHY comprenden un conjunto de canales DL y de canales UL.

45 **[0040]** La FIG. 3 muestra un formato de transmisión DL en determinados sistemas inalámbricos. Esta representación a veces se denomina "cuadrícula de recursos", en referencia a los recursos de transmisión mostrados. Las transmisiones pueden organizarse de manera lógica como transmisiones sucesivas de tramas de radio 302. Una trama de radio 302 puede, por ejemplo, tener una duración de tiempo predeterminada. Cada trama de radio 302 puede organizarse adicionalmente como una pluralidad de subtramas 304, donde cada subtrama 304 comprende una pluralidad de ranuras 305 en las que se transmite una pluralidad de símbolos de multiplexación de dominio de

frecuencia ortogonal (OFDM) (representados a lo largo del eje horizontal 310). Cada símbolo OFDM puede comprender una pluralidad de subportadoras (representadas a lo largo del eje vertical 312), donde al menos algunas de las cuales pueden asignarse a diferentes señales, independientes entre sí. Por ejemplo, en LTE, una trama de radio 302 representa 10 ms y comprende diez subtramas 304, cada una de las cuales ocupa 1 ms. Cada subtrama 304 comprende dos ranuras 305 (ranura par y ranura impar). Para transmisiones normales de prefijo cíclico (CP), se pueden transmitir siete símbolos OFDM en cada ranura 305 y, para transmisiones CP extendidas (no mostradas), se pueden transmitir seis símbolos OFDM en cada ranura. En algunos diseños, una subportadora de un símbolo OFDM puede representar la unidad más pequeña de asignación de recursos de transmisión, mostrada en la FIG. 3 como un elemento de recurso 306 (RE). En LTE, por ejemplo, un RE 306 puede corresponder a una asignación de subportadora de 15 KHz dentro de un solo símbolo OFDM. En determinados diseños, las subportadoras pueden asignarse en unidades de un determinado número de subportadoras (por ejemplo, doce), lo que da como resultado un bloque de recursos físicos (por ejemplo, 180 KHz), que representa una unidad de recursos de transmisión asignada a una determinada transmisión.

[0041] Todavía en referencia a la FIG. 3, se observara que, en determinados diseños, los recursos de transmisión (o RE 306) asignados a las transmisiones de una señal particular se pueden variar en función de un índice de trama de radio, un índice de subtrama dentro de una trama de radio 302 (por ejemplo, de 0 a 9), un índice de ranura dentro de una subtrama 304 (por ejemplo, 0 o 1), un índice de símbolo OFDM dentro de una ranura y un índice de subportadora dentro del símbolo OFDM. Mientras que un gran número de grados de libertad están disponibles para un planificador para asignar los RE 306 a la transmisión de una señal particular, en la práctica se introduce una determinada cantidad de previsibilidad y repetitividad para simplificar la asignación de los RE 306 a las transmisiones de señal. Esta simplificación puede ayudar, por ejemplo, a aliviar a un planificador de la carga computacional y también reduce la sobrecarga de transmisión requerida para señalar las ubicaciones de RE para las señales de transmisión a los receptores previstos.

[0042] En LTE, por ejemplo, la asignación de recursos de transmisión para determinadas transmisiones (por ejemplo, señales de referencia) se puede realizar usando determinados patrones predeterminados, conocidos tanto por un transmisor como por un receptor, para calcular las ubicaciones de los RE 306 asignados a las transmisiones, tanto en el transmisor como en el receptor, sin tener que señalar explícitamente las ubicaciones. Con el fin de reducir la interferencia entre células, las señales de referencia pueden aleatorizarse mediante una secuencia pseudoaleatoria predeterminada, conocida tanto por un transmisor como por un receptor. Las secuencias pseudoaleatorias pueden determinarse mediante parámetros de inicialización o secuencias de inicialización conocidas tanto por un transmisor como por un receptor. Las secuencias de inicialización pueden, por ejemplo, inicializarse al comienzo de cada símbolo, para calcular la secuencia pseudoaleatoria dentro del símbolo. La asignación pseudoaleatoria de los valores de símbolos de modulación que se usarán en los RE 306 puede ayudar a reducir o eliminar la interferencia o la correlación cruzada entre diferentes transmisores. Además, la asignación pseudoaleatoria de los valores de símbolos de modulación que se usarán en los RE 306 también puede mejorar el rendimiento de la estimación de canal.

[0043] Como ejemplo, en Rel-8, la señal de referencia común (CRS) (también denominada señal de referencia específica de célula) se define mediante una secuencia de señales de referencia $r_{l,n_s}(m)$, donde n_s es el número de ranura dentro de una trama de radio 302 y l es el número de símbolo OFDM dentro de la ranura 305, como sigue:

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, 2N_{RB}^{máx, DL} - 1. \quad \text{Ec. (1)}$$

[0044] La secuencia pseudoaleatoria $c(i)$ se define en la sección 7.2 de la especificación Rel-8. El generador de secuencias pseudoaleatorias se inicializa con

$$c_{inic} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{célula} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{célula} + N_{CP} \quad \text{Ec. (2)}$$

al comienzo de cada símbolo OFDM, donde

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{para CP normal} \\ 0 & \text{para CP extendido} \end{cases} \quad \text{Ec. (3)}$$

[0045] La inicialización mostrada en la ecuación (3) es independiente del ancho de banda. En otras palabras, la asignación de CRS usa el máximo ancho de banda DL posible disponible en la inicialización del generador de secuencia usado para la correlación de RE.

[0046] Además, puede observarse que debido a que la secuencia de inicialización mostrada en las ecuaciones (2) y (3) depende del número de ranura y el número de símbolo OFDM, la secuencia se inicializa de manera diferente para diferentes símbolos y diferentes ranuras. En determinados diseños, la inicialización usa la ubicación de símbolo real de CRS (por ejemplo, $l = 0, 4$ para CP normal) en lugar de una aparición ordenada de símbolos CRS (la

primera/segunda aparición de CRS en una ranura, designada como $l = 0, 1$). Además, la inicialización es específica de célula y depende del tipo de CP (normal o extendido).

5 **[0047]** Rel-8 especifica que la secuencia de señales de referencia $r_{l,n_s}(m)$ se correlaciona con símbolos de modulación de valores complejos $a_{k,l}^{(p)}$ usados como símbolos de referencia para el puerto de antena p en la ranura n_s de acuerdo con:

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m'), \quad \text{Ec. (4)}$$

10 donde

$$\begin{aligned} k &= 6m + (v + v_{\text{desp}}) \bmod 6 \\ l &= \begin{cases} 0, N_{\text{simb}}^{\text{DL}} - 3 & \text{si } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{si } p \in \{2,3\} \end{cases} \\ m &= 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1 \\ m' &= m + N_{\text{RB}}^{\text{máx, DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}} \end{aligned} \quad \text{Ec. (5)}$$

15 **[0048]** Las variables v y v_{desp} definen la posición en el dominio de frecuencia para las diferentes señales de referencia donde v viene dada por

$$v = \begin{cases} 0 & \text{si } p = 0 \text{ y } l = 0 \\ 3 & \text{si } p = 0 \text{ y } l \neq 0 \\ 3 & \text{si } p = 1 \text{ y } l = 0 \\ 0 & \text{si } p = 1 \text{ y } l \neq 0 \\ 3 (n_s \bmod 2) & \text{si } p = 2 \\ 3 + 3 (n_s \bmod 2) & \text{si } p = 3 \end{cases} \quad \text{Ec. (6)}$$

20 **[0049]** El desplazamiento de frecuencia específico de célula viene dado por

$$v_{\text{desp}} = N_{\text{ID}}^{\text{célula}} \bmod 6. \quad \text{Ec. (7)}$$

25 **[0050]** En la ecuación anterior, $N_{\text{RB}}^{\text{máx, DL}}$ representa el máximo ancho de banda DL (en RB). Además, LTE-8 especifica que dentro de un símbolo, la correlación es contigua usando la misma inicialización y a través de símbolos (en la misma ranura o diferentes ranuras), donde se usa el mismo conjunto de muestras pero con diferentes inicializaciones.

30 **[0051]** La FIG. 4 es una tabla 400 que muestra un ejemplo de correlación para CP normal, $N_{\text{ID}}^{\text{célula}} = 480$, $N_{\text{RB}}^{\text{DL}} = 6$ (RB), generado de acuerdo con las ecuaciones (4) a (7). La secuencia se inicializa con 7873473 cuando $l=0$ (puertos de antena 0/1), 8857537 cuando $l=1$ (puertos de antena 2/3), 11809729 cuando $l=4$ (puertos de antena 0/1) para $n_s=0$, etc. Las entradas de fila 402 muestran los desfases m' con respecto a la secuencia aleatoria inicializada (columna 404), donde la columna 406 enumera los tonos (subportadoras) asignados a las transmisiones CRS para $v = 0$ y la columna 408 enumera los tonos asignados a las transmisiones CRS para $v = 3$.

35 **[0052]** La FIG. 5 es una tabla 500 que muestra otro ejemplo de correlación para CP normal donde $N_{\text{ID}}^{\text{célula}} = 480$, pero $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ ahora es 15 (RB), generado de acuerdo con las ecuaciones (4) a (7). La inicialización de la secuencia es similar a la inicialización descrita con respecto a la FIG. 4. La columna 504 enumera los desfases m' con respecto a la secuencia inicializada. La columna 506 enumera los tonos asignados a las transmisiones CRS para $v = 0$ y la columna 508 enumera los tonos asignados a las transmisiones CRS para $v = 3$.

40 **[0053]** Cabe señalar que la característica independiente del ancho de banda se puede ver comparando la FIG. 4 y 5, donde con un ancho de banda de sistema de 15 RB, los 6 RB centrales (entradas 502 en la FIG. 5) tienen el mismo

conjunto de muestras aleatorias que las del caso de ancho de banda de sistema de 6 RB (entradas 402 en la primera columna de la FIG. 4).

5 **[0054]** En LTE Rel-8, para el modo de transmisión DL 7, la señal de referencia específica de UE (RS-UE) se especifica para admitir la formación de haz de capa única. En 3GPP TS 36.211, sección 6.10.3.1, la secuencia RS-UE $r(m)$ se define por:

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = 0, 1, \dots, 12N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}} - 1; \quad \text{Ec. (8)}$$

10 donde $N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}}$ denota el ancho de banda en RB de la transmisión PDSCH correspondiente. La secuencia pseudoaleatoria $c(i)$ se define en la sección 7.2 de 3GPP TS 36.211. El generador de secuencias pseudoaleatorias se inicializa con

$$c_{\text{inic}} = (\lfloor n_s/2 \rfloor + 1) \cdot (2N_{\text{ID}}^{\text{célula}} + 1) \cdot 2^{16} + n_{\text{RNTI}} \quad \text{Ec. (9)}$$

15 al comienzo de cada subtrama, donde n_{RNTI} es como se describe en la sección 7.1 de 3GPP TS 36.213, que comprende un ID específico de UE y $N_{\text{ID}}^{\text{célula}}$ es un identificador específico de célula.

20 **[0055]** A partir de una inspección de la ecuación (8) y de la ecuación (9) resulta evidente que la inicialización depende de las ranuras, es específica de célula y de UE y no es independiente del ancho de banda (debido a la dependencia del ancho de banda de PDSCH asignado $N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}}$).

25 **[0056]** 3GPP TS 36.211 especifica además que, en un PRB con un índice de dominio de frecuencia n_{PRB} asignado para la transmisión PDSCH correspondiente, la secuencia de señal de referencia $r(m)$ se correlaciona con símbolos de modulación de valor complejo $a_{k,l}^{(p)}$ con $p = 5$ en una subtrama según la ecuación (11) para una subtrama de CP normal y la ecuación (12) para una subtrama de CP extendida. El parámetro $a_{k,l}^{(p)}$ viene dado como:

$$a_{k,l}^{(p)} = r(3 \cdot l' \cdot N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}} + m'). \quad \text{Ec. (10)}$$

30 **[0057]** Para CP normal:

$$\begin{aligned} k &= (k') \bmod N_{\text{sc}}^{\text{RB}} + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} \cdot n_{\text{PRB}} \\ k' &= \begin{cases} 4m' + v_{\text{desp}} & \text{si } l \in \{2, 3\} \\ 4m' + (2 + v_{\text{desp}}) \bmod 4 & \text{si } l \in \{5, 6\} \end{cases} \\ l &= \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases} \\ l' &= \begin{cases} 0, 1 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2, 3 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases} \\ m' &= 0, 1, \dots, 3N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}} - 1 \end{aligned} \quad \text{Ec. (11)}$$

35 **[0058]** Para CP extendido:

$$a_{k,l}^{(p)} = r(4 \cdot l' \cdot N_{RB}^{PDSCH} + m') \quad \text{Ec. (12)}$$

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 3m' + v_{desp} & \text{si } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{desp}) \bmod 3 & \text{si } l = 1 \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 4 & l' \in \{0, 2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases} \quad \text{Ec. (13)}$$

$$l' = \begin{cases} 0 & \text{si } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2 & \text{si } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, \dots, 4N_{RB}^{PDSCH} - 1$$

donde m' es el contador de elementos de recursos de señal de referencia específicos de UE 306 dentro de un símbolo OFDM respectivo de la transmisión PDSCH.

5

[0059] El desplazamiento de frecuencia específico de célula viene dado por

$$v_{desp} = N_{ID}^{célula} \bmod 3. \quad \text{Ec. (14)}$$

10

[0060] Rel-8 especifica además que el correlación estará en el orden creciente del índice de dominio de frecuencia n_{PRB} de los PRB asignados para la transmisión de PDSCH correspondiente. La cantidad N_{RB}^{PDSCH} denota el ancho de banda en bloques de recursos de la transmisión de PDSCH correspondiente.

15

[0061] A partir de las ecuaciones (10) a (12) resulta evidente que dentro de cada subtrama, en todos los símbolos/ranuras que contienen RS-UE, las diversas muestras aleatorias elegidas son contiguas. Además, a través de subtramas, se usa el mismo conjunto de muestras aleatorias, pero diferentes inicializaciones. Además, dentro de cada símbolo RS-UE, independientemente de que la asignación de PDSCH sea contigua o no contigua, el conjunto de muestras aleatorias siempre es contiguo, y los índices de símbolo usados en la correlación son apariciones ordenadas de símbolos RS-UE (0, 1, 2, 3) en lugar del índice de símbolo real (3, 6, 2, 5).

20

[0062] La FIG. 6 es una tabla 600 que muestra un ejemplo de correlación para el caso de $N_{RB}^{PDSCH} = 3$ RB. Las filas 608, 610 y 612 corresponden a tres RB, $n_{PRB,1}$, $n_{PRB,2}$ y $n_{PRB,3}$, asignados al UE 120 que recibe la transmisión de RS-UE, respectivamente. Cabe señalar que los 3 RB pueden ser contiguos o no. Si 3 RB son contiguos, entonces $n_{PRB,3} = n_{PRB,2} + 1 = n_{PRB,1} + 2$. Por otro lado, si 3 RB no son contiguos, entonces $n_{PRB,3} > n_{PRB,2} > n_{PRB,1}$, pero no puede cumplirse que $n_{PRB,3} = n_{PRB,2} + 1 = n_{PRB,1} + 2$. Las columnas 614, 616, 618 y 620 corresponden a valores de desfase para los números de índice de símbolo 3, 6, 2 y 5, respectivamente. En el presente ejemplo, los tres RB asignados al PDSCH no son contiguos. La correlación de RS-UE para el índice de símbolo 3 (columna 614) se ejecuta desde 0 (parte superior de la columna 614) hasta 8 (parte inferior de la columna 614). Como se indica con las flechas 602, 604 y 606, la correlación de recursos es contigua desde el final de un símbolo hasta el comienzo del siguiente símbolo (por ejemplo, la flecha 602 indica que el índice de correlación es "9" en la parte superior de la columna 616, que es contigua al último índice de correlación "8" para el índice de símbolo anterior 3).

25

30

[0063] Cabe señalar además que $n_{PRB,1}$ no es necesariamente igual a 0 (el primer PRB del sistema). Independientemente de si los 3 RB son contiguos o no, puede aplicarse la misma correlación mostrada en la FIG. 6, lo que demuestra que la correlación de RS-UE es contigua en los recursos PDSCH asignados.

35

[0064] En los diseños que admiten la conformación de haz de doble flujo (por ejemplo, LTE Rel-9), dos puertos de antena de RS-UE están disponibles para su transmisión dentro de un RE dado. En ciertos diseños, los dos puertos de antena pueden multiplexarse por división de código (CDM). Para el funcionamiento MU-MIMO, puede ser ventajoso mantener la ortogonalidad de las transmisiones desde los dos puertos de antena de RS-UE después de la correlación de recursos usando una secuencia pseudoaleatoria y los recursos PDSCH asignados. Además, como se puede observar en la ecuación (9), si la secuencia se inicializa dependiendo de un ID específico de UE, las secuencias generadas para los UE 120 emparejados pueden ya no ser las mismas. Como resultado, la ortogonalidad deseada de las transmisiones puede no mantenerse. Además, un UE 120 puede no conocer la secuencia pseudoaleatoria usadas por el otro UE 120 emparejado, ya que los ID de UE no se conocen mutuamente entre los UE 120 emparejados. Dicha no ortogonalidad e información desconocida acerca de la otra secuencia aleatoria puede crear una interferencia significativa en la RS-UE, reduciendo así el rendimiento de un sistema inalámbrico.

40

45

[0065] Como se observa en las ecuaciones (11) y (12), la secuencia aleatoria se genera dependiendo del ancho de banda PDSCH asignado (N_{RB}^{PDSCH}) y correlacionado con las ubicaciones específicas de los recursos PDSCH asignados. Puede ser posible que los UE 120 emparejados en transmisiones MU-MIMO no estén completamente alineados (tanto en términos del ancho de banda asignado como de la ubicación asignada).

[0066] Con referencia a la FIG. 7, se muestra un ejemplo de asignación de recursos PDSCH a un par de UE 120 en un sistema MU-MIMO. Se muestra un primer recurso PDSCH 702 que se asigna a un primer UE 120 y un segundo PDSCH 704 que se asigna a un segundo UE 120 que está emparejado con el primer UE 120. Está claro que los anchos de banda PDSCH asociados al primer y segundo PDSCH 702, 704 no son iguales y no están alineados. En tal caso, las secuencias pseudoaleatorias usadas para la asignación de recursos para los UE 120 emparejados pueden no ser ortogonales.

[0067] Algunos diseños pueden superar la limitación anterior usando una inicialización de secuencia de RS-UE independiente de UE, es decir, eliminando el ID-UE en la inicialización de secuencia para tener la forma $c_{inic} = f(N_{ID}^{célula}, \lfloor n_s / 2 \rfloor)$. Cabe destacar que, como se usa en el presente documento, la notación $f()$ simplemente sugiere una dependencia funcional del parámetro en el lado izquierdo de los parámetros entre paréntesis, y dichas anotaciones no implican que la notación $f()$ represente necesariamente una función particular. La solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente con número de serie 12/890.182, titulada "UE-RS SEQUENCE INITIALIZATION FOR WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM [INICIALIZACIÓN DE SECUENCIA DE RS-UE PARA SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA]", divulga procedimientos y aparatos para inicializaciones de secuencia de RS-UE para lograr la ortogonalidad. En determinados diseños, la inicialización de la secuencia puede ser independiente del ancho de banda; por ejemplo, el índice m en la ecuación (9) puede adoptar los siguientes valores:

$$m = 0, 1, \dots, 12N_{RB}^{DL, \text{máx}} - 1, \quad \text{Ec. (15)}$$

donde $N_{RB}^{DL, \text{máx}}$ representa el máximo ancho de banda DL (en RB). Esto contrasta con $m = 0, 1, \dots, 12N_{RB}^{PDSCH} - 1$, usado en Rel-8. En determinados diseños, c_{inic} puede depender además de un índice de puerto de antena, un tipo de CP, un ID de RB o una combinación de los mismos.

[0068] Además, en determinados diseños, cuando las transmisiones en múltiples células vecinas están coordinadas, tal como en los sistemas de transmisión multipunto coordinada (CoMP), la inicialización específica de célula puede no ser aplicable. En estos diseños, si múltiples células están involucradas juntas en dar servicio a un UE 120, el uso de diferentes ID de célula para inicializar la secuencia aleatoria de RS-UE también puede dar como resultado secuencias no ortogonales entre diferentes células. Para resolver esto, se puede usar un ID de célula común, por ejemplo, el ID de célula de servicio, de modo que la ecuación (9) puede modificarse de la siguiente manera:

$$c_{inic} = f(N_{ID}^{CélulaServicio}, \lfloor n_s / 2 \rfloor). \quad \text{Ec. (16)}$$

[0069] En la ecuación anterior, $N_{ID}^{CélulaServicio}$ es un número de identificación de la célula de servicio para un UE 120, n_s es el número de ranura y $\lfloor \cdot \rfloor$ representa la operación suelo (*floor*). Si bien estas técnicas, tales como las descritas con respecto a las ecuaciones (15) y (16) pueden superar determinadas limitaciones de la asignación de recursos Rel-8 inicializando una secuencia como en las ecuaciones (15) y (16), la secuencia pseudoaleatoria así generada necesita además correlacionarse con los RE apropiados en cada ranura temporal (o cada símbolo OFDM) para lograr la ortogonalidad de las transmisiones.

[0070] Determinados diseños, como se describe en detalle más adelante, proporcionan técnicas para correlacionar la secuencia con elementos de recursos de modo que la densidad de asignación depende de un rango de transmisión. Además, determinados diseños, descritos en detalle más adelante, proporcionan técnicas en las que las ubicaciones asignadas de los RE 306 para las transmisiones de RS-UE dependen de los índices de puertos de antena. Por ejemplo, dos o más puertos de antena pueden compartir el mismo conjunto de RE 306 y pueden diferenciarse de manera CDM. Por lo tanto, en general, los puertos de antena de RS-UE se pueden diferenciar por medio de una mezcla de CDM (si ocupa los mismos recursos de frecuencia) y FDM. Además, en determinados diseños, el patrón de asignación para RS-UE depende del tipo de CP (normal o extendido), un tipo de subtrama, por ejemplo, subtramas regulares, subtramas especiales en TDD (DwPTS), retransmisión de subtramas de retorno, etc.

[0071] Para cumplir con los aspectos anteriores y otros, en determinados diseños se puede usar la siguiente secuencia de RS-UE $r(m)$.

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, 2N_{RB}^{\max, DL} - 1. \text{ Ec.} \quad (17)$$

[0072] Los diversos parámetros usados en la ecuación (17) se describen en detalle más adelante. Como se explicará más adelante, el uso de la ecuación de correlación, como anteriormente, puede ser beneficioso en una variedad de aspectos diferentes.

[0073] Con referencia a las FIGS. 8, 9, 10 y 11, se muestran algunos ejemplos de patrones de asignación de recursos de RS-UE de acuerdo con las técnicas descritas en esta divulgación.

[0074] La FIG. 8 muestra una cuadrícula de recursos 800 para una subtrama con un CP normal. El eje horizontal 802 puede representar el tiempo (índice de símbolo) y el eje vertical puede representar la frecuencia. Los elementos de recursos (mosaicos) marcados con "C" pueden representar recursos asignados a señales de referencia heredadas, tales como la señal de referencia común (CRS). Los elementos de recurso etiquetados como U1 pueden ser la asignación de recursos de transmisión a un primer conjunto de puertos de antena que comprende dos puertos de antena. Los elementos de recurso etiquetados como U2 pueden ser la asignación de recursos de transmisión a un segundo conjunto de puertos de antena que comprende dos puertos de antena. El ejemplo representado en la FIG. 8 puede corresponder a un sistema de rango 3-4. Los puertos de antena que forman un conjunto de puertos de antena pueden ser, por ejemplo, 0/1 o 2/3. Si bien cada antena en un conjunto de puertos de antena puede ocupar todo el recurso etiquetado como U1 (o U2), las dos transmisiones pueden ser ortogonales en la división de código (CDM).

[0075] La FIG. 9 es una cuadrícula de recursos 900, que representa un ejemplo de asignación de recursos de transmisión de RS-UE para una subtrama que incluye una ranura temporal piloto de enlace descendente (DwPTS) con 11-12 símbolos. Como en la FIG. 8, los elementos de recursos marcados con "C" pueden asignarse a señales de referencia tales como la CRS. Los tres últimos símbolos (marcados como área 902) pueden no estar disponibles para RS-UE. Similar al ejemplo de la FIG. 8, la RS-UE puede asignarse a dos conjuntos de puertos de antena (regiones etiquetadas como U1 y U2), cada uno de los cuales incluye dos puertos de antena. Los puertos de antena en un conjunto de puertos de antena pueden ocupar los mismos dos RE contiguos pero pueden mantener la ortogonalidad multiplexando por división de código sus transmisiones.

[0076] La FIG. 10 es una cuadrícula de recursos 1000, que representa un ejemplo de asignación de recursos de transmisión de RS-UE para una subtrama que incluye una DwPTS con 9-10 símbolos. Como se analiza anteriormente, los recursos etiquetados como U1 y U2 pueden ser compartidos por dos puertos de antena CDMed (en un conjunto de puertos de antena dado) cada uno. La región marcada 1002 puede no estar disponible para la transmisión de RS-UE debido a la ranura temporal piloto.

[0077] La FIG. 11 muestra una cuadrícula de recursos 1100, que representa un ejemplo de asignación de recursos de transmisión de RS-UE para una subtrama CP normal para un sistema MU-MIMO de rango 5-8. La cuadrícula de recursos 1100 muestra que los RE 306 se asignan a cuatro recursos diferentes: U5, U6, U7 y U8. Cada grupo puede corresponder a recursos asignados a un conjunto de puertos de antena (por ejemplo, que comprenden dos puertos de antena cada uno). Puede observarse que el ancho de banda asignado a los conjuntos de puertos de antena que usan los recursos U5, U6, U7 y U8 (por ejemplo, el área 1102) es diferente en dos ranuras dentro de la subtrama. De forma alternativa, los recursos U5 y U6 pueden asignarse a un conjunto de puertos de antena que comprende cuatro puertos de antena, todos multiplexados ortogonalmente por división de código entre sí. Como apreciará un experto en la técnica, también pueden ser posibles otras combinaciones de conjuntos de puertos de antena y otro número de antenas en cada conjunto de puertos de antena.

[0078] En un aspecto, algunas técnicas de correlación diseñadas a continuación pueden lograr la ortogonalidad de la transmisión entre diferentes puertos de antena, ya sea de manera FDM o de manera CDM. Por ejemplo, en algunos diseños, los puertos de antena multiplexados por división de código, que comparten el mismo conjunto de RE de RS-UE 306 (por ejemplo, U1 a U8 representados en las FIGS. 8 a 11), pueden agruparse lógicamente como un conjunto de puertos de antena. En algunas técnicas de correlación, los puertos de antena en el mismo conjunto de puertos de antena pueden usar la misma secuencia aleatoria después de la correlación. En algunos diseños, a través de diferentes conjuntos de puertos de antena, se pueden usar diferentes secuencias aleatorias.

[0079] Además, en determinadas técnicas de diseño que se describen más adelante, se puede evitar la repetición de la misma secuencia aleatoria en diferentes PRB para aliviar cualquier problema de relación entre potencia máxima y media (PAPR).

[0080] En ciertas técnicas de diseño descritas más adelante, la correlación de RS-UE puede depender de las ubicaciones PRB del PDSCH asignado, pero el índice PRB puede ser independiente del ancho de banda, similar al caso de correlación CRS. En un aspecto, dichos diseños pueden mantener la ortogonalidad de las transmisiones de RS-UE de múltiples células involucradas en dar servicio a un UE 120.

[0081] Además, para evitar cualquier posible confusión entre CRS y RS-UE en un receptor, en un aspecto, se puede usar una secuencia diferente para las asignaciones de recursos de RS-UE.

5 **[0082]** En determinados diseños, se puede inicializar un generador de secuencia pseudoaleatoria (por ejemplo, al comienzo de cada símbolo) con

$$c_{\text{inic}} = f(N_{ID}^{\text{CélulaServicio}}, \lfloor n_s / 2 \rfloor, l). \quad \text{Ec. (18)}$$

10 En la ecuación (18), se usa la siguiente notación: c_{inic} es la secuencia inicializada, la función $f(\)$ denota una dependencia funcional, $N_{ID}^{\text{CélulaServicio}}$ es una identificación de una célula de servicio en la que está funcionando un UE 120, n_s representa un número de ranura e / l es el índice de símbolo de las ubicaciones de símbolo reales de RS-UE (en lugar de las apariciones de símbolo de RS-UE ordenadas). Una función de ejemplo en la ecuación (18) puede ser:

15

$$c_{\text{inic}} = 2^{16} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{\text{CélulaServicio}} + 1) + C + 2 * N_{ID}^{\text{CélulaServicio}} \quad \text{Ec. (19)}$$

donde C es una constante, por ejemplo, tal que $C + 2 * N_{ID}^{\text{CélulaServicio}}$ no es más que el mayor valor posible de RNTI de UE (0xFFFF). De forma alternativa, se puede usar la asignación $C=0$. Puesto que la ecuación (19) es independiente de un parámetro de índice de conjunto de puertos de antena, todos los conjuntos de puertos de antena pueden tener la misma secuencia aleatoria inicializada. La diferenciación de diferentes conjuntos de puertos de antena puede realizarse de forma intercalada. Por ejemplo, para cuatro conjuntos de puertos de antena {0, 1, 2, 3}, la asignación intercalada se puede realizar como {0, 1, 2, 3, 0, 1, 2, 3, 0, 1, 2, 3, ...}. Cabe señalar que se puede suponer $NumMaxConjuntosPuertosAntena$ al construir la estructura de intercalación. $NumMaxConjuntosPuertosAntena$ es un parámetro de diseño de entrelazador, que no tiene que corresponder con el número real de conjuntos de puertos de antena que se están usando. $NumMaxConjuntosPuertosAntena$ puede ser menor o mayor que el número real de conjuntos de puertos de antena que se están usando. Por ejemplo, se puede suponer $NumMaxConjuntosPuertosAntena = 1$, independientemente del número de conjuntos de puertos de antena que se utilicen, en cuyo caso se usan los mismos valores de secuencia aleatoria para cada conjunto de puertos de antena; en otras palabras, los conjuntos de puertos de antena no se diferencian mediante las secuencias aleatorias. Son posibles otros diseños de intercalación. El eNB 110 y los UE 120 pueden compartir (ya sea explícitamente mediante señalización o implícitamente) la opción de intercalado usada.

[0083] La secuencia de señales de referencia $r_{l,n_s}(m)$ puede correlacionarse con símbolos de modulación de valores complejos $a_{k,l}^{(p)}$ usados como símbolos de referencia de RS-UE para el conjunto de puertos de antena p en la ranura n_s de acuerdo con

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m') \quad \text{Ec. (20)}$$

40 donde k representa las ubicaciones de frecuencia de la RS-UE, mientras que l representa el índice de símbolo de la RS-UE, y

$$m' = NumMáxConjuntosPuertosAntena * (N(n_s) * n_{PRB} + N') + ÍndiceConjuntoPuertosAntena \quad \text{Ec. (21)}$$

$$N' = 0, 1, \dots, N(n_s) - 1$$

45 donde $N(n_s)$ es el número de RE de RS-UE por RB por símbolo, y podría cambiar a través de diferentes símbolos (por ejemplo, véase la FIG. 11). $ÍndiceConjuntoPuertosAntena$ es el índice del conjunto de puertos de antena, y $NumMaxConjuntosPuertosAntena$ es el número máximo de conjuntos de puertos de antena admitidos por UE, por célula o por especificación (por ejemplo, codificados de forma fija por 4). n_{PRB} es el ID de RB independiente de ancho de banda. Por ejemplo, se puede obtener como:

50

$$n_{PRB'} = 0, \dots, N_{RB}^{\text{DL}} - 1 \quad \text{Ec. (22)}$$

$$n_{PRB} = n_{PRB'} + N_{RB}^{\text{máx, DL}} - \text{suelo}(N_{RB}^{\text{DL}}/2) \quad \text{Ec. (23)}$$

[0084] La operación de techo (*ceiling*) también puede ser posible en la ecuación (3).

[0085] La FIG. 12 representa un ejemplo de correlación de recursos 1200 generada de acuerdo con las ecuaciones (18) a (22). La correlación de recursos 1200 muestra la correlación de recursos de transmisión con el conjunto de puertos de antena 1 (tabla 1220) y el conjunto de puertos de antena 2 (tabla 1222) en las ubicaciones de símbolos k1, k2, k3 y k4. Sin pérdida de generalidad, se supone que el ancho de banda se asigna al UE receptor 120 en tres PRB: $n_{PRB,1}$, $n_{PRB,2}$ y $n_{PRB,3}$, enumerados en las filas 1208, 1210 y 1212 en la tabla 1220 y las filas 1214, 1216 y 1218 en la tabla 1222, respectivamente. Se supone además que los tres PRB no son contiguos. Se supone además que 3 RE por RB por símbolo se asignan a la RS-UE. En otras palabras, una separación de 1 RB (o 2 RB) en la asignación puede implicar un desfase de 12 (o 18), como se muestra en las entradas 1201. Los siguientes aspectos de la correlación de recursos realizada de acuerdo con las ecuaciones (18) a (22) pueden ser evidentes.

[0086] En un aspecto, puede observarse que la correlación de recursos 1200 no es contigua a través de los n_{PRB} . Por ejemplo, las entradas en el área 1202 dentro de un círculo cambian de "99" al final de $n_{PRB,1}$ (fila 1208) a "107" al comienzo del siguiente PRB $n_{PRB,2}$ (fila 1210). Puede observarse una no contigüidad similar en otras entradas para ambos conjuntos de puertos de antena, por ejemplo, de 111 a 125 para el conjunto de puertos de antena 1 en la tabla 1220, y de 100 a 108 y de 112 a 106 para el conjunto de puertos de antena 2 en la tabla 1222.

[0087] En otro aspecto, puede observarse que la correlación de recursos 1200 "intercala" asignaciones de recursos para el conjunto de puertos de antena 1 y el conjunto de puertos de antena 2. Por ejemplo, las entradas "125" y "127" del conjunto de puertos de antena 1, indicadas por el área 1204, se intercalan con la entrada "126" en el símbolo correspondiente y n_{PRB} para el conjunto de puertos de antena 2.

[0088] En otro aspecto, puede observarse que el mismo conjunto de muestras puede usarse en diferentes símbolos para el mismo conjunto de puertos de antena. Por ejemplo, el área 1206 muestra que los mismos valores de desfase "125", "127" y "129" se usan para los símbolos k3 y k4. Esta característica se puede observar en todas las entradas, para cada símbolo k1, k2, k3 y k4 y para cada PRB.

[0089] En algunos diseños, se puede realizar la inicialización de secuencia (en lugar de la ecuación (18)), usando la siguiente ecuación (24), que usa el índice de conjunto de puertos de antena,

$$c_{\text{inic}} = f(N_{ID}^{\text{CélulaServicio}}, \lfloor n_s / 2 \rfloor, l, \text{ÍndiceConjuntoPuertosAntena}). \quad \text{Ec. (24)}$$

[0090] La función $f()$ se puede elegir para que sea:

$$c_{\text{inic}} = 2^{16} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot \left(2 \cdot N_{ID}^{\text{CélulaServicio}} + 1 \right) + \text{ÍndiceConjuntoPuertosAntena} * C_2 + 2 * N_{ID}^{\text{CélulaServicio}}$$

Ec. (25)

donde C_2 es tal que

$$\text{ÍndiceConjuntoPuertosAntena} * C_2 + 2 * N_{ID}^{\text{CélulaServicio}} \quad \text{Ec. (26)}$$

no es más de 0xFFFF, incluso con el número máximo de conjuntos de puertos de antena (por ejemplo 4 para LTE-A) y el ID de célula más grande. Puede observarse que debido a que c_{inic} depende del índice de conjunto de puertos de antena $\text{ÍndiceConjuntoPuertosAntena}$, diferentes conjuntos de puertos de antena pueden tener diferentes inicializaciones.

[0091] Usando la inicialización como en las ecuaciones (24) a (26), la secuencia de señales de referencia $r_{l,n_s}(m)$ se puede correlacionar con símbolos de modulación de valor complejo $a_{k,l}^{(p)}$ usados como símbolos de referencia de RS-UE para el conjunto de puertos de antena p en la ranura n_s de acuerdo con:

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m'); \quad \text{Ec. (27)}$$

donde k representa las ubicaciones de frecuencia de la RS-UE, mientras que l representa los índices de símbolo de la RS-UE, y,

$$\begin{aligned} m' &= N(n_s) * n_{PRB} + N' \\ N' &= 0, 1, \dots, N(n_s) - 1 \end{aligned} \quad \text{Ec. (28)}$$

donde $N(n_s)$ es el número de RE de RS-UE 306 por RB por símbolo. Puede observarse que el valor $N(n_s)$ podría cambiar en diferentes símbolos (por ejemplo, véase el patrón de recursos 1100 representado en la FIG. 11), y n_{PRB} puede ser el ID de RB independiente de ancho de banda.

5 **[0092]** La FIG. 13 representa un ejemplo de correlación de recursos 1300 generada de acuerdo con las ecuaciones (24) a (28). La correlación de recursos 1300 puede ser similar a la correlación de recursos 1200 representada en la FIG. 12 en determinados aspectos. La tabla 1320 puede corresponder al conjunto de puertos de antena 1 y la tabla 1322 puede corresponder al conjunto de puertos de antena 2. Como en el caso de la asignación de recursos 1200, se supone que el ancho de banda se asigna al UE receptor 120 en tres PRB: $n_{PRB,1}$, $n_{PRB,2}$ y $n_{PRB,3}$, enumerados en las filas 1308, 1310 y 1312 en la tabla 1320 y las filas 1314, 1316 y 1318 en la tabla 1322, respectivamente. Se supone además que los tres PRB no son contiguos. Se supone además que 3 RE por RB por símbolo se asignan a la RS-UE. Además, se supone que los recursos se asignan a dos conjuntos de puertos de antena en las ubicaciones de símbolo k_1 , k_2 , k_3 y k_4 .

15 **[0093]** Se puede observar que la correlación de recursos 1300 es diferente de la correlación de recursos 1200 como sigue. Debido a que se puede usar un índice PRB independiente de ancho de banda para obtener desfases (véase, por ejemplo, la ecuación (28) donde n_{PRB} es independiente del ancho de banda), una separación de 1 RB (o 2RB) entre los n_{PRB} , por ejemplo, como se muestra en el área 1301, da como resultado un desfase de 6 (o 9) RB, por ejemplo, entre las entradas correspondientes en las filas 1308 y 1310. Además, si bien se pueden usar diferentes inicializaciones al comienzo de cada símbolo (véase, por ejemplo, la ecuación (24)), se pueden usar los mismos desfases en el mismo n_{PRB} para cada símbolo a través de los conjuntos de puertos de antena, como se ilustra en las entradas 1304, correspondientes a la fila 1312 de la tabla 1320 y la fila 1318 de la tabla 1322, que pueden ser idénticas para cada símbolo k_1 , k_2 , k_3 , k_4 en cada conjunto de puertos de antena (tablas 1320 y 1320).

25 **[0094]** Se puede observar que el correlación de recursos 1300 logra determinadas características también vistas en la correlación de recursos 1200. Por ejemplo, la correlación de recursos 1300 puede no ser contigua a través de los n_{PRB} (por ejemplo, como se observa en las entradas 1302). Además, dado que las inicializaciones dependientes de índices de conjunto de puertos de antena y dependientes de símbolos se usan para la correlación de recursos 1300, se apreciará que los desfases fijos para cada símbolo todavía pueden dar como resultado una asignación aleatoria no contigua de recursos de transmisión a la RS-UE, como en el caso de la correlación de recursos 1200.

35 **[0095]** La FIG. 14 es una representación en forma de diagrama de flujo de un proceso 1400 de comunicación inalámbrica. En algunos diseños, el proceso 1400 puede implementarse en el eNB 110. En el bloque 1402, se pueden formar uno o más conjuntos de puertos de antena. Un conjunto de puertos de antena puede comprender un grupo lógico de dos o más puertos de antena. Se puede asignar un índice de conjunto de puertos de antena a un grupo de antenas de un conjunto de puertos de antena. En algunos diseños, la decisión de asignar índices de puerto de antena puede ser tomada por el eNB 110 y comunicarse a los UE 120. En algunos diseños, las asignaciones de conjuntos de puertos de antena pueden decidirse *a priori* y pueden ser conocidas tanto por el eNB 110 como por los UE 120. En el bloque 1404, los recursos de transmisión se asignan a una RS-UE en función de, al menos en parte, un índice de conjunto de puertos de antena. En algunos diseños, la asignación puede ser una función del índice de conjunto de puertos de antena. La asignación de recursos de transmisión se puede realizar usando varias alternativas de diseño posibles analizadas en el presente documento. Por ejemplo, en algunos diseños, la correlación, como se divulga de la ecuación (18) a la ecuación (23), puede usarse. La correlación de recursos resultante puede ser similar en aspectos a la correlación de recursos 1200, analizada con respecto a la FIG. 12. En algunos diseños, la correlación, como se divulga de la ecuación (24) a la ecuación (28), puede usarse. La correlación de recursos resultante puede ser similar en aspectos a la correlación de recursos 1300, analizada con respecto a la FIG. 13.

45 **[0096]** La FIG. 15 ilustra una representación en forma de diagrama de bloques de un aparato 1500 de comunicación inalámbrica. El aparato 1500 puede, por ejemplo, implementarse en un eNB 110. El aparato 1500 comprende un módulo 1502 para formar uno o más conjuntos de puertos de antena. Un conjunto de puertos de antena puede comprender un grupo lógico de dos o más puertos de antena. Se puede asignar un índice de conjunto de puertos de antena a un grupo de antenas de un conjunto de puertos de antena. El módulo 1502 puede asignar un índice de puerto de antena como se analiza con respecto a la operación 1402. El aparato 1500 puede comprender un módulo 1504 para asignar recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario en función de, al menos en parte, un índice de conjunto de puertos de antena. En algunos diseños, la asignación puede ser una función del índice de conjunto de puertos de antena. El módulo 1504 puede implementar la operación 1404 de acuerdo con varias opciones de diseño analizadas en el presente documento.

60 **[0097]** La FIG. 16 es una representación en forma de diagrama de flujo de un proceso 1600 de comunicación inalámbrica. El proceso 1600 pueden implementarse en, por ejemplo, un UE 120. En el bloque 1602, se puede recibir una asignación de un índice de puerto de antena. Un conjunto de puertos de antena puede comprender un grupo lógico de dos o más puertos de antena. En algunos diseños, la asignación puede recibirse como un mensaje desde el eNB 110. En algunos diseños, el UE 120 puede recibir parámetros adicionales, tales como *NumMaxConjuntosPuertosAntena*, que pueden ser usados por el UE 120 en el cálculo de las asignaciones de RS-UE. En algunos diseños, estos parámetros, tales como *NumMaxConjuntosPuertosAntena* y el índice de conjunto de puertos de antena, pueden ser conocidos por el UE 120 *a priori*, como, por ejemplo, una opción de arranque. En el

bloque 1604, se puede recibir una transmisión de una RS-UE. La transmisión de la RS-UE puede basarse, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena. En algunos diseños, la transmisión puede ser una función del índice de conjunto de puertos de antena. La RS-UE puede recibirse de acuerdo con una o más de varias opciones de diseño analizadas en el presente documento. En algunos diseños, el UE 120 puede inicializar una secuencia y calcular ubicaciones de recursos de RS-UE a través de un cálculo coherente con las opciones de diseño divulgadas en el presente documento. Después de recibir una transmisión de RS-UE, el UE 120 puede analizar la señal recibida y enviar un informe al eNB 110 basándose en el análisis.

[0098] La FIG. 17 ilustra una representación en forma de diagrama de bloques de un aparato 1700 de comunicación inalámbrica. El aparato 1700 puede, por ejemplo, implementarse en un UE 120. El aparato 1700 comprende un módulo 1702 para recibir una asignación de un índice de puerto de antena. Un conjunto de puertos de antena puede comprender un grupo lógico de dos o más puertos de antena. El módulo 1702 puede recibir la asignación del índice de puerto de antena como se analizó con respecto a la operación 1602. El aparato 1700 puede comprender además un módulo 1704 para recibir la transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario (RS-UE). La transmisión puede basarse, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena. En algunos diseños, la transmisión puede ser una función del índice de conjunto de puertos de antena. El módulo 1704 puede implementar la operación 1604 de acuerdo con varias opciones de diseño analizadas en el presente documento.

[0099] Se apreciará que se divulgan diversas técnicas para correlacionar recursos de transmisión con transmisiones de RS-UE. Algunas técnicas divulgadas incluyen la inicialización de una secuencia aleatoria al comienzo de un símbolo y el cálculo de un desfase fijo con respecto a los recursos físicos (por ejemplo, RE 306) que asignar a las transmisiones de RS-UE. Algunas técnicas divulgadas incluyen inicializar una secuencia fija al comienzo de un símbolo y calcular un desfase aleatorio con respecto a los recursos físicos que asignar a las transmisiones de RS-UE. Las correlaciones divulgadas pueden lograr la ortogonalización por división de código y/o frecuencia entre señales transmitidas desde puertos de antena de un conjunto de puertos de antena. Puede apreciarse además que, en algunos diseños, la inicialización de secuencia y la correlación pueden realizarse en los UE 120. En un aspecto, los cálculos locales de ubicaciones de transmisión de RS-UE pueden ayudar al UE 120 a recibir transmisiones de RS-UE sin necesidad de recibir información explícita de ubicación de RS-UE desde el eNB 110.

[0100] Se apreciará además que las técnicas divulgadas pueden dar como resultado una densidad de correlación de RS-UE, que puede cambiar entre ranuras que contienen la RS-UE.

[0101] Se apreciará además que las técnicas desveladas pueden dar como resultado una correlación en la que las ubicaciones de los recursos de RS-UE pueden depender de los índices de conjuntos de puertos de antena. En un aspecto, la correlación de RS-UE puede depender de un tipo de CP para una subtrama. En otro aspecto, la correlación de RS-UE puede depender de un tipo de subtrama (por ejemplo, CP normal, DwPTS, retransmisión de subtramas de retorno, etc.).

[0102] Se entiende que el orden o jerarquía específicos de las etapas en los procesos divulgados es un ejemplo de enfoques ejemplares. Tomando como base las preferencias de diseño, se entiende que el orden o jerarquía específicos de las etapas en los procesos se pueden reorganizar manteniéndose dentro del alcance de la presente divulgación. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan elementos de las diversas etapas en un orden de muestra y no pretenden limitarse al orden o jerarquía específicos presentados.

[0103] Los expertos en la técnica entenderán que 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 chips que se pueden haber mencionado 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.

[0104] La expresión "ejemplar" se usa en el presente documento en el sentido de que sirve como ejemplo, instancia o ilustración. No ha de considerarse necesariamente que cualquier aspecto o diseño descrito en el presente documento como "ejemplar" sea preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos o diseños.

[0105] Los expertos en la técnica apreciarían además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden implementar como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación y las restricciones de diseño particulares impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación en particular, pero no se debe interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.

[0106] Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito

5 general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una matriz de puertas programables *in situ* (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistores o de puertas discretas, componentes de hardware discretos o con 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, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

10 [0107] En uno o más modos de realización ejemplares, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o codificar como, una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento informático. Los medios de almacenamiento pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo anterior también deben incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

25 [0108] La descripción previa de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente divulgación. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le concede el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas divulgados en el presente documento.

35 [0109] En vista de los sistemas ejemplares descritos anteriormente, las metodologías que pueden implementarse de acuerdo con el contenido divulgado se han descrito con referencia a varios diagramas de flujo. Aunque para simplificar la explicación, las metodologías se representan y se describen como una serie de bloques, debe entenderse y apreciarse que la materia objeto reivindicada no está limitada por el orden de los bloques, ya que algunos bloques pueden aparecer en órdenes diferentes y/o de manera concurrente con otros bloques con respecto a lo ilustrado y descrito en el presente documento. Además, no todos los bloques ilustrados pueden ser necesarios para implementar las metodologías descritas en el presente documento. Además, debe apreciarse que las metodologías divulgadas en el presente documento pueden almacenarse en un artículo de fabricación para facilitar el transporte y la transferencia de dichas metodologías a los ordenadores. El término "artículo de fabricación", como se usa en el presente documento, está previsto que abarque un programa informático accesible desde cualquier dispositivo, soporte o medio legibles por ordenador.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica (1400) implementado por un punto de acceso (110) en un sistema de múltiple entrada y múltiple salida, MIMO, comprendiendo el procedimiento:
- 10 formar (1402) un conjunto de puertos de antena, en el que el conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena que comparten un conjunto de recursos de transmisión para una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde un índice de conjunto de puertos de antena se asigna al conjunto de puertos de antena;
- 15 transmitir una asignación del índice de conjunto de puertos de antena a un equipo de usuario, UE (120);
- asignar (1404) recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario RS-UE, donde la asignación está basada, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena; y
- transmitir la RS-UE desde los puertos de antena del conjunto de puertos de antena.
- 20 2. El procedimiento (1400) según la reivindicación 1, en el que las transmisiones de RS-UE desde puertos de antena de un conjunto de puertos de antena se multiplexan ortogonalmente en el dominio de frecuencia o se multiplexan ortogonalmente en el dominio de código.
- 25 3. El procedimiento (1400) según la reivindicación 1, en el que el sistema MIMO comprende ocho puertos de antena; y
- en el que la formación (1402) comprende uno de:
- 30 formar cuatro conjuntos de puertos de antena, donde cada conjunto de puertos de antena comprende un par de puertos de antena, y
- formar dos conjuntos de puertos de antena, donde cada conjunto de puertos de antena comprende cuatro puertos de antena.
- 35 4. El procedimiento (1400) según la reivindicación 1, que comprende además inicializar una secuencia de RS-UE que es independiente del índice de conjunto de puertos de antena.
5. El procedimiento (1400) según la reivindicación 4, en el que la inicialización de la secuencia de RS-UE comprende además inicializar la secuencia de RS-UE usando un índice de un símbolo en el que se va a transmitir la RS-UE, y en el que los recursos de transmisión asignados no son contiguos a través de diferentes símbolos.
- 40 6. El procedimiento (1400) según la reivindicación 1, en el que la asignación comprende
- inicializar una secuencia de RS-UE usando el índice de conjunto de puertos de antena; y
- 45 correlacionar los recursos de transmisión con la RS-UE usando la secuencia de RS-UE, donde la correlación es un desfase independiente del índice de conjunto de puertos de antena.
- 50 7. Un aparato de comunicación inalámbrica (1500) para su uso por un punto de acceso (110) en un sistema de múltiple entrada y múltiple salida, MIMO, comprendiendo el aparato:
- medios (1502) para formar un conjunto de puertos de antena, en el que el conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena que comparten un conjunto de recursos de transmisión para una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde un índice de conjunto de puertos de antena se asigna al conjunto de puertos de antena;
- 55 medios para transmitir una asignación del índice de conjunto de puertos de antena a un equipo de usuario, UE (120);
- medios (1504) para asignar recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario RS-UE, donde la asignación está basada, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena; y
- 60 medios para transmitir la RS-UE desde los puertos de antena del conjunto de puertos de antena.
- 65 8. El aparato de comunicación inalámbrica (1500) según la reivindicación 7, en el que dichos medios (1502) para formar un conjunto de puertos de antena, dichos medios para transmitir una asignación del índice de conjunto de puertos de antena, dichos medios (1504) para asignar recursos de transmisión a una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, y dichos medios para transmitir la RS-UE son proporcionados por un procesador.

9. Un procedimiento de comunicación inalámbrica (1600) implementado por un equipo de usuario, UE (120), en un sistema de múltiple entrada y múltiple salida, MIMO, comprendiendo el procedimiento:

5 recibir (1602) una asignación de un índice de conjunto de puertos de antena desde un punto de acceso (110), donde el conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena que comparten un conjunto de recursos de transmisión para una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde el índice de conjunto de puertos de antena se asigna al conjunto de puertos de antena;
 10 recibir (1604) una transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde la señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, utiliza recursos de transmisión basándose, al menos en parte, en el índice de conjunto de puertos de antena;

analizar la señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, recibida; y

15 transmitir un informe basado en el análisis.

10. El procedimiento (1600) según la reivindicación 9, en el que recibir (1604) la transmisión comprende además:

20 inicializar una secuencia que es independiente del índice de conjunto de puertos de antena; y

correlacionar un recurso de transmisión de RS-UE usando la secuencia inicializada, donde la correlación depende del índice de conjunto de puertos de antena.

11. El procedimiento (1600) según la reivindicación 9, en el que la transmisión desde los puertos de antena de un conjunto de puertos de antena o bien:

se multiplexa ortogonalmente en el dominio de frecuencia; o bien

30 se multiplexa ortogonalmente por división de código .

12. El procedimiento (1600) según la reivindicación 9, en el que recibir (1604) la transmisión comprende además:

inicializar una secuencia usando el índice de conjunto de puertos de antena; y

35 correlacionar un recurso de transmisión de RS-UE usando la secuencia inicializada, donde la correlación es un desfase independiente del índice de conjunto de puertos de antena.

13. Un aparato de comunicación inalámbrica (1700) para su uso por un equipo de usuario, UE (120), en un sistema de múltiple entrada y múltiple salida, MIMO, comprendiendo el aparato:

40 medios (1702) para recibir una asignación de un índice de conjunto de puertos de antena desde un punto de acceso (110), donde el conjunto de puertos de antena comprende dos o más puertos de antena que comparten un conjunto de recursos de transmisión para una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, donde el índice de conjunto de puertos de antena se asigna al conjunto de puertos de antena;

45 medios (1704) para recibir una transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario RS-UE, en la que la señal de referencia de equipo de usuario RS-UE utiliza recursos de transmisión basados al menos en parte en el índice de conjunto de puertos de antena;

50 medios para analizar la señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, recibida; y

medios para transmitir un informe basado en el análisis.

14. El aparato de comunicación inalámbrica (1700) según la reivindicación 13, en el que dichos medios (1702) para recibir una asignación de un índice de conjunto de puertos de antena, dichos medios (1704) para recibir una transmisión de una señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, dichos medios para analizar la señal de referencia de equipo de usuario, RS-UE, recibida y dichos medios para transmitir un informe son proporcionados por un procesador.

60 **15.** Un programa informático que comprende instrucciones de programa que son ejecutables por ordenador para implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6 o 9 a 12.

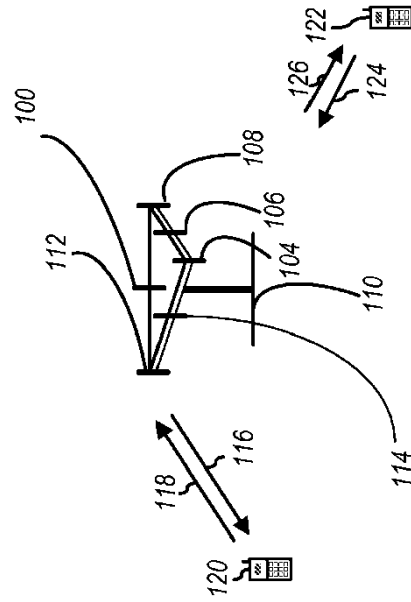


Fig. 1

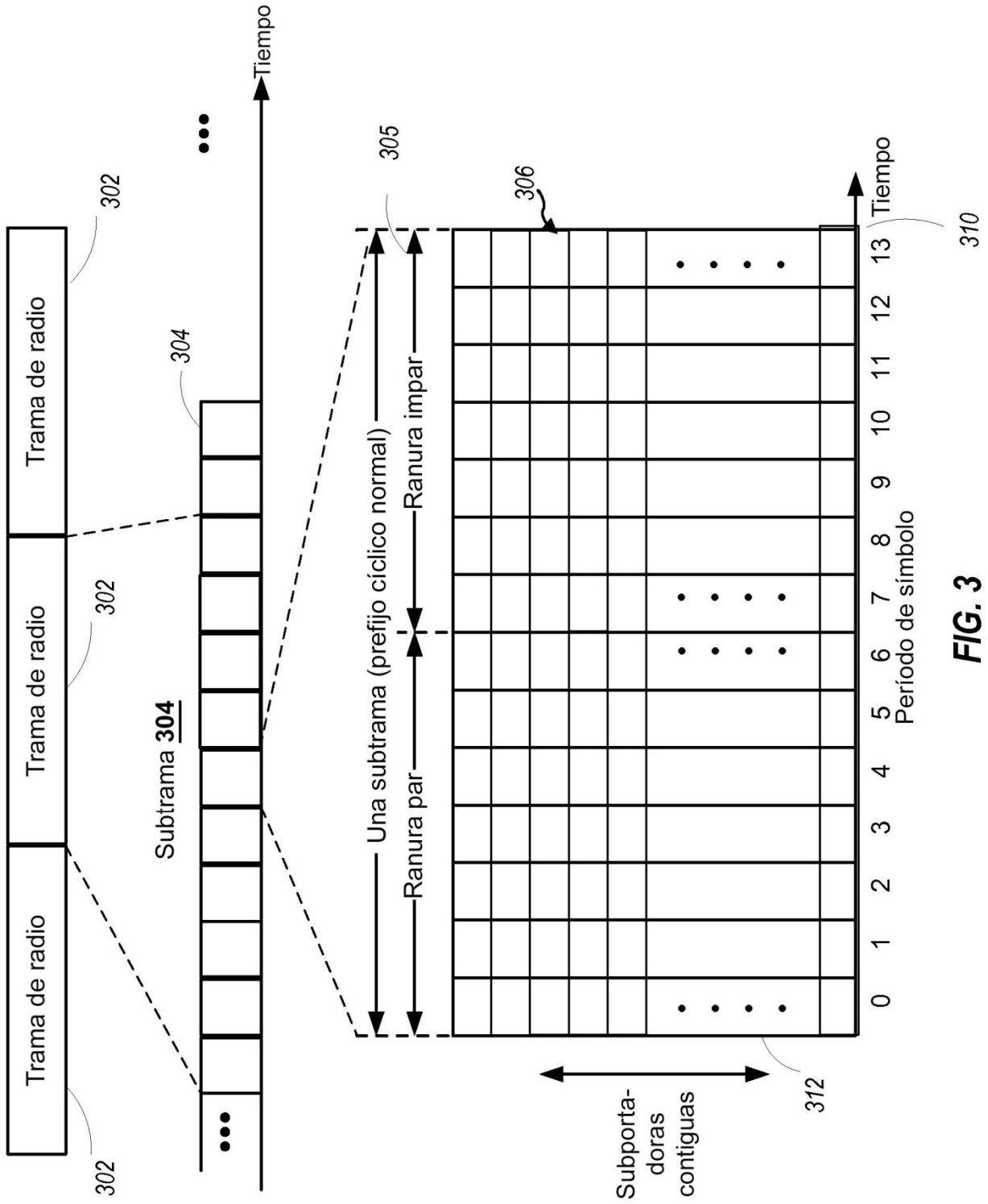


FIG. 3

404 Desfases m' desde la secuencia aleatoria	406 Índice k de tonos CRS dentro de un símbolo ($v=0$)	408 Índice k de tonos CRS dentro de un símbolo ($v=3$)
104	0	3
105	6	9
106	12	15
107	18	21
108	24	27
109	30	33
110	36	39
111	42	45
112	48	51
113	54	57
114	60	63
115	66	69

FIG. 4

500

504 Desfases m' desde la secuencia aleatoria	506 Índice k de tonos CRS dentro de un símbolo ($v=0$)	508 Índice k de tonos CRS dentro de un símbolo ($v=3$)
95	0	3
96	6	9
97	12	15
98	18	21
99	24	27
100	30	33
101	36	39
102	42	45
103	48	51
104	54	57
105	60	63
106	66	69
107	72	642
108	78	648
109	84	654
110	90	660
111	96	666
112	102	672
113	108	678
114	114	684
115	120	690
116	126	696
117	132	702
118	138	708
119	144	714
120	150	720
121	156	726
122	162	732
123	168	738
124	174	744

502

FIG. 5

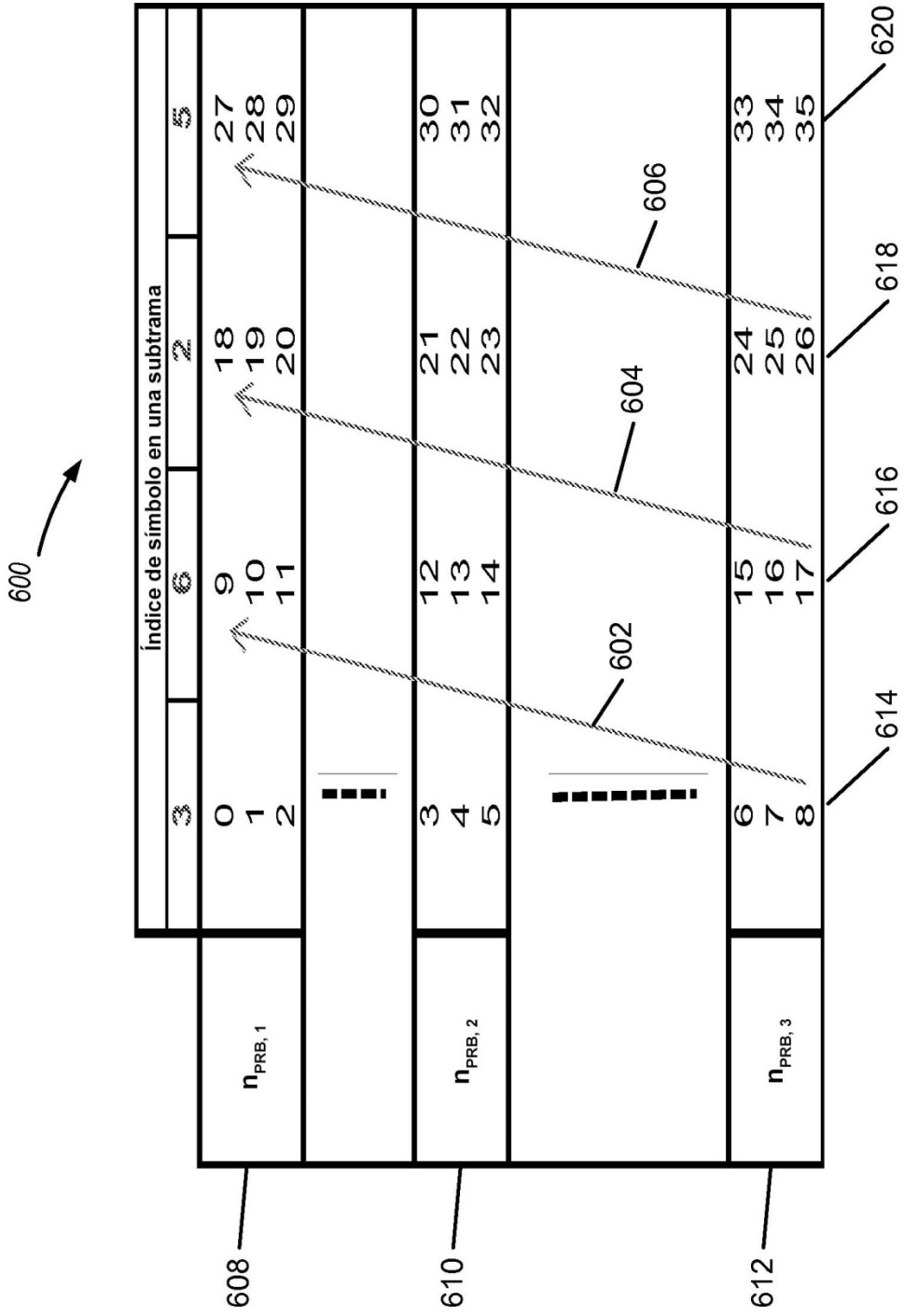


FIG. 6

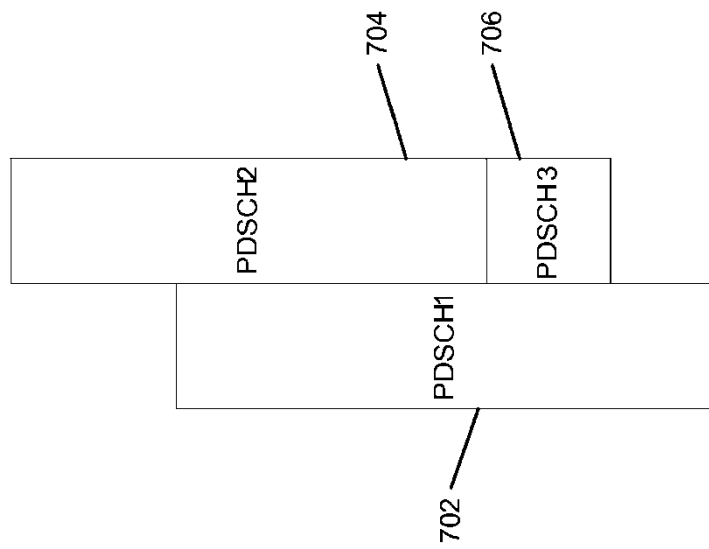


FIG. 7

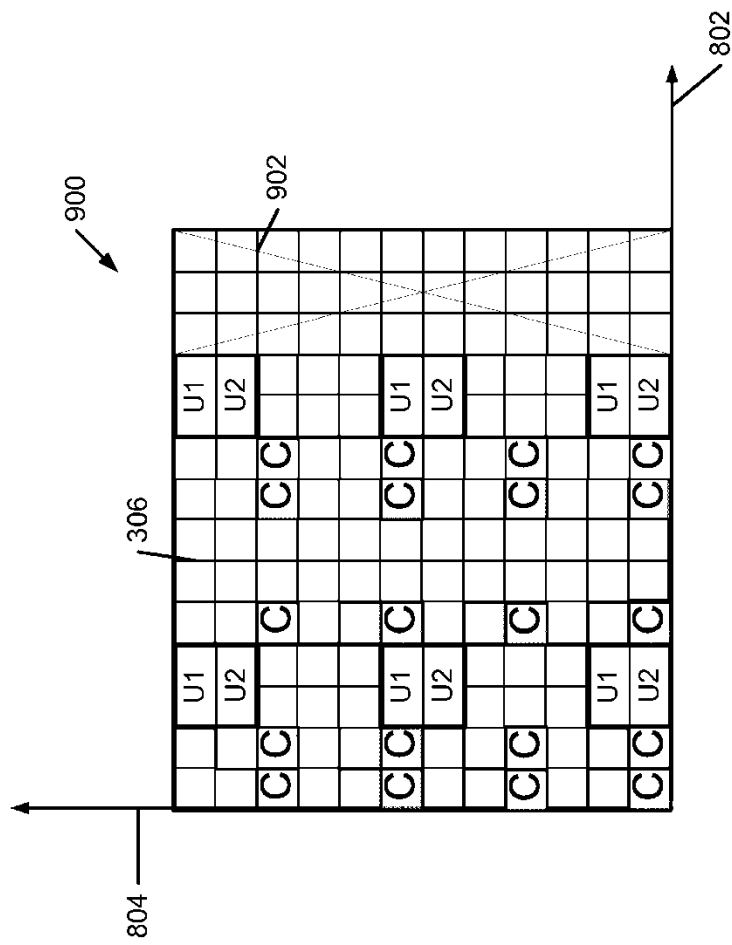


FIG. 9

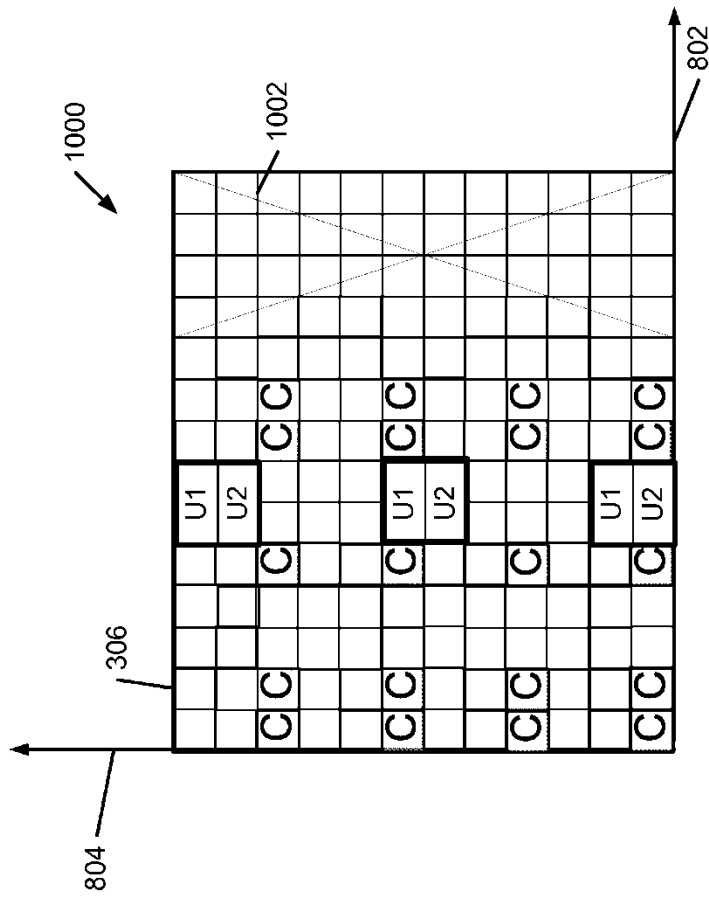


FIG. 10

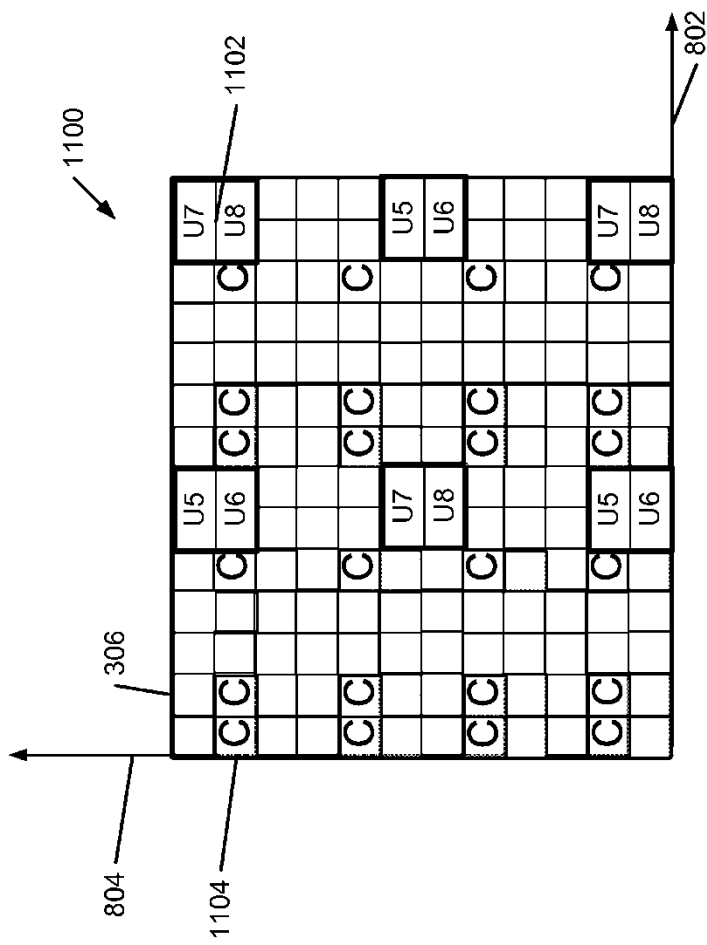


FIG. 11

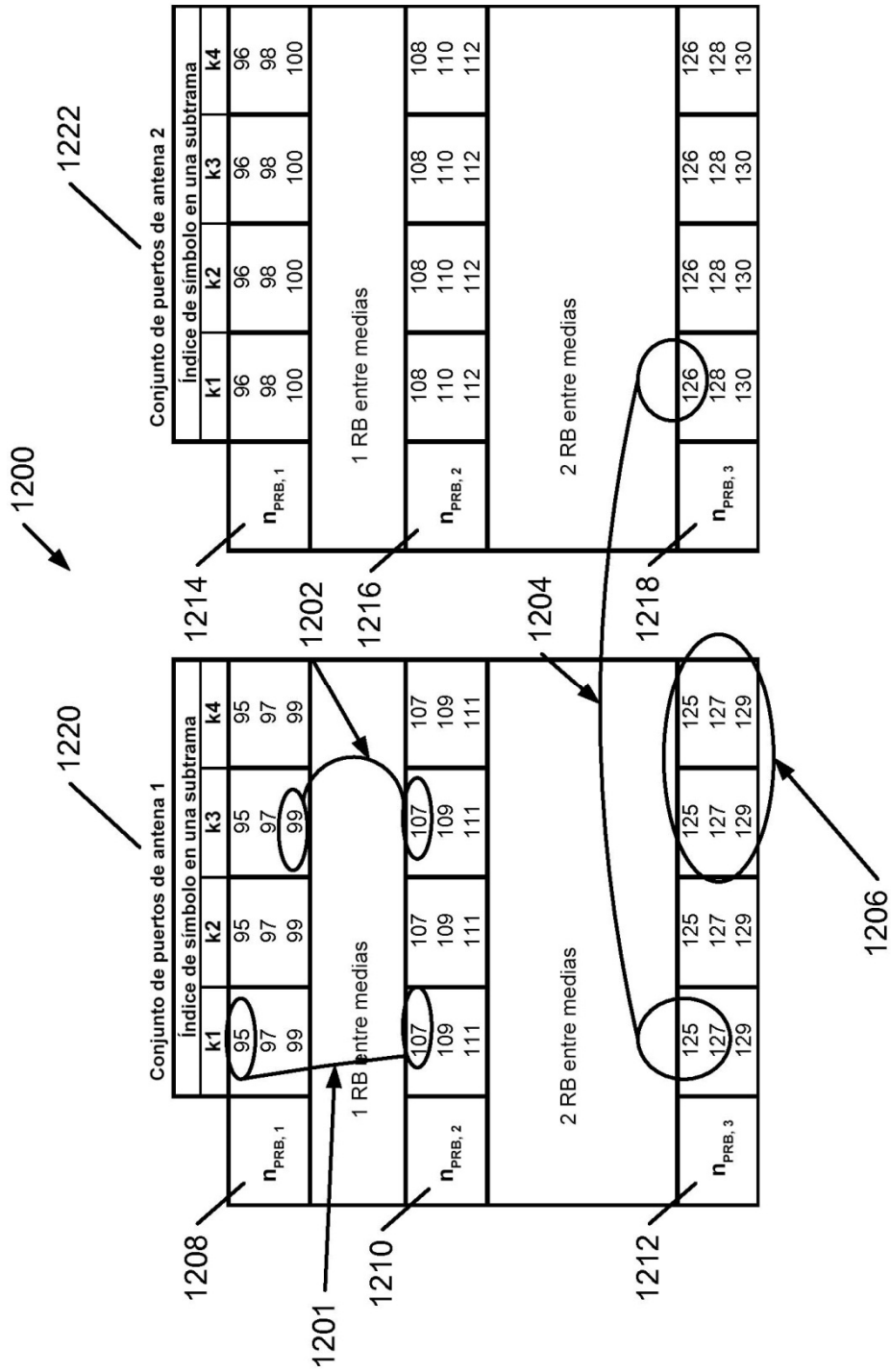


FIG. 12

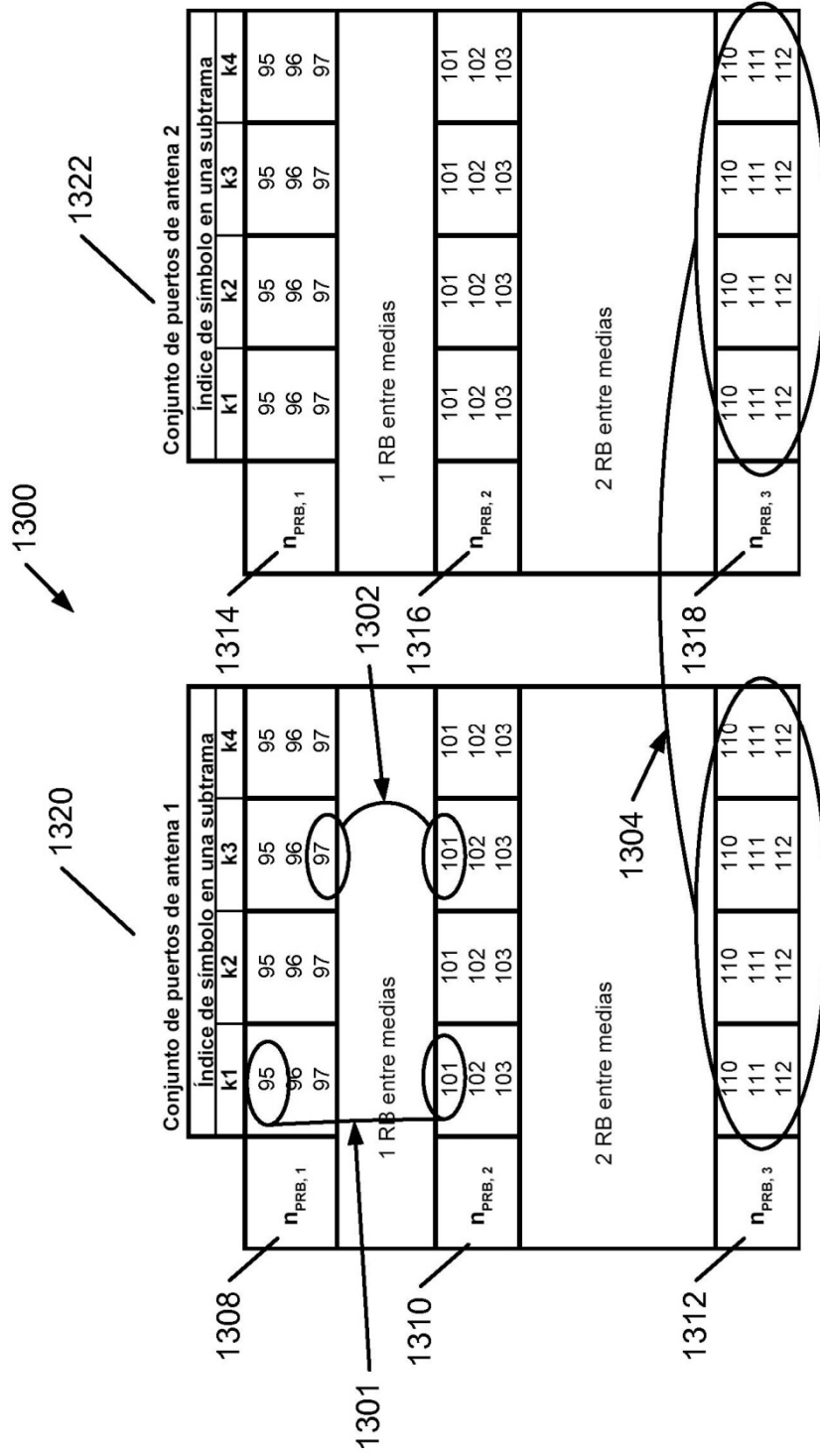


FIG. 13

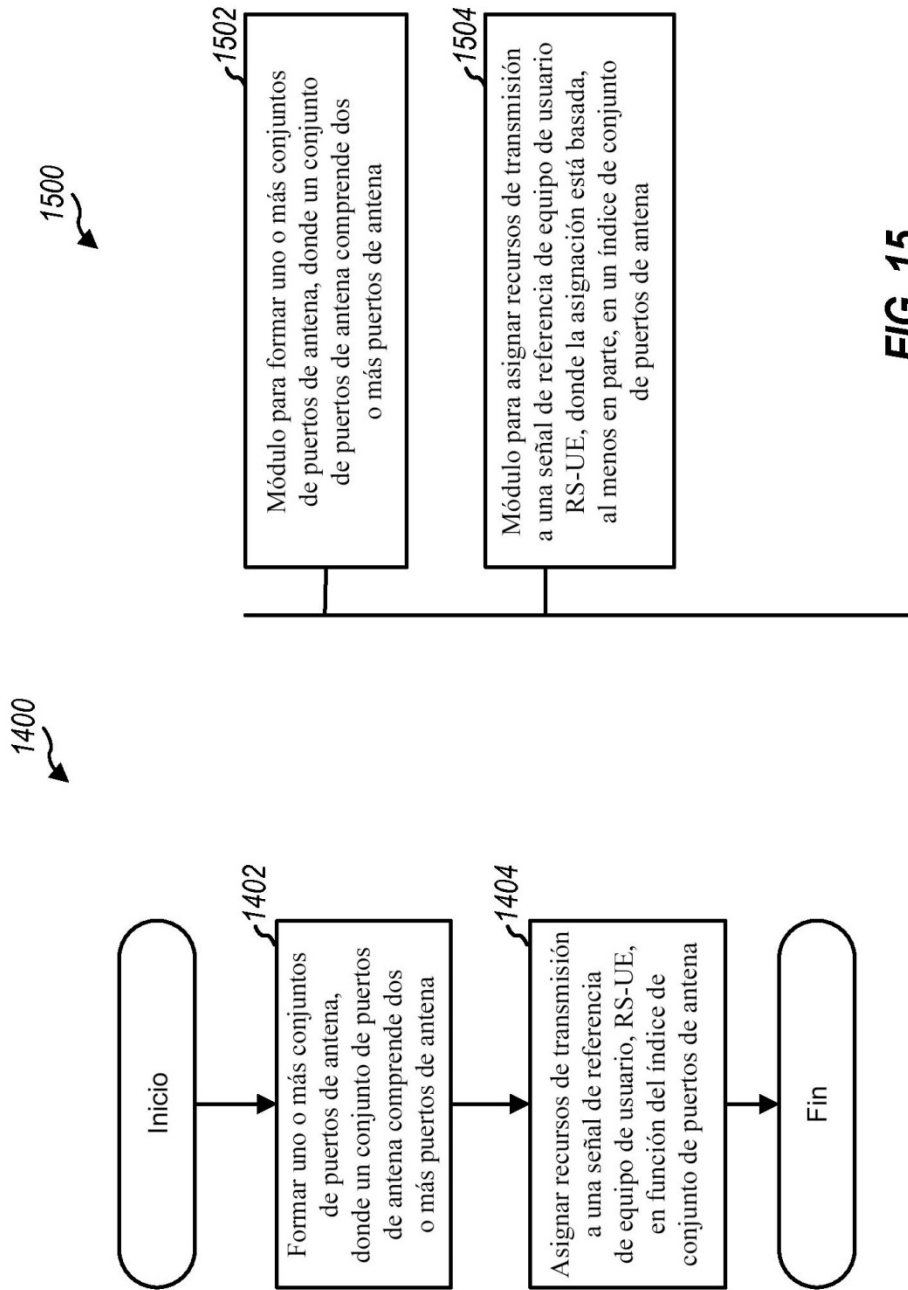


FIG. 15

FIG. 14

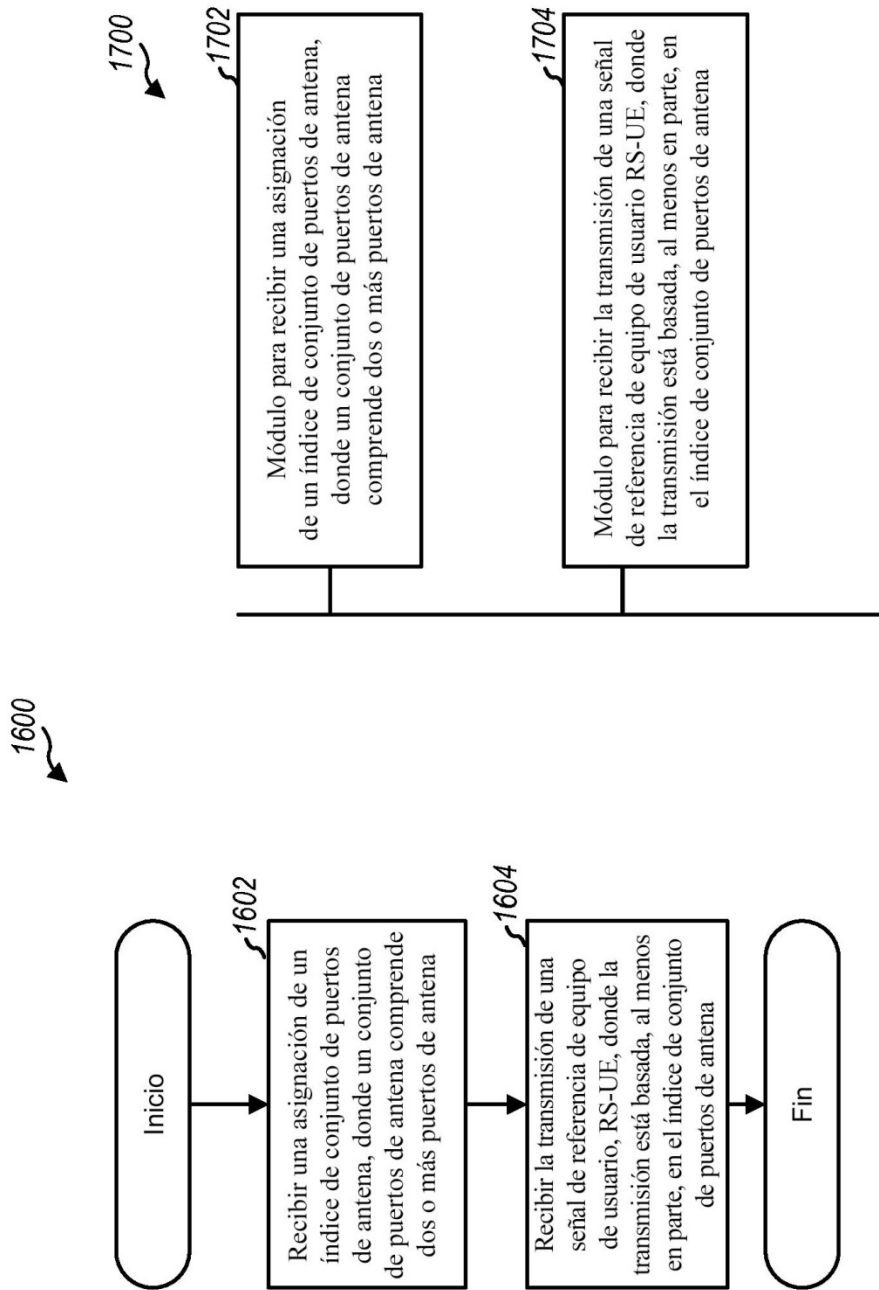


FIG. 16

FIG. 17