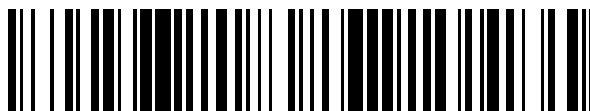


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 866 038**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/0417** (2007.01)

**H04B 7/0452** (2007.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2016 PCT/US2016/066947**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.07.2017 WO17123379**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2016 E 16823416 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2021 EP 3403337**

54 Título: **Entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas**

30 Prioridad:

**14.01.2016 US 201662278653 P**

**14.12.2016 US 201615379184**

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

**19.10.2021**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**

**5775 Morehouse Drive**

**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**EITAN, ALECSANDER PETRU;**

**SANDEROVICH, AMICHAH y**

**BASSON, GAL**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 866 038 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

Entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas

## ANTECEDENTES

## Campo de la divulgación

**[0001]** Determinados aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a comunicaciones inalámbricas y, más en particular, al entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

## Descripción de la técnica relacionada

**[0002]** Las redes de comunicación inalámbrica se despliegan ampliamente para proporcionar diversos servicios de comunicación, tales como voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, radiodifusión, etc. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple, que pueden admitir usuarios múltiples compartiendo los recursos de red disponibles. Los ejemplos de dichas redes de acceso múltiple incluyen redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes de FDMA ortogonal (OFDMA) y redes de FDMA de portadora única (SC-FDMA).

**[0003]** Para abordar el problema de los crecientes requisitos de ancho de banda que se demandan para los sistemas de comunicaciones inalámbricas, se están desarrollando diferentes esquemas para permitir que múltiples STA se comuniquen con un único punto de acceso compartiendo los recursos de canal, logrando al mismo tiempo altas capacidades de proceso de datos. La tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) representa uno enfoque de este tipo, que ha surgido como una técnica popular para los sistemas de comunicación. La tecnología de MIMO se ha adoptado en varias normas de comunicaciones inalámbricas, tales como la norma del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.11. La IEEE 802.11 indica un conjunto de normas de interfaz aérea de red inalámbrica de área local (WLAN) desarrollado por el comité del IEEE 802.11 para comunicaciones de corto alcance (por ejemplo, de decenas de metros a unas pocas centenas de metros).

**[0004]** La banda de 60 GHz es una banda sin licencia que presenta una gran cantidad de ancho de banda y una gran superposición mundial. El gran ancho de banda significa que se puede transmitir un volumen muy alto de información de forma inalámbrica. Como resultado, se pueden desarrollar múltiples aplicaciones, requiriendo cada una la transmisión de grandes cantidades de datos, para permitir la comunicación inalámbrica alrededor de la banda de 60 GHz. Los ejemplos de dichas aplicaciones incluyen, pero no se limitan a, controladores de juegos, dispositivos interactivos móviles, TV inalámbrica de alta definición (HDTV), estaciones de acoplamiento inalámbricas, Ethernet de Gigabit inalámbrico y muchos otros.

**[0005]** Las operaciones en la banda de 60 GHz permiten el uso de antenas más pequeñas en comparación con las frecuencias más bajas. Sin embargo, en comparación con el funcionamiento en frecuencias más bajas, las ondas de radio alrededor de la banda de 60 GHz tienen una alta atenuación atmosférica y están sujetas a niveles más altos de absorción por los gases atmosféricos, la lluvia, los objetos y similares, lo que da como resultado una mayor pérdida de espacio libre. La mayor pérdida de espacio libre se puede compensar usando muchas antenas pequeñas, por ejemplo, dispuestas en un sistema en fase.

**[0006]** Se pueden coordinar múltiples antenas para formar un haz congruente que se desplaza en una dirección deseada. Se puede girar un campo eléctrico para cambiar esta dirección. La transmisión resultante se polariza en base al campo eléctrico. Un receptor también puede incluir antenas que se pueden adaptar para coincidir con, o adaptarse a, la polaridad de transmisión cambiante.

## BREVE EXPLICACIÓN

**[0007]** La invención se define por aparatos, procedimientos y un medio legible por ordenador de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1-3, 12 y 14. Los modos de realización preferentes de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0008]**

La FIG. 1 ilustra una red de comunicaciones inalámbricas de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un punto de acceso (AP) y de STA de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 4 es un flujo de llamada de ejemplo que ilustra una fase de entrenamiento de haces, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 5 ilustra un elemento de parche con doble polarización de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra la propagación de señales en una implementación antenas de sistema en fase, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo del funcionamiento de ejemplo para proporcionar una indicación para realizar un entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 7A ilustra medios de ejemplo que pueden realizar las operaciones mostradas en la FIG. 7.

La FIG. 8 es un diagrama de flujo del funcionamiento de ejemplo para recibir una indicación para realizar un entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 8A ilustra medios de ejemplo que pueden realizar las operaciones mostradas en la FIG. 8.

La FIG. 9A ilustra un formato de campo de solicitud de protocolo de refinamiento de haces (BRP) de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 9B ilustra una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO se usa para el entrenamiento de conformación de haces y un número correspondiente de flujos, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

Los aspectos de la divulgación relacionados con la fig. 10-13A no son de acuerdo con la invención y están presentes sólo con propósitos ilustrativos.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo del funcionamiento de ejemplo para emitir la transmisión de una trama de barrido de sector (SSW), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 10A ilustra medios de ejemplo que pueden realizar las operaciones mostradas en la FIG. 10.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo del funcionamiento de ejemplo para obtener una trama de SSW, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 11A ilustra medios de ejemplo que pueden realizar las operaciones mostradas en la FIG. 11.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo del funcionamiento de ejemplo para proporcionar una indicación de una cadena de RF, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 12A ilustra medios de ejemplo que pueden realizar las operaciones mostradas en la FIG. 12.

La FIG. 13 es un diagrama de flujo del funcionamiento de ejemplo para obtener una indicación de una cadena de RF, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 13A ilustra medios de ejemplo que pueden realizar las operaciones mostradas en la FIG. 13.

**[0009]** Para facilitar el entendimiento, se han usado, donde ha sido posible, números de referencia idénticos para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Se contempla que los elementos divulgados en un modo de realización se puedan utilizar de forma beneficiosa en otros modos de realización sin una mención específica.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

**[0010]** Los aspectos de la presente divulgación se relacionan, en general, con el entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Por ejemplo, se

puede adaptar el formato existente de tramas de acuerdo con la IEEE 802.11ad para facilitar la conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO.

**[0011]** El término "ejemplar" se usa en el presente documento en el sentido de "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" no se ha de interpretar necesariamente como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos.

**[0012]** Aunque en el presente documento se describen aspectos particulares, muchas variantes y permutaciones de estos aspectos se hallan dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferentes, no se pretende limitar el alcance de la divulgación a beneficios, usos u objetivos particulares. En cambio, los aspectos de la divulgación pretenden ser ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, de los que algunos se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferentes. La descripción detallada y los dibujos simplemente ilustran la divulgación en lugar de limitarla, estando definido el alcance de la invención por las reivindicaciones adjuntas.

**[0013]** Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluyendo sistemas de comunicación que se basan en un esquema de multiplexación ortogonal. Los ejemplos de dichos sistemas de comunicación incluyen el sistema de acceso múltiple por división espacial (SDMA), el sistema de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el sistema de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) y el sistema de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA). Un sistema de SDMA puede utilizar direcciones suficientemente diferentes para transmitir de forma simultánea datos que pertenezcan a múltiples estaciones. Un sistema de TDMA puede permitir que múltiples estaciones compartan el mismo canal de frecuencia, dividiendo la señal de transmisión en ranuras temporales diferentes, estando asignada cada ranura temporal a diferentes estaciones. Un sistema de OFDMA utiliza multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), que es una técnica de modulación que divide el ancho de banda del sistema global en múltiples subportadoras ortogonales. Estas subportadoras también se pueden denominar tonos, periodos, etc. Con OFDM, cada subportadora se puede modular independientemente con datos. Un sistema de SC-FDMA puede utilizar FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir en subportadoras que están distribuidas a través del ancho de banda del sistema, FDMA localizado (LFDMA) para transmitir en un bloque de subportadoras contiguas o FDMA potenciado (EFDMA) para transmitir en múltiples bloques de subportadoras contiguas. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDMA.

**[0014]** Las enseñanzas en el presente documento se pueden incorporar en (por ejemplo, implementar dentro de o realizar por) una variedad de aparatos por cable o inalámbricos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo inalámbrico implementado de acuerdo con las enseñanzas en el presente documento puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

**[0015]** Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse como, o conocerse como un nodo B, controlador de red de radio ("RNC"), nodo B evolucionado (eNB), controlador de estación base ("BSC"), estación transceptora base ("BTS"), estación base ("BS"), función transceptora ("TF"), encaminador de radio, transceptor de radio, conjunto de servicios básico ("BSS"), conjunto de servicios ampliado ("ESS"), estación base de radio ("RBS") o con alguna otra terminología.

**[0016]** Un terminal de acceso ("AT") puede comprender, implementarse como, o conocerse como una estación de abonado, una unidad de abonado, una estación móvil (MS), una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario (UT), un agente de usuario, un dispositivo de usuario, equipo de usuario (UE), una estación de usuario o con alguna otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono móvil, un teléfono sin cables, un teléfono con protocolo de inicio de sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente personal digital ("PDA"), un dispositivo de mano que tiene capacidad de conexión inalámbrica, una estación ("STA", tal como una "STA AP" que actúa como un AP o una "STA distinta de AP") o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. En consecuencia, uno o más aspectos que se enseñan en el presente documento se pueden incorporar a un teléfono (por ejemplo, un teléfono móvil o un teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), una tableta, un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente de datos personal), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o vídeo, o una radio por satélite), un dispositivo del sistema de posicionamiento global (GPS) o cualquier otro dispositivo adecuado que se configura para comunicarse por medio de un medio inalámbrico o por cable. En algunos aspectos, el AT puede ser un nodo inalámbrico. Dicho nodo inalámbrico puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para, o con, una red (por ejemplo, una red de área amplia tal como Internet o una red celular) por medio de un enlace de comunicación por cable o inalámbrica.

#### SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EJEMPLO

**[0017]** La FIG. 1 ilustra un sistema 100 en el que se pueden realizar aspectos de la divulgación. Por ejemplo, un

punto de acceso 120 puede realizar entrenamiento de conformación de haces para mejorar la calidad de señal durante la comunicación con una estación (STA) 120. El entrenamiento de conformación de haces se puede realizar usando un esquema de transmisión de MIMO.

**[0018]** El sistema 100 puede ser, por ejemplo, un sistema 100 de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de acceso múltiple, con puntos de acceso y estaciones. Para simplificar, solo se muestra un punto de acceso 110 en la FIG. 1. Un punto de acceso es, en general, una estación fija que se comunica con las estaciones, y que se puede denominar también estación base, o con alguna otra terminología. Una STA puede ser fija o móvil y se puede denominar también estación móvil, dispositivo inalámbrico o con alguna otra terminología. El punto de acceso 110 se puede comunicar con una o más STA 120 en cualquier momento dado en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El enlace descendente (es decir, el enlace directo) es el enlace de comunicación desde el punto de acceso a las STA, y el enlace ascendente (es decir, el enlace inverso) es el enlace de comunicación desde las STA al punto de acceso. Una STA también se puede comunicar de par a par con otra STA.

**[0019]** Un controlador de sistema 130 puede proporcionar coordinación y control para estos AP y/u otros sistemas. Los AP se pueden gestionar por el controlador de sistema 130, por ejemplo, que puede manejar los ajustes de la potencia de radiofrecuencia, los canales, la autenticación y la seguridad. El controlador de sistema 130 se puede comunicar con los AP por medio de una red de retorno. Los AP también se pueden comunicar entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente, por medio de una red de retorno inalámbrica o alámbrica.

**[0020]** Si bien partes de la siguiente divulgación describirán que las STA 120 se pueden comunicar por medio de acceso múltiple por división espacial (SDMA), para determinados aspectos, las STA 120 pueden incluir también algunas STA que no admiten SDMA. Por tanto, para dichos aspectos, un AP 110 se puede configurar para comunicarse con STA, tanto de SDMA como distintas de SDMA. Este enfoque puede permitir de forma conveniente que versiones antiguas de las STA (estaciones "heredadas") permanezcan desplegadas en una empresa, ampliando su vida útil, mientras que permite que se introduzcan nuevas STA de SDMA como se considere apropiado.

**[0021]** El sistema 100 emplea múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción para la transmisión de datos en el enlace descendente y el enlace ascendente. El punto de acceso 110 está equipado con  $N_{ap}$  antenas y representa las múltiples entradas (MI) para transmisiones de enlace descendente y las múltiples salidas (MO) para transmisiones de enlace ascendente. Un conjunto de  $K$  STA 120 seleccionadas representa conjuntamente las múltiples salidas para transmisiones de enlace descendente y las múltiples entradas para transmisiones de enlace ascendente. Para el SDMA puro, se desea tener  $N_{ap} \geq K \geq 1$  si los flujos de símbolos de datos para las  $K$  STA no están multiplexados en código, frecuencia o tiempo por algún medio.  $K$  puede ser mayor que  $N_{ap}$  si los flujos de símbolos de datos se pueden multiplexar usando una técnica de TDMA, canales de código diferentes con CDMA, conjuntos inconexos de subbandas con OFDM y así sucesivamente. Cada STA seleccionada transmite datos específicos de usuario a y/o recibe datos específicos de usuario desde el punto de acceso. En general, cada STA seleccionada puede estar equipada con una o múltiples antenas (es decir,  $N_{ut} \geq 1$ ). Las  $K$  STA seleccionadas pueden tener el mismo número, o un número diferente, de antenas.

**[0022]** El sistema 100 puede ser un sistema de duplexado por división de tiempo (TDD) o un sistema de duplexado por división de frecuencia (FDD). Para un sistema de TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencias. Para un sistema de FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente usan bandas de frecuencias diferentes. El sistema de MIMO 100 también puede utilizar una única portadora o múltiples portadoras para su transmisión. Cada STA puede estar equipada con una única antena (por ejemplo, para mantener bajos los costes) o múltiples antenas (por ejemplo, donde se pueda soportar el coste adicional). El sistema 100 también puede ser un sistema de TDMA si las STA 120 comparten el mismo canal de frecuencia dividiendo la transmisión/recepción en ranuras temporales diferentes, estando cada ranura temporal asignada a una STA 120 diferente.

**[0023]** La FIG. 2 ilustra componentes de ejemplo del AP 110 y del UT 120 ilustrados en la FIG. 1, que se pueden usar para implementar aspectos de la presente divulgación. Uno o más componentes del AP 110 y del UT 120 se pueden usar para poner en práctica aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, la antena 224, el Tx/Rx 222, los procesadores 210, 220, 240, 242 y/o el controlador 230 o la antena 252, el Tx/Rx 254, los procesadores 260, 270, 288 y 290, y/o el controlador 280, se pueden usar para realizar las operaciones descritas en el presente documento e ilustradas con referencia a las FIG. 7 y 7A, las FIG. 8 y 8A, las FIG. 10 y 10A, las FIG. 11 y 11A, la FIG. 12 y 12A, y/o la FIG. 13 y 13A.

**[0024]** La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques del punto de acceso 110 y dos STA 120m y 120x en un sistema de MIMO 100. El punto de acceso 110 está equipado con  $N_t$  antenas 224a a 224ap. La STA 120m está equipada con  $N_{ut,m}$  antenas 252ma a 252mu, y la STA 120x está equipada con  $N_{ut,x}$  antenas 252xa a 252xu. El punto de acceso 110 es una entidad de transmisión para el enlace descendente y una entidad de recepción para el enlace ascendente. Cada STA 120 es una entidad de transmisión para el enlace ascendente y una entidad de recepción para el enlace descendente. Como se usa en el presente documento, una "entidad de transmisión" es un aparato o dispositivo que se hace funcionar independientemente que puede transmitir datos por medio de un canal

inalámbrico, y una "entidad de recepción" es un aparato o dispositivo que se hace funcionar independientemente que puede recibir datos por medio de un canal inalámbrico. En la siguiente descripción, el subíndice "*dn*" indica el enlace descendente, el subíndice "*up*" indica el enlace ascendente, se seleccionan  $N_{up}$  STA para una transmisión simultánea en el enlace ascendente, se seleccionan  $N_{dn}$  STA para una transmisión simultánea en el enlace descendente,  $N_{up}$  puede ser igual o no a  $N_{dn}$ , y  $N_{up}$  y  $N_{dn}$  pueden ser valores estáticos o pueden cambiar para cada intervalo de programación. Se puede usar la orientación de haces o alguna otra técnica de procesamiento espacial en el punto de acceso y en la STA.

**[0025]** En el enlace ascendente, en cada STA 120 seleccionada para la transmisión de enlace ascendente, un procesador de datos de transmisión (TX) 288 recibe datos de tráfico desde una fuente de datos 286 y datos de control desde un controlador 280. El controlador 280 se puede acoplar a una memoria 282. El procesador de datos de TX 288 procesa (por ejemplo, codifica, intercala y modula) los datos de tráfico para la STA en base a los esquemas de codificación y modulación asociados con la velocidad seleccionada para la STA y proporciona un flujo de símbolos de datos. Un procesador espacial de TX 290 realiza un procesamiento espacial en el flujo de símbolos de datos y proporciona  $N_{ut,m}$  flujos de símbolos de transmisión para las  $N_{ut,m}$  antenas. Cada unidad transmisora (TMTR) 254 recibe y procesa (por ejemplo, convierte a analógico, amplifica, filtra y aumenta en frecuencia) un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace ascendente.  $N_{ut,m}$  unidades transmisoras 254 proporcionan  $N_{ut,m}$  señales de enlace ascendente para su transmisión desde  $N_{ut,m}$  antenas 252 al punto de acceso.

**[0026]** Se pueden programar  $N_{up}$  STA para una transmisión simultánea en el enlace ascendente. Cada una de estas STA realiza un procesamiento espacial en su flujo de símbolos de datos y transmite al punto de acceso su conjunto de flujos de símbolos de transmisión en el enlace ascendente.

**[0027]** En el punto de acceso 110,  $N_{ap}$  antenas 224a a 224ap reciben las señales de enlace ascendente desde todas las  $N_{up}$  STA que transmiten en el enlace ascendente. Cada antena 224 proporciona una señal recibida a una respectiva unidad receptora (RCVR) 222. Cada unidad receptora 222 realiza un procesamiento complementario al realizado por la unidad transmisora 254 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial de RX 240 realiza el procesamiento espacial de receptor en los  $N_{ap}$  flujos de símbolos recibidos desde las  $N_{ap}$  unidades receptoras 222 y proporciona  $N_{up}$  flujos de símbolos de datos de enlace ascendente recuperados. El procesamiento espacial de receptor se realiza de acuerdo con la inversión de matriz de correlación de canal (CCMI), el error cuadrático medio mínimo (MMSE), la anulación de interferencia flexible (SIC) o con alguna otra técnica. Cada flujo de símbolos de datos de enlace ascendente recuperado es una estimación de un flujo de símbolos de datos transmitido por una respectiva STA. Un procesador de datos de RX 242 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) cada flujo de símbolos de datos de enlace ascendente recuperado de acuerdo con la velocidad usada para ese flujo para obtener datos descodificados. Los datos descodificados para cada STA se pueden proporcionar a un colector de datos 244 para su almacenamiento y/o a un controlador 230 para su procesamiento adicional. El controlador 230 se puede acoplar a una memoria 232.

**[0028]** En el enlace descendente, en el punto de acceso 110, un procesador de datos de TX 210 recibe datos de tráfico desde una fuente de datos 208 para  $N_{dn}$  STA programadas para la transmisión de enlace descendente, datos de control desde un controlador 230 y, posiblemente, otros datos desde un programador 234. Los diversos tipos de datos se pueden enviar en canales de transporte diferentes. El procesador de datos de TX 210 procesa (por ejemplo, codifica, intercala y modula) los datos de tráfico para cada STA en base a la velocidad seleccionada para esa STA. El procesador de datos de TX 210 proporciona  $N_{dn}$  flujos de símbolos de datos de enlace descendente para las  $N_{dn}$  STA. Un procesador espacial de TX 220 realiza un procesamiento espacial (tal como una precodificación o conformación de haces, como se describe en la presente divulgación) en los  $N_{dn}$  flujos de símbolos de datos de enlace descendente, y proporciona  $N_{ap}$  flujos de símbolos de transmisión para las  $N_{ap}$  antenas. Cada unidad transmisora 222 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace descendente.  $N_{ap}$  unidades transmisoras 222 proporcionan  $N_{ap}$  señales de enlace descendente para su transmisión desde  $N_{ap}$  antenas 224 a las STA. Los datos descodificados para cada STA se pueden proporcionar a un colector de datos 272 para su almacenamiento y/o a un controlador 280 para su procesamiento adicional.

**[0029]** En cada STA 120,  $N_{ut,m}$  antenas 252 reciben las  $N_{ap}$  señales de enlace descendente desde el punto de acceso 110. Cada unidad receptora 254 procesa una señal recibida desde una antena asociada 252 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial de RX 260 realiza el procesamiento espacial de receptor en los  $N_{ut,m}$  flujos de símbolos recibidos desde las  $N_{ut,m}$  unidades receptoras 254 y proporciona un flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperado para la STA. El procesamiento espacial de receptor se realiza de acuerdo con la CCMI, el MMSE o alguna otra técnica. Un procesador de datos de RX 270 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) el flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperado para obtener datos descodificados para la STA.

**[0030]** En cada STA 120, un estimador de canal 278 estima la respuesta de canal de enlace descendente y proporciona estimaciones de canal de enlace descendente, que pueden incluir estimaciones de ganancia de canal, estimaciones de SNR, varianza de ruido y así sucesivamente. De forma similar, en el punto de acceso 110, un

estimador de canal 228 estima la respuesta de canal de enlace ascendente y proporciona estimaciones de canal de enlace ascendente. El controlador 280 para cada STA típicamente deriva la matriz de filtro espacial para la STA en base a la matriz de respuesta de canal de enlace descendente  $H_{dn,m}$  para esa STA. El controlador 230 deriva la matriz de filtro espacial para el punto de acceso en base a la matriz de respuesta de canal de enlace ascendente eficaz  $H_{up,eff}$ . El controlador 280 para cada STA puede enviar información de realimentación (por ejemplo, los autovectores, los autovalores, las estimaciones de SNR y así sucesivamente, de enlace descendente y/o de enlace ascendente) al punto de acceso. Los controladores 230 y 280 también controlan el funcionamiento de diversas unidades de procesamiento en el punto de acceso 110 y en la STA 120, respectivamente.

**[0031]** La FIG. 3 ilustra diversos componentes que se pueden utilizar en un dispositivo inalámbrico 302 que se puede emplear dentro del sistema de MIMO 100. El dispositivo inalámbrico 302 es un ejemplo de un dispositivo que se puede configurar para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede implementar las operaciones 800 y 900 ilustradas en las FIG. 8 y 9, respectivamente. El dispositivo inalámbrico 302 puede ser un punto de acceso 110 o una STA 120.

**[0032]** El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir un procesador 304 que controla el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 302. El procesador 304 también se puede denominar unidad de procesamiento central (CPU). La memoria 306, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 304. Una parte de la memoria 306 también puede incluir memoria no volátil de acceso aleatorio (NVRAM). El procesador 304 realiza típicamente operaciones lógicas y aritméticas en base a instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 306. Las instrucciones de la memoria 306 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

**[0033]** El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir una carcasa 308 que puede incluir un transmisor 310 y un receptor 312 para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo inalámbrico 302 y un nodo remoto. En algunos casos, tales como un sistema semidúplex (por ejemplo, WLAN), el transmisor 310 y el receptor 312 se pueden combinar. El transmisor 310 y el receptor 312 se pueden combinar como un transceptor 314. Una única antena o una pluralidad de antenas de transmisión 316 se pueden fijar a la carcasa 308 y acoplar eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores (no mostrados).

**[0034]** El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un detector de señales 318 que se puede usar con la intención de detectar y cuantificar el nivel de las señales recibidas por el transceptor 314. El detector de señales 318 puede detectar dichas señales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y otras señales. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 320 para su uso en el procesamiento de señales.

**[0035]** Los diversos componentes del dispositivo inalámbrico 302 se pueden acoplar entre sí por un sistema de bus 322, que puede incluir un bus de potencia, un bus de señales de control y un bus de señales de estado, además de un bus de datos.

#### Entrenamiento de conformación de haces de ejemplo

**[0036]** Se pueden usar aspectos de la presente divulgación para determinar la rotación relativa de dispositivos (por ejemplo, AP y/o STA distintas de AP) en base a señales de entrenamiento. En algunos casos, las señales de entrenamiento se pueden transmitir como parte de un proceso de entrenamiento de conformación de haces (BF) de acuerdo con, por ejemplo, la norma IEEE 802.11ad. Conocer la rotación relativa puede permitir que cada dispositivo optimice la configuración de la antena para transmisión y recepción.

**[0037]** Un proceso de entrenamiento de BF de ejemplo se ilustra en la FIG. 4. El proceso de BF se emplea típicamente por un par de estaciones de ondas milimétricas, por ejemplo, un receptor y un transmisor. Cada emparejamiento de las estaciones logra el balance del enlace necesario para la comunicación posterior entre esos dispositivos de red. Como tal, el entrenamiento de BF típicamente implica una secuencia bidireccional de transmisiones de tramas de entrenamiento de BF que usa barrido de sector y proporciona las señales necesarias para permitir que cada estación determine la configuración del sistema de antenas apropiada tanto para la transmisión como para la recepción. Después de completar satisfactoriamente el entrenamiento de BF, se puede establecer un enlace de comunicación (por ejemplo, de onda milimétrica).

**[0038]** El proceso de conformación de haces puede ayudar a abordar uno de los problemas de comunicación en el espectro de ondas milimétricas, que es su alta pérdida de trayectoria. Como tal, se coloca una gran cantidad de antenas en cada transceptor para aprovechar la ganancia de conformación de haces para ampliar el alcance de comunicación. Es decir, se envía la misma señal desde cada antena en un sistema, pero en tiempos ligeramente diferentes.

**[0039]** Como se muestra en el proceso de entrenamiento de BF 400 de ejemplo ilustrado en la FIG. 4, el proceso de BF puede incluir una fase de barrido a nivel de sector (SLS) 410 y una etapa de refinamiento de haces 420

posterior. En la fase SLS, una de las STA actúa como iniciador llevando a cabo un barrido de sector iniciador 412, que es seguido de un barrido de sector de transmisión 414 por la estación respondedora (donde la estación respondedora lleva a cabo un barrido de sector de respondedor). Un sector en general se refiere a un patrón de antena de transmisión o bien a un patrón de antena de recepción correspondiente a un ID de sector particular. Como se menciona anteriormente, una estación puede tener un transceptor que incluye una o más antenas activas en un sistema de antenas (por ejemplo, un sistema de antenas en fase).

**[0040]** La fase SLS 410 típicamente concluye después de que una estación iniciadora recibe realimentación de barrido de sector 416 y envía un acuse de recibo (ACK) de sector 418, estableciendo de este modo la BF. Cada transceptor de la estación iniciadora y de la estación respondedora se configura para llevar a cabo una recepción de barrido de sector de receptor (RXSS) de tramas de barrido de sector (SSW) por medio de diferentes sectores, en la que se realiza un barrido entre recepciones consecutivas y una transmisión de múltiples barridos de sector (SSW) (TXSS) o tramas de baliza de múltiples gigabits direccionales (DMG) por medio de diferentes sectores, en la que se realiza un barrido entre transmisiones consecutivas.

**[0041]** Durante la fase de refinamiento de haces 420, cada estación puede realizar un barrido de una secuencia de transmisiones (422 y 424), separadas por un intervalo de breve espacio entre tramas de conformación de haces (SBIFS), en el que la configuración de antena en el transmisor o receptor se puede cambiar entre transmisiones, culminando en el intercambio de realimentación de BRP definitivo 426 y 428. De esta manera, el refinamiento de haces es un proceso donde una estación puede mejorar su configuración de antena (o vector de ponderación de antena) tanto para la transmisión como para la recepción. Es decir, cada antena incluye un vector de ponderación de antena (AWV), que además incluye un vector de ponderaciones que describe la excitación (amplitud y fase) para cada elemento de un sistema de antenas.

**[0042]** La FIG. 5 ilustra un elemento de parche con doble polarización 500 de ejemplo que se puede emplear, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 5, un único elemento de un sistema de antenas puede contener múltiples antenas polarizadas. Se pueden combinar entre sí múltiples elementos para formar un sistema de antenas. Las antenas polarizadas pueden estar espaciadas radialmente. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5, se pueden disponer dos antenas polarizadas perpendicularmente, correspondientes a una antena polarizada horizontalmente 510 y una antena polarizada verticalmente 520. De forma alternativa, se puede usar un número cualquiera de antenas polarizadas. De forma alternativa o además, una o ambas antenas de un elemento también pueden estar polarizadas circularmente.

**[0043]** La FIG. 6 es un diagrama que ilustra la propagación de señal 600 en una implementación de antenas de sistema en fase. Las antenas de sistema en fase usan elementos idénticos 610-1 a 610-4 (a continuación en el presente documento denominados individualmente elemento 610 o conjuntamente elementos 610). La dirección en la que se propaga la señal proporciona una ganancia aproximadamente idéntica para cada elemento 610, mientras que las fases de los elementos 610 son diferentes. Las señales recibidas por los elementos se combinan en un haz congruente con la ganancia correcta en la dirección deseada. Una consideración adicional del diseño de la antena es la dirección esperada del campo eléctrico. En caso de que el transmisor y/o el receptor giren uno con respecto al otro, el campo eléctrico también gira además del cambio de dirección. Esto requiere que un sistema en fase pueda manejar la rotación del campo eléctrico usando antenas o alimentaciones de antena que coincidan con una determinada polaridad y se puedan adaptar a otra polaridad o polaridad combinada en caso de cambios de polaridad.

**[0044]** La información sobre la polaridad de la señal se puede usar para determinar aspectos del transmisor de las señales. La potencia de una señal se puede medir por diferentes antenas que se polarizan en diferentes direcciones. Las antenas se pueden disponer de modo que las antenas se polaricen en direcciones ortogonales. Por ejemplo, se puede disponer una primera antena perpendicular a una segunda antena donde la primera antena representa un eje horizontal y la segunda antena representa un eje vertical de modo que la primera antena se polariza horizontalmente y la segunda se polariza verticalmente. También se pueden incluir antenas adicionales, espaciadas en diversos ángulos entre sí. Una vez que el receptor determina la polaridad de la transmisión, el receptor puede optimizar el rendimiento usando la recepción haciendo coincidir la antena con la señal recibida.

## ENTRENAMIENTO DE CONFORMACIÓN DE HACES DE EJEMPLO USANDO UN ESQUEMA DE TRANSMISIÓN DE MÚLTIPLES ENTRADAS Y MÚLTIPLES SALIDA (MIMO)

**[0045]** La norma IEEE 802.11ay se puede desarrollar para ampliar el rendimiento de la norma de WLAN IEEE 802.11ad. Se puede desarrollar la compatibilidad de MIMO con un usuario único (SU) y de MIMO con múltiples usuarios (MU) para la norma IEEE 802.11ay.

**[0046]** Como parte de la compatibilidad de MIMO, la conformación de haces en onda milimétrica (banda de 60 GHz) se puede admitir en la norma IEEE 802.11ay. Todos los casos MIMO pueden adaptar el protocolo de conformación de haces existente como se especifica en la norma 802.11ad existente. Las técnicas de conformación de haces existentes se pueden basar en un protocolo de refinamiento de haces (BRP), mensajes de barrido de sector (SSW) y campos correspondientes, tales como un campo de solicitud de conformación de haces



(por ejemplo, un campo de solicitud de BRP). Sin embargo, estos mensajes pueden no ser adecuados para la conformación de haces de MIMO. Por lo tanto, existe la necesidad de realizar adaptaciones a la norma IEEE 802.11ad para permitir la conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO.

- 5 **[0047]** Los aspectos de la presente divulgación proporcionan una serie de cambios en los campos, procedimientos, flujos y restricciones de la norma IEEE 802.11ad para adaptar la norma IEEE 802.11ad existente que se ha de usar para IEEE 802.11ay (conformación de haces de MIMO) de una manera que permita que se vuelvan a usar campos existentes de acuerdo con IEEE 802.11ad.
- 10 **[0048]** La FIG. 7 es un diagrama de flujo de operaciones 700 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 700 se realizan por un aparato (por ejemplo, un dispositivo de TX), por ejemplo, por un punto de acceso (AP) o una estación (STA) (por ejemplo, tal como el AP 110 o la STA 120).
- 15 **[0049]** Las operaciones 700 comienzan, en 702, generando una trama asociada con el entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama una indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando un esquema de transmisión de MIMO. En 704, el aparato emite la trama para su transmisión.
- 20 **[0050]** La FIG. 8 es un diagrama de flujo de operaciones 800 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 800 se realizan por un aparato (por ejemplo, un dispositivo de RX), por ejemplo, por un punto de acceso (AP) o una estación (STA) (por ejemplo, tal como el AP 110 o la STA 120).
- 25 **[0051]** Las operaciones 800 comienzan, en 802, obteniendo una trama asociada con el entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama una indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). En 804, el aparato realiza el entrenamiento de conformación de haces en base a la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO.
- 30 **[0052]** En determinados aspectos, la trama incluye un campo de solicitud de refinamiento de haces (por ejemplo, un campo de solicitud de BRP), que puede incluir uno o más bits para proporcionar la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO. En determinados aspectos, los uno o más bits también indica un número de flujos que se van a usar para el esquema de transmisión de MIMO.
- 35 **[0053]** La FIG. 9A ilustra un formato de campo de solicitud de conformación de haces 900 de ejemplo que incluye los uno o más bits usados para indicar si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando un esquema de transmisión de MIMO y/o un número correspondiente de flujos, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Como se ilustra, el campo de solicitud de conformación de haces incluye uno o más bits reservados que se usan para proporcionar una indicación de este tipo.
- 40 **[0054]** La FIG. 9B ilustra dos bits usados para indicar si se está usando un esquema de transmisión de MIMO y un número correspondiente de flujos, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. En determinados aspectos, los dos bits pueden corresponder a los bits reservados del campo de solicitud de conformación de haces, tales como los bits 28 y 29. Como se ilustra, un valor de "0" para ambos bits puede indicar que no se está usando un esquema de transmisión de MIMO. Un valor de "01" puede indicar que se está usando un esquema de transmisión de MIMO 2x2, un valor de "10" puede indicar que se está usando un esquema de transmisión de MIMO 3x3 y un valor de "11" puede indicar que se está usando un esquema de transmisión de MIMO 4x4.
- 45 **[0055]** Los bits sugeridos en la FIG. 9A pueden facilitar operaciones específicas de MIMO mientras que se vuelven a usar los formatos de campo existentes de IEEE 802.11ad, las tramas existentes y los procedimientos existentes. En determinados aspectos, la indicación de si se usa un esquema de transmisión de MIMO, y un número correspondiente de flujos, se puede usar durante una fase de optimización del entrenamiento de conformación de haces.
- 50 **[0056]** En determinados aspectos, el campo de solicitud de conformación de haces 900 incluye uno o más bits para proporcionar una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único (SU) o de múltiples usuarios (MU). Por ejemplo, otro bit del campo de solicitud de conformación de haces 900 (por ejemplo, el bit reservado 27) se puede reasignar para indicar si se está usando el esquema de transmisión MU-MIMO o SU-MIMO para el entrenamiento de conformación de haces. Por ejemplo, cuando se establece este bit, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisiones MU-MIMO. Cuando el bit se borra, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de entrada única y salida única (SISO) o esquema de transmisión SU-MIMO.
- 55 **[0057]** En determinados aspectos, el campo de solicitud de conformación de haces 900 incluye uno o más bits para proporcionar una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único (SU) o de múltiples usuarios (MU). Por ejemplo, otro bit del campo de solicitud de conformación de haces 900 (por ejemplo, el bit reservado 27) se puede reasignar para indicar si se está usando el esquema de transmisión MU-MIMO o SU-MIMO para el entrenamiento de conformación de haces. Por ejemplo, cuando se establece este bit, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisiones MU-MIMO. Cuando el bit se borra, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de entrada única y salida única (SISO) o esquema de transmisión SU-MIMO.
- 60 **[0058]** En determinados aspectos, el campo de solicitud de conformación de haces 900 incluye uno o más bits para proporcionar una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único (SU) o de múltiples usuarios (MU). Por ejemplo, otro bit del campo de solicitud de conformación de haces 900 (por ejemplo, el bit reservado 27) se puede reasignar para indicar si se está usando el esquema de transmisión MU-MIMO o SU-MIMO para el entrenamiento de conformación de haces. Por ejemplo, cuando se establece este bit, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisiones MU-MIMO. Cuando el bit se borra, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de entrada única y salida única (SISO) o esquema de transmisión SU-MIMO.
- 65 **[0059]** En determinados aspectos, el campo de solicitud de conformación de haces 900 incluye uno o más bits para proporcionar una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único (SU) o de múltiples usuarios (MU). Por ejemplo, otro bit del campo de solicitud de conformación de haces 900 (por ejemplo, el bit reservado 27) se puede reasignar para indicar si se está usando el esquema de transmisión MU-MIMO o SU-MIMO para el entrenamiento de conformación de haces. Por ejemplo, cuando se establece este bit, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisiones MU-MIMO. Cuando el bit se borra, indica que el campo de solicitud de conformación de haces 900 está solicitando entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de entrada única y salida única (SISO) o esquema de transmisión SU-MIMO.

**[0057]** Este bit adicional puede facilitar la realización de operaciones específicas de MU-MIMO mientras que se vuelven a usar los formatos de campo existentes, las tramas existentes y los procedimientos existentes de la norma IEEE 802.11ad.

**[0058]** En la norma IEEE 802.11ad, se puede incluir un campo de tipo de realimentación ("campo TIPO-REALIM") en la trama asociada con el entrenamiento de conformación de haces. Este campo de tipo de realimentación se puede usar para indicar un tipo de realimentación esperada en respuesta a la transmisión de la trama. Además, el campo de tipo de realimentación puede incluir un campo de número de mediciones ( $N_{med}$ ) que, de acuerdo con la norma IEEE 802.11ad, puede indicar un número de mediciones en un subcampo de proporción señal/ruido (SNR) y un subcampo de medición del canal.

**[0059]** El entrenamiento de conformación de haces (por ejemplo, fase de BRP del entrenamiento de conformación de haces) puede implicar múltiples fases, tales como una fase de captura de ID de múltiples sectores (MIDC), una fase de ID de múltiples sectores, una fase de MID más combinación de haces (BC) y una fase de BC. En determinados aspectos de la presente divulgación, las tramas de entrenamiento de conformación de haces (por ejemplo, tramas de BRP) enviadas durante la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO pueden establecer el valor del campo  $N_{med}$  para que sea una cuenta atrás de sector. Por ejemplo, la cuenta atrás del sector puede ser un contador configurado para indicar un número de sectores restantes para la transmisión durante el entrenamiento de conformación de haces.

**[0060]** De acuerdo con IEEE 802.11ad, el campo de tipo de realimentación puede incluir un número de campos tales como un campo presente de SNR y un campo presente de medición del canal. Estos campos se pueden usar para indicar la presencia de otros campos de subcampos, tales como un subcampo de SNR, como parte de la realimentación de medición del canal. En determinados aspectos de la presente divulgación, en las transmisiones de BRP, es posible que no haya elementos de realimentación de mediciones y, por tanto, todos estos campos "presentes" se pueden establecer en 0.

**[0061]** En determinados aspectos, el campo  $N_{med}$  puede tener el mismo comportamiento que un campo "CATRÁS" ("CDOWN") en un "campo de barrido de sector" ("Sector Sweep") especificado en la norma IEEE 802.11ad. El campo CATRÁS es un contador de cuenta atrás que indica el número de transmisiones de tramas de baliza de DMG direccionales restantes hasta el final de la TXSS, o el número de transmisiones de tramas de SSW restantes hasta el final de la TXSS y/o la RXSS. Este campo se puede establecer en 0 en la última transmisión de trama de SSW y de baliza de DMG.

**[0062]** Al usar el campo  $N_{med}$  para indicar una cuenta atrás de sector, la cuenta atrás de sector se puede indicar en la trama de BRP que de otro modo es posible que no proporcione una indicación de este tipo y que es posible que no tenga bits reservados que se podrían usar para la indicación de cuenta atrás de sector. Esto permite operaciones específicas de MID de MIMO durante el entrenamiento de conformación de haces mientras que se vuelven a usar los formatos de campo existentes, las tramas existentes y los procedimientos existentes de la norma IEEE 802.11ad.

**[0063]** Durante el entrenamiento de conformación de haces, se pueden transmitir múltiples tramas de BRP. De acuerdo con IEEE 802.11ad, las tramas de BRP se pueden transmitir con un breve espacio entre tramas (SIFS) entre tramas durante una fase de MID del entrenamiento de conformación de haces. En determinados aspectos de la presente divulgación, las tramas de BRP se pueden transmitir usando un breve espacio entre tramas de conformación de haces (SBIFS) entre tramas durante una fase de MID de la conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO. Al transmitir tramas de BRP con SBIFS entre tramas, se puede reducir el tiempo de transmisión, lo que ahorra consumo de energía para todos los dispositivos implicados y ahorra la utilización del medio.

**[0064]** El entrenamiento de conformación de haces de acuerdo con los protocolos de entrenamiento de conformación de haces existentes (por ejemplo, IEEE 802.11ad) puede especificar que se envíe un mensaje de concesión en respuesta a un mensaje de solicitud durante la fase de MID y la fase de BC del entrenamiento de conformación de haces. En determinados aspectos de la presente divulgación, durante la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando el esquema de transmisión de MIMO, se puede enviar una trama de BRP con una concesión de MID (por ejemplo, campo de concesión de MID = 1) y elementos de información relacionados, y es posible que la concesión de MID no sea en respuesta a una solicitud de MID anterior. Si un aparato que recibe la concesión no puede cumplir, por ejemplo, porque la concesión no responde a una solicitud de MID, el aparato de recepción puede enviar un mensaje de error. Este cambio permite acortar la duración del protocolo, lo que ahorra tiempo, energía y utilización del medio, mientras que vuelve a usar el formato de trama existente (por ejemplo, de acuerdo con IEEE 802.11ad) sin ningún impacto negativo.

**[0065]** El protocolo existente puede especificar que el transmisor de mensajes de MID use una lista de sectores que se indican por el receptor. Por ejemplo, IEEE 802.11ad indica que en una fase de MID de recepción del entrenamiento de conformación de haces, un respondedor ha de transmitir un paquete de BRP de recepción, cada

uno de uno de los sectores de transmisión elegidos.

**[0066]** En determinados aspectos de la presente divulgación, el transmisor de MID puede añadir y/o eliminar sectores de los sectores indicados por el receptor durante una fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO. Es decir, el transmisor de MID puede añadir y/o eliminar sectores de acuerdo con un algoritmo para mejorar la conformación de haces de MIMO. Por ejemplo, al permitir que un transmisor añada y/o elimine sectores durante la conformación de haces de MIMO, el transmisor puede realizar la conformación de haces con múltiples receptores. El transmisor puede obtener una indicación de al menos un sector por un primer receptor y al menos un sector por un segundo receptor. El transmisor puede usar tanto el primer como el segundo sector, por ejemplo, como se indica por el primer y segundo receptores, para realizar un entrenamiento de conformación de haces de modo que el transmisor pueda entrenar tanto al primer como al segundo receptor conjuntamente.

**[0067]** Este cambio permite reducir el tiempo de transmisión, lo que ahorra directamente consumo de energía para todos los dispositivos implicados y ahorra la utilización del medio, mientras que vuelve a usar el formato de trama existente. Esta técnica también evita el barrido a nivel de sector (SLS) usando todos los sectores disponibles, mientras que permite el uso de estos sectores para mejorar la conformación de haces de MIMO.

**[0068]** Cuando se realiza el entrenamiento de conformación de haces, por ejemplo, usando el esquema de transmisión MU-MIMO, con múltiples receptores (por ejemplo, las STA), más de una STA puede recibir y realizar actividades de recepción de MID. Por lo tanto, más de una STA puede estar recibiendo tramas de BRP y transmitiendo realimentación para la trama de BRP. Por lo tanto, la realimentación de BRP desde cada uno de los múltiples receptores puede chocar y provocar interferencias entre sí.

**[0069]** Determinados aspectos de la presente divulgación pueden evitar que cada receptor transmita una realimentación de BRP automáticamente después de recibir una trama de BRP. En cambio, cada receptor puede enviar realimentación correspondiente a una trama de BRP de acuerdo con una secuencia múltiples usuarios. Por ejemplo, cada receptor se puede configurar para transmitir realimentación tras recibir una indicación, tal como una solicitud de realimentación, o después de esperar un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, un período de tiempo de espera) de modo que las transmisiones de realimentación de BRP desde cada receptor no choquen. El período de tiempo de espera se puede usar para manejar casos de error y evitar una situación de interbloqueo. Este cambio permite que se vuelvan a usar las tramas de BRP existentes para la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de MU-MIMO, mientras se evita el choque de respuestas (mensaje de realimentación).

**[0070]** Una fase de barrido a nivel de sector (SLS) del entrenamiento de conformación de haces puede implicar TXSS usando tramas de SSW en un intervalo de transmisión de baliza (BTI) y un intervalo de transferencia de datos (DTI). En IEEE 802.11-REVmc/D4.3, se indicó que una trama transmitida como parte de un barrido de sector no incluye campos de entrenamiento (ENT).

**[0071]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan que se pueden usar tramas de SSW durante la conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO, en al menos una de las fases de MIDC, MID, MID+BC y BC.

**[0072]** Los aspectos de la divulgación relacionados con la fig. 10-13A no son de acuerdo con la invención y están presentes sólo con propósitos ilustrativos.

**[0073]** La FIG. 10 es un diagrama de flujo de operaciones 1000 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1000 se pueden realizar por un aparato (por ejemplo, un dispositivo de TX), por ejemplo, por un punto de acceso (AP) o una estación (STA) (por ejemplo, tal como el AP 110 o la STA 120).

**[0074]** Las operaciones 1000 comienzan, en 1002, generando una trama de barrido de sector (SSW) para su transmisión durante al menos una de una fase de MIDC de un entrenamiento de conformación de haces, una fase de MID del entrenamiento de conformación de haces, una fase de MID y BC del entrenamiento de conformación de haces o una fase de BC del entrenamiento de conformación de haces. En 804, el aparato puede emitir para su transmisión la trama de SSW.

**[0075]** La FIG. 11 es un diagrama de flujo de operaciones 1100 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1100 se pueden realizar por un aparato (por ejemplo, un dispositivo de RX), por ejemplo, por un punto de acceso (AP) o una estación (STA) (por ejemplo, tal como el AP 110 o la STA120).

**[0076]** Las operaciones 1100 comienzan, en 1102, obteniendo una trama de barrido de sector (SSW) durante al menos una de una fase de MIDC de un entrenamiento de conformación de haces, una fase de MID del entrenamiento de conformación de haces, una fase de MID y BC del entrenamiento de conformación de haces o

una fase de BC del entrenamiento de conformación de haces. En 804, el aparato puede realizar el entrenamiento de conformación de haces usando la trama de SSW.

**[0077]** En determinados aspectos, las tramas de SSW pueden incluir campos de ENT durante el entrenamiento de conformación de haces usando un esquema de transmisión de MIMO, en al menos una de las fases de MIDC, MID, MID+BC y BC. Al permitir que las tramas de SSW incluyan campos de ENT durante las fases de MIDC, MID, MID+BC y BC del entrenamiento de conformación de haces, el tiempo de transmisión se puede reducir, lo que ahorra consumo de energía para todos los dispositivos implicados y ahorra la utilización del medio, mientras que se vuelve a usar el formato de trama existente de IEEE 802.11ad.

**[0078]** Los campos SSW y BRP de acuerdo con IEEE 802.11ad pueden incluir una ID de antena, que también se puede denominar "ID de antena de DMG". El ID de antena puede indicar la antena de DMG que el transmisor está usando actualmente para la transmisión. En determinados aspectos de la presente divulgación, el campo de ID de antena de los campos SSW y BRP se puede reasignar para indicar una cadena de RF, cuando se usa un esquema de transmisión de MIMO para entrenamiento de conformación de haces. El ID de cadena de RF puede ser un índice que especifica la cadena de RF asociada con la cadena de procesamiento de transmisión o recepción de MIMO. Una STA que admite MIMO puede transmitir/recibir flujos espaciales independientes por medio de cada una de las cadenas de RF que tiene. Este cambio permite la señalización del campo de ID de cadena de RF, que puede ser importante para la conformación de haces que usa un esquema de transmisión de MIMO usando de campos existentes de acuerdo con IEEE 802.11ad.

**[0079]** La FIG. 12 es un diagrama de flujo de operaciones 1200 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1200 se pueden realizar por un aparato (por ejemplo, un dispositivo de TX), por ejemplo, por un punto de acceso (AP) o una estación (STA) (por ejemplo, tal como el AP 110 o la STA 120).

**[0080]** Las operaciones 1200 comienzan, en 1202, generando una trama asociada con el entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama al menos un campo de barrido de sector (SSW), y en la que el campo SSW comprende una indicación de una cadena de RF asociada con un esquema de transmisión de MIMO que se ha de usar durante el entrenamiento de conformación de haces. En 804, el aparato puede emitir la trama para su transmisión.

**[0081]** La FIG. 13 es un diagrama de flujo de operaciones 1300 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1300 se pueden realizar por un aparato (por ejemplo, un dispositivo de RX), por ejemplo, por un punto de acceso (AP) o una estación (STA) (por ejemplo, tal como el AP 110 o la STA 120).

**[0082]** Las operaciones 1300 comienzan, en 1302, obteniendo una trama asociada con el entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama al menos un campo de barrido de sector (SSW), y en la que el campo SSW comprende una indicación de una cadena de RF asociada con un esquema de transmisión de MIMO que se ha de usar durante el entrenamiento de conformación de haces. En 1304, el aparato puede realizar el entrenamiento de conformación de haces en base a la indicación de la cadena de RF asociada con el esquema de transmisión de MIMO.

**[0083]** Como se usa en el presente documento, una frase que se refiere a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo miembros individuales. Como ejemplo, "al menos uno de: a, b o c" pretende abarcar a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c, así como cualquier combinación con múltiplos del mismo elemento (por ejemplo, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c y c-c-c o cualquier otra ordenación de a, b y c).

**[0084]** Como se usa en el presente documento, el término "determinar" engloba una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, derivar, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. Además, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Además, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

**[0085]** En algunos casos, en lugar de transmitir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para emitir una trama para su transmisión. Por ejemplo, un procesador puede emitir una trama, por medio de una interfaz de bus, a un sistema frontal de RF para su transmisión. De forma similar, en lugar de recibir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para obtener una trama recibida desde otro dispositivo. Por ejemplo, un procesador puede obtener (o recibir) una trama, por medio de una interfaz de bus, desde un sistema frontal de RF para su transmisión.

**[0086]** Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar por cualquier medio adecuado que pueda realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir diversos componentes y/o módulos de hardware y/o software, incluyendo, pero sin limitarse a, un circuito, un circuito

integrado específico de la aplicación (ASIC) o un procesador. En general, cuando haya operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones pueden tener componentes correspondientes de medios más función equivalentes con una numeración similar. Por ejemplo, las operaciones 700 ilustradas en la FIG. 7, las operaciones 800 ilustradas en la FIG. 8, las operaciones 1000 en la FIG. 10, las operaciones 1100 en la FIG. 11, las operaciones 1200 en la FIG. 12 y las operaciones 1300 en la FIG. 13 corresponden a los medios 700A ilustrados en la FIG. 7A, los medios 800A ilustrados en la FIG. 8A, los medios 1000A ilustrados en la FIG. 10A, los medios 1100A ilustrados en la FIG. 11A, los medios 1200A ilustrados en la FIG. 12A y los medios 1300A ilustrados en la FIG. 13A, respectivamente.

**[0087]** Por ejemplo, los medios para recibir y los medios para obtener pueden ser un receptor (por ejemplo, la unidad receptora del transceptor 254) y/o una/las antena(s) 252 de la STA 120 ilustrada en la FIG. 2, o el receptor (por ejemplo, la unidad receptora del transceptor 222) y/o la(s) antena(s) 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2. Los medios para transmitir pueden ser un transmisor (por ejemplo, la unidad transmisora del transceptor 254) y/o una/las antena(s) 252 de la STA 120 ilustrada en la FIG. 2, o el transmisor (por ejemplo, la unidad transmisora del transceptor 222) y/o la(s) antena(s) 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2. Los medios para emitir también pueden ser un transmisor o pueden ser una interfaz de bus, por ejemplo, para emitir una trama desde un procesador a un sistema frontal de RF para su transmisión.

**[0088]** Los medios para estimar, los medios para realizar, los medios para generar, los medios para incluir, los medios para determinar y los medios para proporcionar pueden comprender un sistema de procesamiento, que puede incluir uno o más procesadores, tales como el procesador de datos de RX 270, el procesador de datos de TX 288 y/o el controlador 280 de la STA 120 ilustrada en la FIG. 2 o el procesador de datos de TX 210, el procesador de datos de RX 242 y/o el controlador 230 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2.

**[0089]** De acuerdo con determinados aspectos, dichos medios se pueden implementar por sistemas de procesamiento configurados para realizar las funciones correspondientes implementando diversos algoritmos (por ejemplo, en hardware o ejecutando instrucciones de software) descritos anteriormente para proporcionar una indicación de respuesta inmediata en un encabezado de PHY. Por ejemplo, un algoritmo para emitir una primera trama para su transmisión a otro aparato en un primer tiempo, un algoritmo para obtener, en un segundo tiempo, una segunda trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la primera trama, y un algoritmo para generar una tercera trama para su transmisión al otro aparato por medio de la interfaz de transmisión, incluyendo la tercera trama información que indica una diferencia entre el primer tiempo y el segundo tiempo y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama. En otro ejemplo, un algoritmo para generar una segunda trama para su transmisión a otro aparato en respuesta a una primera trama recibida desde el otro aparato, un algoritmo para obtener una tercera trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la segunda trama, incluyendo la tercera trama información que indica una diferencia entre el primer tiempo y el segundo tiempo y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama, y un algoritmo para estimar una localización del aparato en relación con el otro aparato en base, al menos en parte, a la diferencia entre el primer tiempo y el segundo tiempo y al menos uno del ángulo de salida de la primera trama o el ángulo de llegada de la segunda trama.

**[0090]** Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación se pueden implementar o realizar con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables *in situ* (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas o de 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, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados disponible comercialmente. Un procesador 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.

**[0091]** Si se implementa en hardware, una configuración de hardware de ejemplo puede comprender un sistema de procesamiento en un nodo inalámbrico. El sistema de procesamiento se puede implementar con una arquitectura de bus. El bus puede incluir un número cualquiera de buses y puentes de interconexión, dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento y de las restricciones de diseño globales. El bus puede enlazar conjuntamente diversos circuitos que incluyen un procesador, medios legibles por máquina y una interfaz de bus. La interfaz de bus se puede usar para conectar un adaptador de red, entre otras cosas, al sistema de procesamiento por medio del bus. El adaptador de red se puede usar para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de una STA 120 (véase la FIG. 1), una interfaz de usuario (por ejemplo, teclado, pantalla, ratón, palanca de juegos, etc.) también se puede conectar al bus. El bus también puede enlazar diversos circuitos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión, circuitos de gestión de energía y similares, que son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán más. El procesador se puede implementar con uno o más procesadores de propósito general y/o de propósito especial. Los ejemplos incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores DSP y otros circuitos que pueden

ejecutar software. Los expertos en la técnica reconocerán el mejor modo de implementar la funcionalidad descrita para el sistema de procesamiento, dependiendo de la aplicación particular y de las restricciones de diseño globales impuestas al sistema global.

**[0092]** Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir sobre, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Software se deberá interpretar ampliamente para querer decir instrucciones, datos o cualquier combinación de los mismos, ya sea que se denomine software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilita la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. El procesador puede ser responsable de gestionar el bus y el procesamiento general, incluyendo la ejecución de módulos de software almacenados en los medios de almacenamiento legibles por máquina. Un medio de almacenamiento legible por ordenador se puede acoplar a un procesador de modo que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. A modo de ejemplo, los medios legibles por máquina pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada con datos y/o un medio de almacenamiento legible por ordenador con instrucciones almacenadas en el mismo separado del nodo inalámbrico, a todos los que se puede acceder por el procesador a través de la interfaz de bus. De forma alternativa, o además, los medios legibles por máquina, o cualquier parte de los mismos, se pueden integrar en el procesador, tal como puede ser el caso con memoria caché y/o archivos de registro generales. Los ejemplos de medios de almacenamiento legibles por máquina pueden incluir, a modo de ejemplo, RAM (memoria de acceso aleatorio), memoria flash, ROM (memoria de solo lectura), PROM (memoria de solo lectura programable), EPROM (memoria de solo lectura programable y borrrable), EEPROM (memoria de solo lectura programable eléctricamente borrrable), registros, discos magnéticos, discos ópticos, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento adecuado o cualquier combinación de los mismos. Los medios legibles por máquina se pueden incorporar en un producto de programa informático.

**[0093]** Un módulo de software puede comprender una única instrucción, o muchas instrucciones, y se puede distribuir sobre varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y a través de múltiples medios de almacenamiento. Los medios legibles por ordenador pueden comprender un número de módulos de software. Los módulos de software incluyen instrucciones que, cuando se ejecutan por un aparato tal como un procesador, hacen que el sistema de procesamiento realice diversas funciones. Los módulos de software pueden incluir un módulo de transmisión y un módulo de recepción. Cada módulo de software puede residir en un único dispositivo de almacenamiento o puede estar distribuido a través de múltiples dispositivos de almacenamiento. A modo de ejemplo, un módulo de software se puede cargar en una RAM desde un disco duro cuando se produce un acontecimiento desencadenante. Durante la ejecución del módulo de software, el procesador puede cargar parte de las instrucciones en memoria caché para incrementar la velocidad de acceso. Una o más líneas de memoria caché se pueden cargar a continuación en un archivo de registro general para su ejecución por el procesador. Cuando se haga referencia a la funcionalidad de un módulo de software a continuación, se entenderá que dicha funcionalidad se implementa por el procesador cuando ejecuta instrucciones desde ese módulo de software.

**[0094]** Además, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos (IR), radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas están incluidos en la definición de medio. 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 de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Por tanto, en algunos aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios no transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, medios tangibles). Además, para otros aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

**[0095]** Por tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, un producto de programa informático de este tipo puede comprender un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables por uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en el presente documento. Por ejemplo, instrucciones para emitir una primera trama para su transmisión a otro aparato en un primer tiempo, instrucciones para obtener, en un segundo tiempo, una segunda trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la primera trama, e instrucciones para generar una tercera trama para su transmisión al otro aparato por medio de la interfaz de transmisión, incluyendo la tercera trama información que indica una diferencia entre el primer tiempo y el segundo tiempo y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama. En otro ejemplo, instrucciones para emitir una segunda trama para su transmisión a otro aparato en respuesta a una primera trama recibida desde el otro aparato, instrucciones para obtener una tercera trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la segunda trama, incluyendo la tercera trama información que indica una diferencia entre el primer tiempo y el

segundo tiempo y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama, e instrucciones para estimar una localización del aparato en relación con el otro aparato en base, al menos en parte, a la diferencia entre el primer tiempo y el segundo tiempo y al menos uno del ángulo de salida de la primera trama o el ángulo de llegada de la segunda trama.

5

**[0096]** Además, se debe apreciar que los módulos y/u otros medios apropiados para realizar los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento se pueden descargar y/u obtener de otro modo por una STA y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, dicho dispositivo se puede acoplar a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. De forma alternativa, diversos procedimientos descritos en el presente documento se pueden proporcionar por medio de medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de modo que una STA y/o una estación base puedan obtener los diversos procedimientos tras acoplarse o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, se puede utilizar cualquier otra técnica adecuada para proporcionar a un dispositivo los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento.

10

15

**[0097]** Se ha de entender que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y componentes precisos ilustrados anteriormente. Se pueden realizar diversas modificaciones, cambios y variantes en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los procedimientos y aparatos descritos anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

20

## REIVINDICACIONES

### 1. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

5 un sistema de procesamiento configurado para generar (702) una trama asociada con un entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama una indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, en el que la trama comprende un campo de solicitud de refinamiento de haces, comprendiendo el campo de solicitud de refinamiento de haces uno o más bits, en el que los uno o más bits proporcionan la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO, y en el que el campo de solicitud de refinamiento de haces comprende uno o más bits de otros bits que proporcionan una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único, SU, o de múltiples usuarios, MU;

15 una primera interfaz configurada para emitir (704) la trama para su transmisión; y

una segunda interfaz configurada para obtener una indicación de al menos un primer sector que se va a usar durante una fase de ID de múltiples sectores, MID, del entrenamiento de conformación de haces, en el que el sistema de procesamiento está configurado para realizar la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando al menos un segundo sector, en el que la primera interfaz está configurada para emitir para la transmisión de una solicitud de realimentación durante la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces, y en el que:

25 un número de sectores del al menos un primer sector es diferente de un número de sectores del al menos un segundo sector; o

el al menos un segundo sector comprende uno o más sectores que no están en el al menos un primer sector.

### 30 2. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

una primera interfaz configurada para obtener una trama asociada con un entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama una indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, en el que la trama comprende un campo de solicitud de refinamiento de haces, comprendiendo el campo de solicitud de refinamiento de haces uno o más bits, en el que los uno o más bits proporcionan la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO, y en el que el campo de solicitud de refinamiento de haces comprende uno o más bits de otros bits que proporcionan una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único, SU, o de múltiples usuarios, MU;

40 una segunda interfaz configurada para emitir una indicación de al menos un primer sector que se va a usar durante una fase de ID de múltiples sectores, MID, del entrenamiento de conformación de haces; y

45 un sistema de procesamiento configurado para realizar el entrenamiento de conformación de haces en base a la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO, en el que el sistema de procesamiento está configurado para realizar la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando al menos un segundo sector, en el que el sistema de procesamiento está configurado para realizar el entrenamiento de conformación de haces en base a la indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es SU o MU, en el que la primera interfaz está configurada para obtener una solicitud de realimentación durante la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces, y en el que:

55 un número de sectores del al menos un primer sector es diferente de un número de sectores del al menos un segundo sector; o

el al menos un segundo sector comprende uno o más sectores que no están en el al menos un primer sector.

### 60 3. Un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende:

generar (702) una trama asociada con el entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama una indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, en el que la trama comprende un campo de solicitud de refinamiento de haces, comprendiendo el campo de solicitud de refinamiento



de haces uno o más bits, en el que los uno o más bits proporcionan la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO, en el que el campo comprende uno o más de otros bits que proporcionan una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único, SU, o de múltiples usuarios, MU;

obtener una indicación de al menos un primer sector que se va a usar durante una fase de ID de múltiples sectores, MID, del entrenamiento de conformación de haces;

emitir para su transmisión una solicitud de realimentación durante la fase de ID de múltiples sectores del entrenamiento de conformación de haces;

realizar la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando al menos un segundo sector, y en el que:

un número de sectores del al menos un primer sector es diferente de un número de sectores del al menos un segundo sector; o

el al menos un segundo sector comprende uno o más sectores que no están en el al menos un primer sector; y

emitir (704) la trama para su transmisión.

4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que los uno o más bits también indican un número de flujos que se van a usar para el esquema de transmisión de MIMO.

5. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además:

obtener realimentación asociada con la trama en respuesta a la solicitud de realimentación si los uno o más de otros bits indican que el esquema de transmisión de MIMO es MU.

6. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la trama comprende un contador configurado para indicar un número de sectores restantes para el entrenamiento de conformación de haces.

7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que:

la trama comprende un campo de tipo de realimentación que indica un tipo de realimentación esperada en respuesta a la trama; y

el contador se incluye en el campo de tipo de realimentación.

8. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la trama comprende además una indicación de una cadena de radiofrecuencia, RF, asociada con el esquema de transmisión de MIMO.

9. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además generar una pluralidad de tramas, durante el entrenamiento de conformación de haces, para su transmisión de acuerdo con un breve espacio entre tramas de conformación de haces, SBIFS, entre tramas.

10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que el SBIFS entre tramas se usa durante la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces.

11. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la trama comprende un campo de concesión de ID de múltiples sectores, MID, que se genera independientemente de la recepción de una solicitud de MID.

12. Un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende:

obtener una trama asociada con un entrenamiento de conformación de haces, comprendiendo la trama una indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando un esquema de transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, en el que la trama comprende un campo de solicitud de refinamiento de haces, comprendiendo el campo de solicitud de refinamiento de haces uno o más bits, en el que los uno o más bits proporcionan la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO, y en el que el campo de solicitud de refinamiento de haces comprende uno o más más de otros bits que proporcionan una indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es de usuario único, SU, o de múltiples usuarios, MU;

emitir una indicación de al menos un primer sector que se va a usar durante una fase de ID de múltiples

sectores, MID, del entrenamiento de conformación de haces;

obtener una solicitud de realimentación durante la fase de ID de múltiples sectores del entrenamiento de conformación de haces; y

5

realizar el entrenamiento de conformación de haces en base a la indicación de si el entrenamiento de conformación de haces se va a realizar usando el esquema de transmisión de MIMO, en el que realizar el entrenamiento de realización comprende realizar la fase de MID del entrenamiento de conformación de haces usando al menos un segundo sector, en el que la realización del entrenamiento de conformación de haces se basa en la indicación de si el esquema de transmisión de MIMO es SU o MU, en el que:

10

un número de sectores del al menos un primer sector es diferente de un número de sectores del al menos un segundo sector; o

15

el al menos un segundo sector comprende uno o más sectores que no están en el al menos un primer sector.

20

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que los uno o más bits también indican un número de flujos que se van a usar para el esquema de transmisión de MIMO, comprendiendo el procedimiento además realizar el entrenamiento de conformación de haces en base al número de flujos indicado.

25

14. Un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo para hacer que un ordenador realice un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 11 o 12 y 13, cuando se ejecutan por el ordenador.

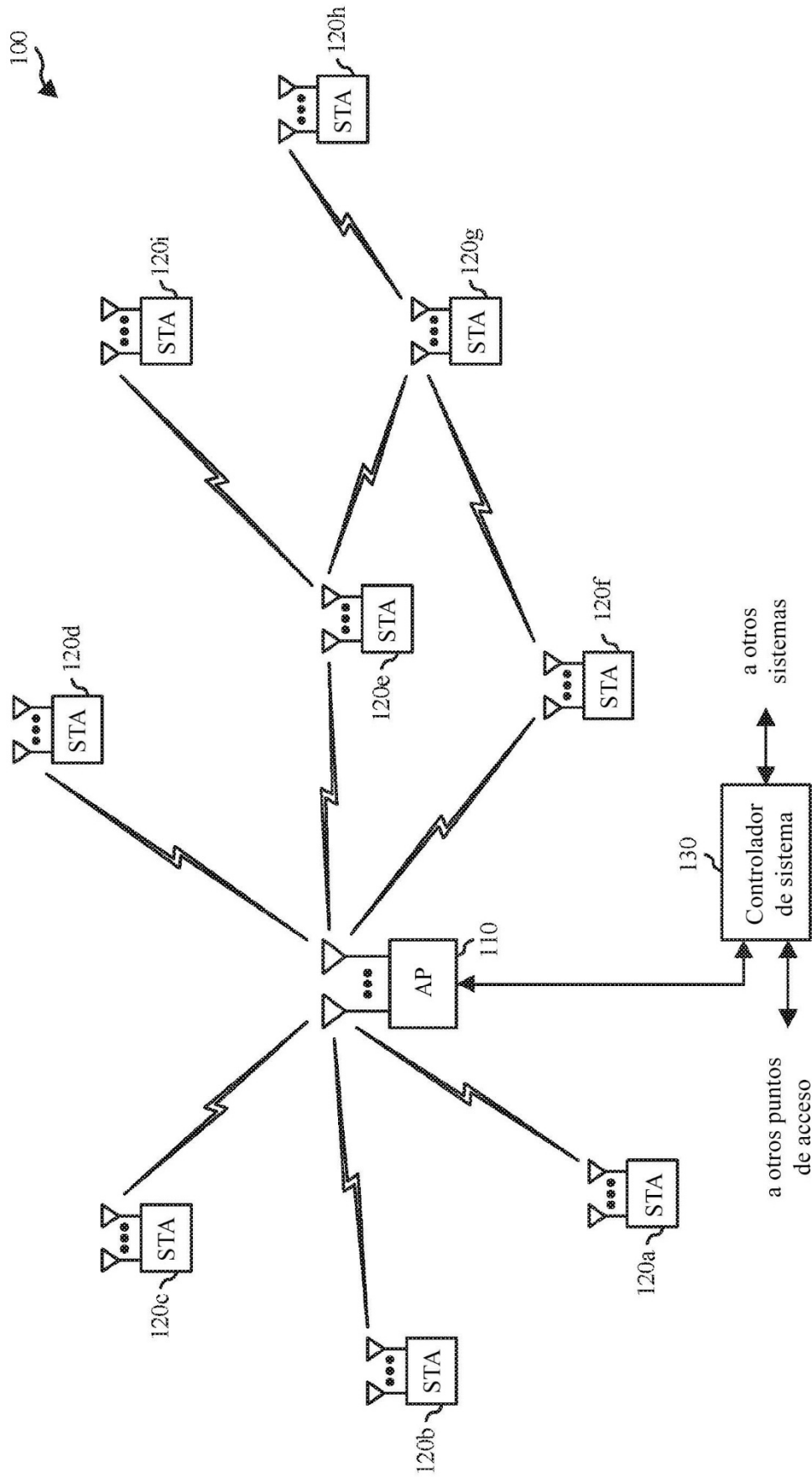


FIG. 1

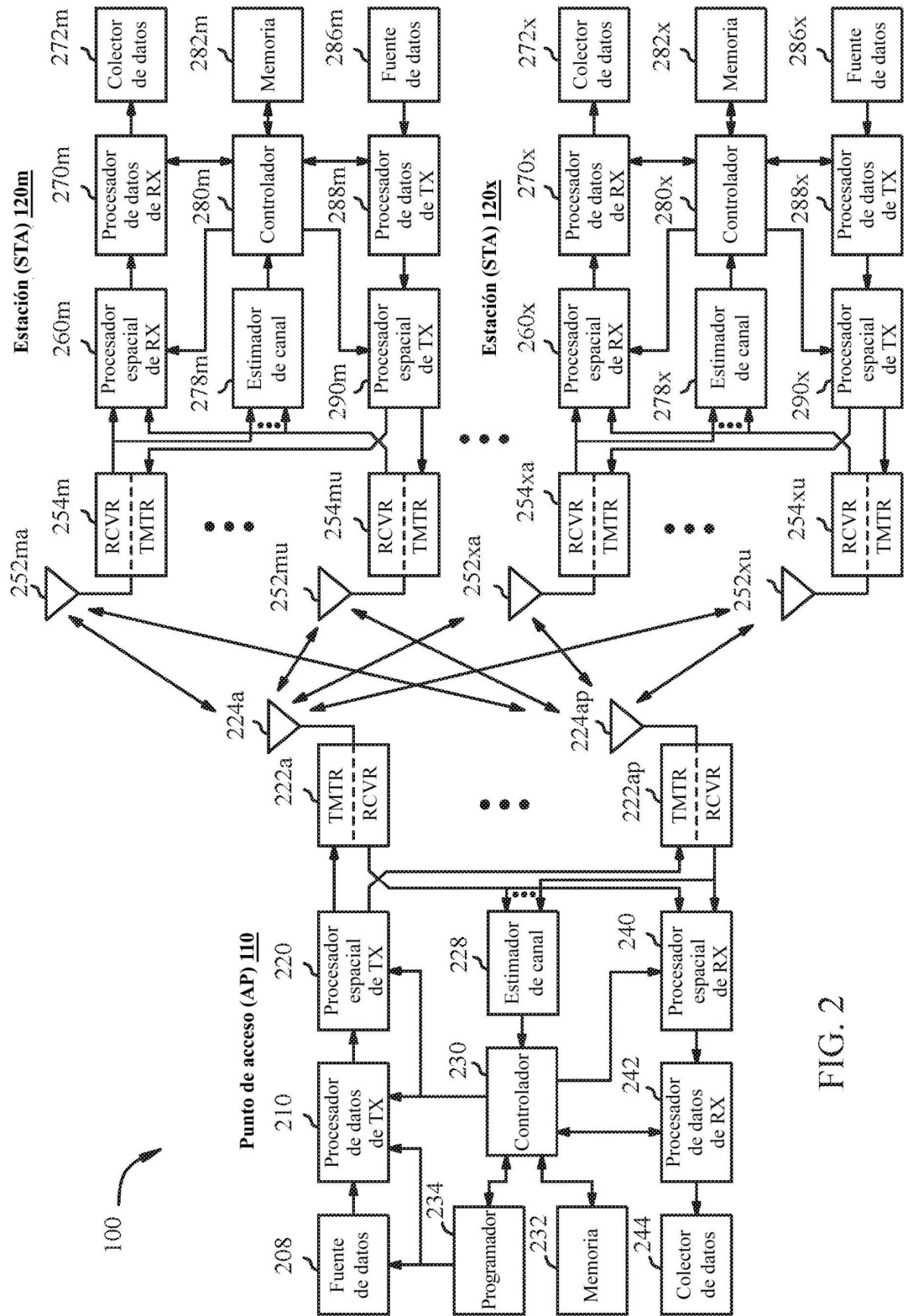


FIG. 2

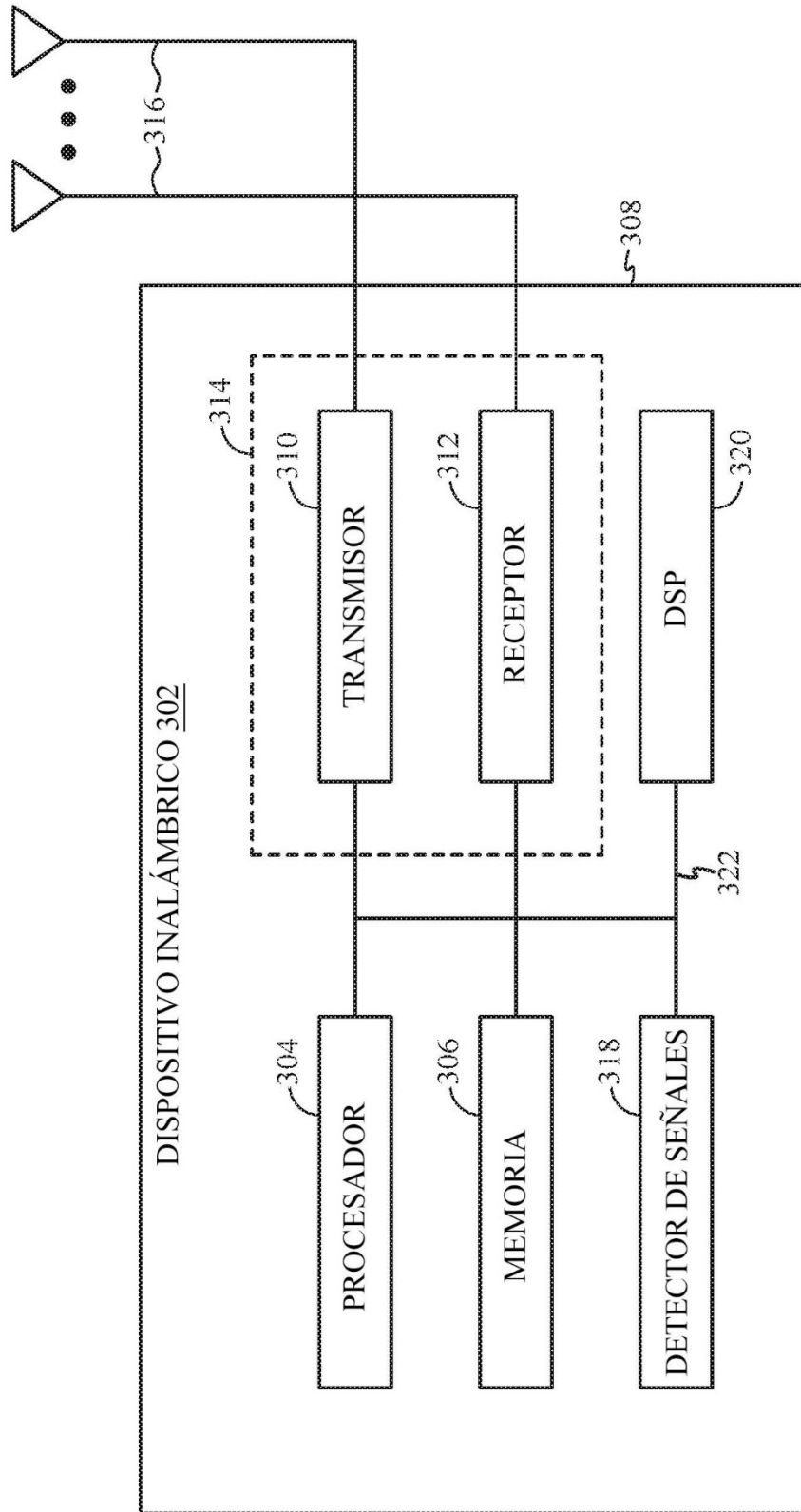


FIG. 3

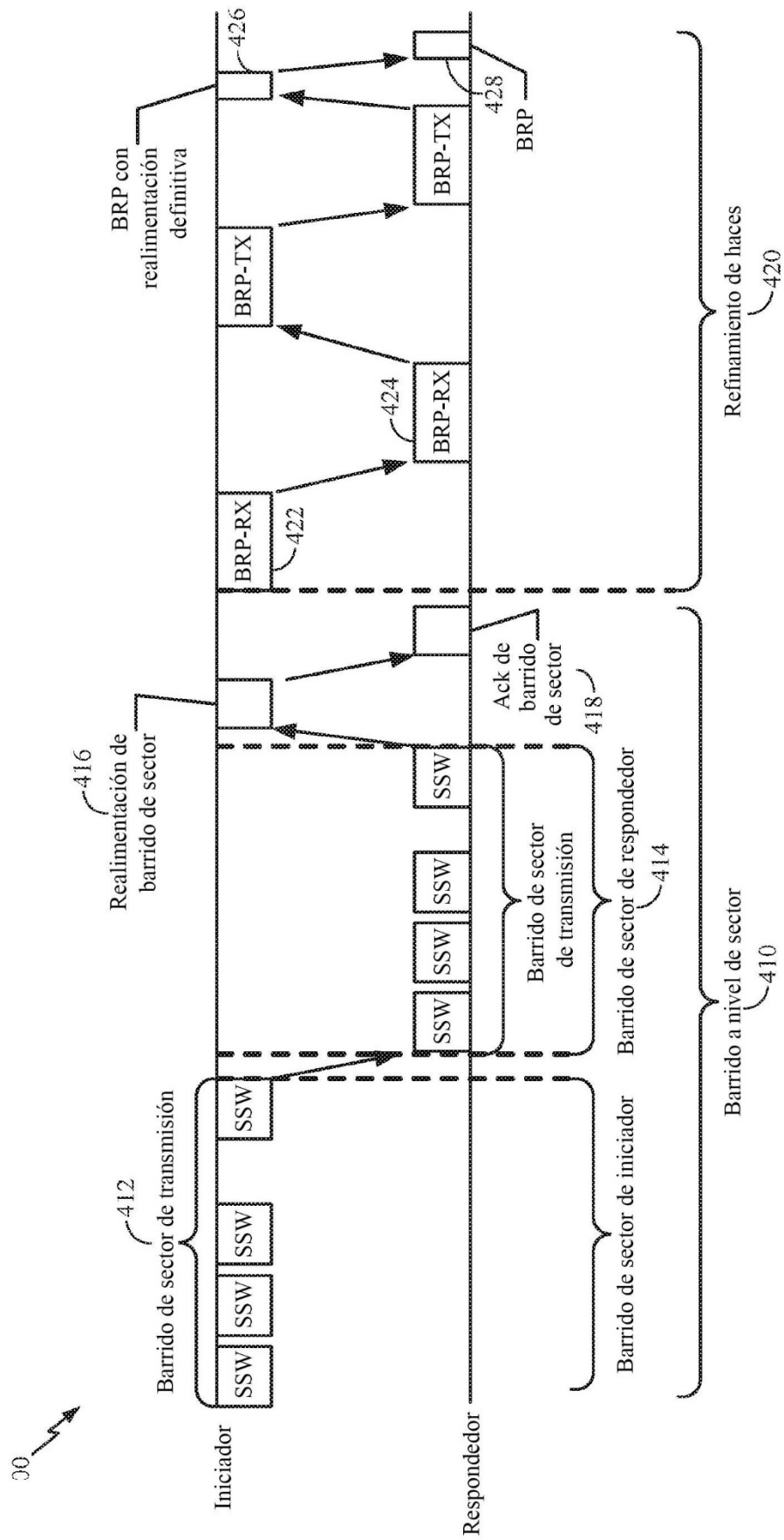


FIG. 4

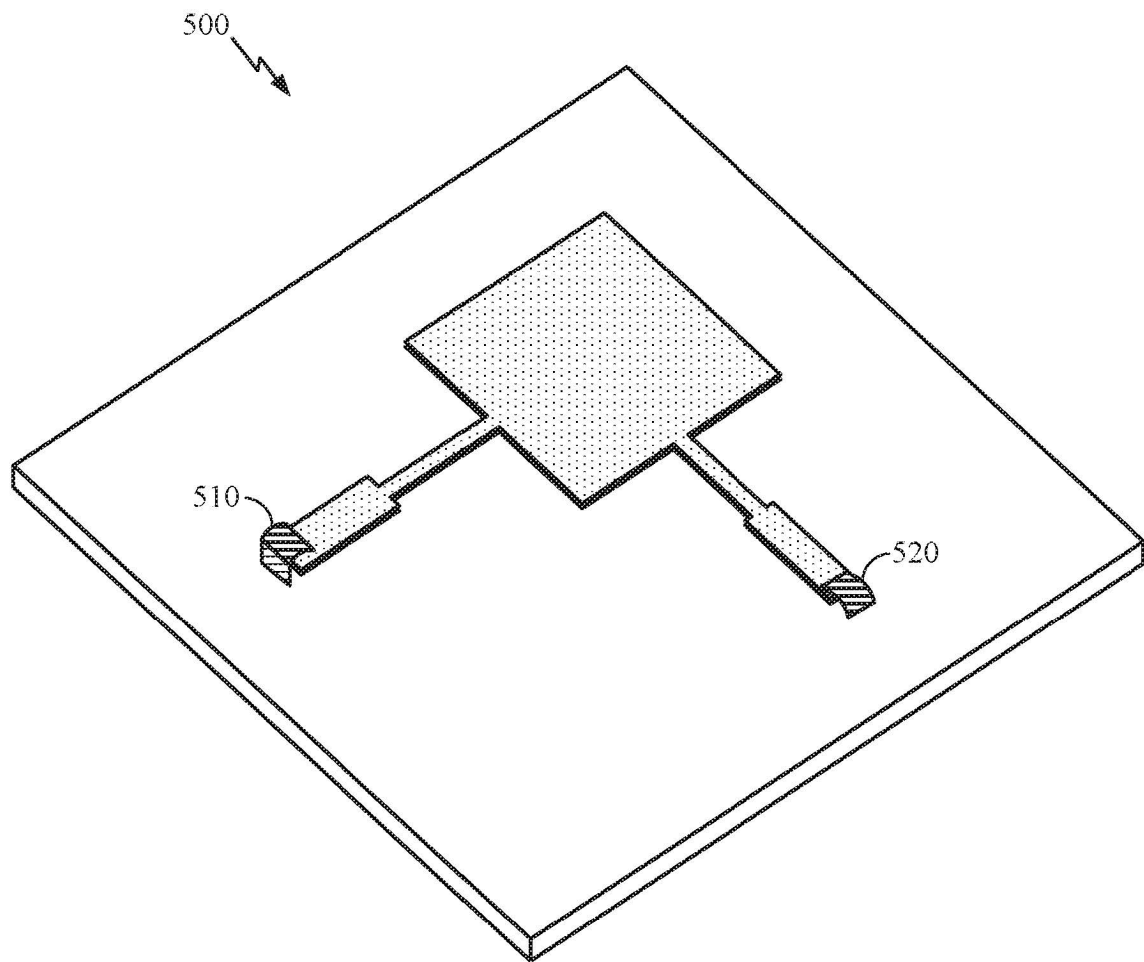


FIG. 5

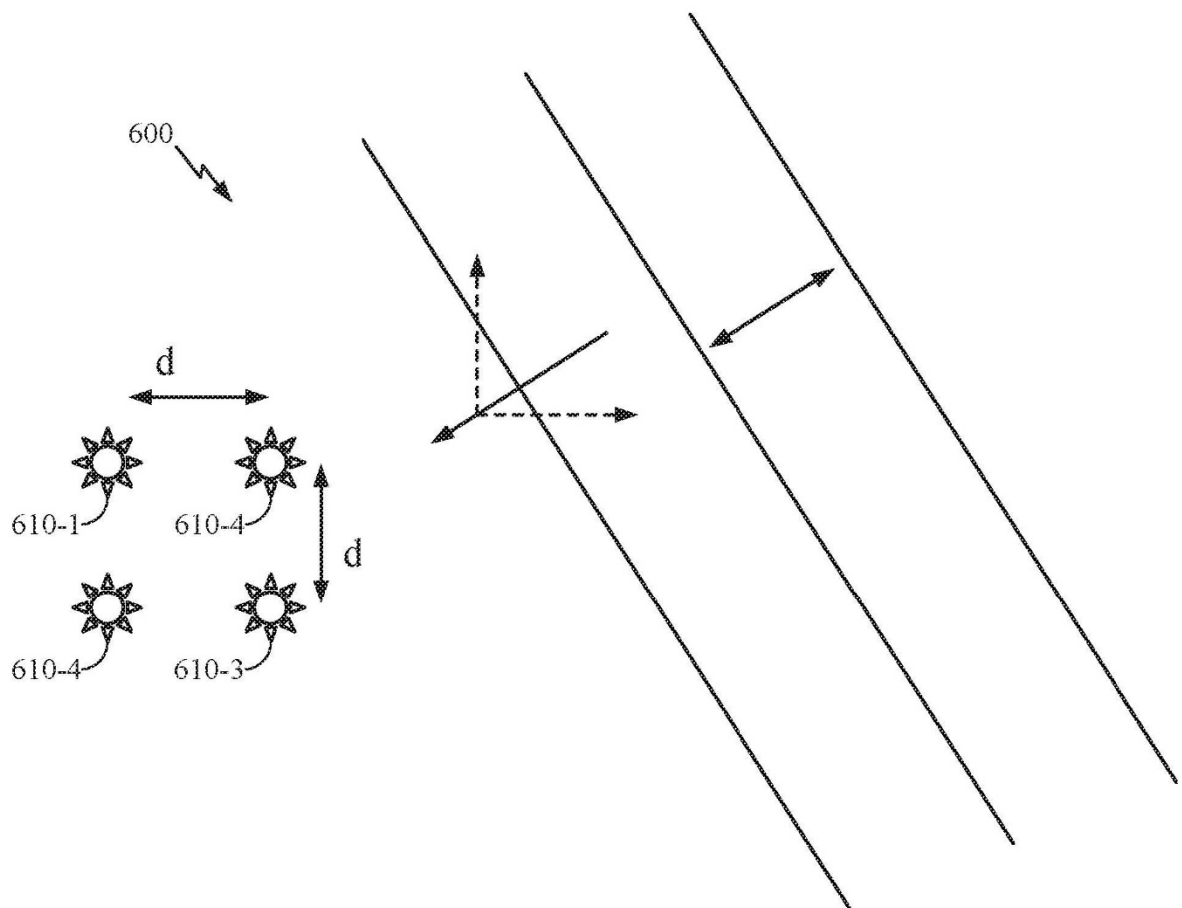


FIG. 6



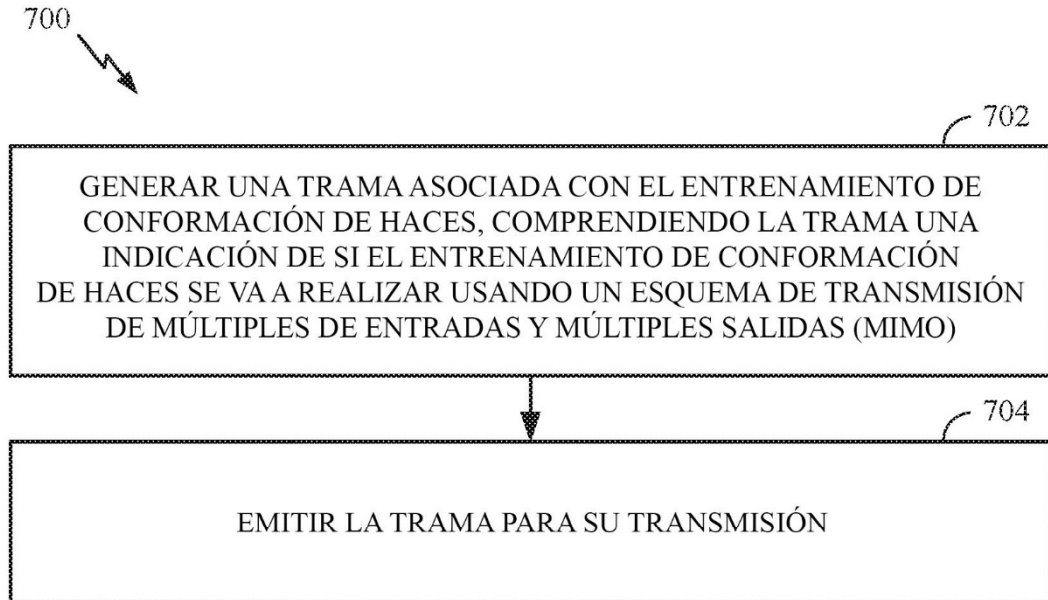


FIG. 7

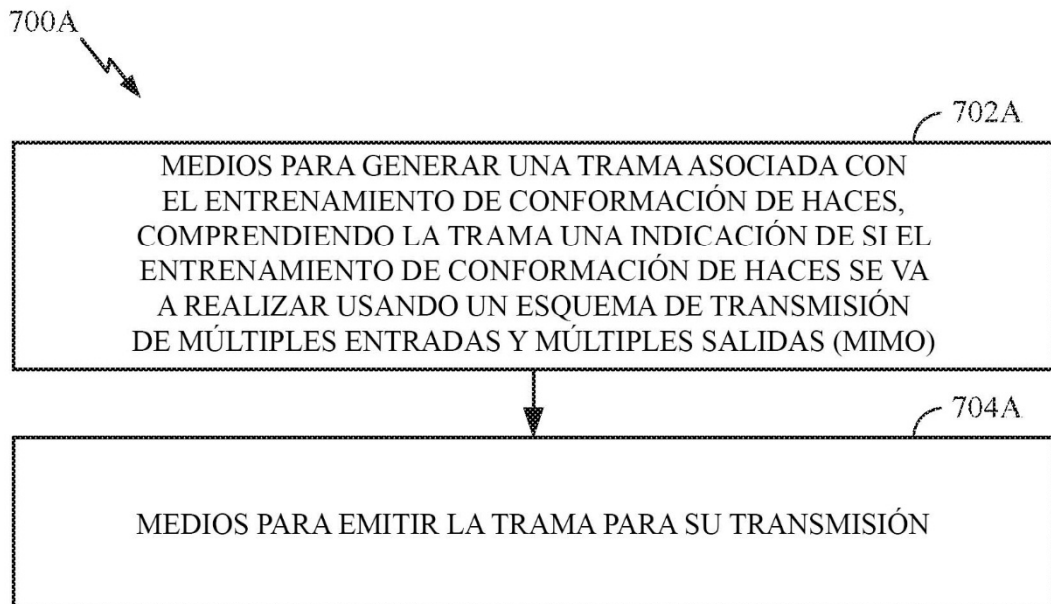


FIG. 7A

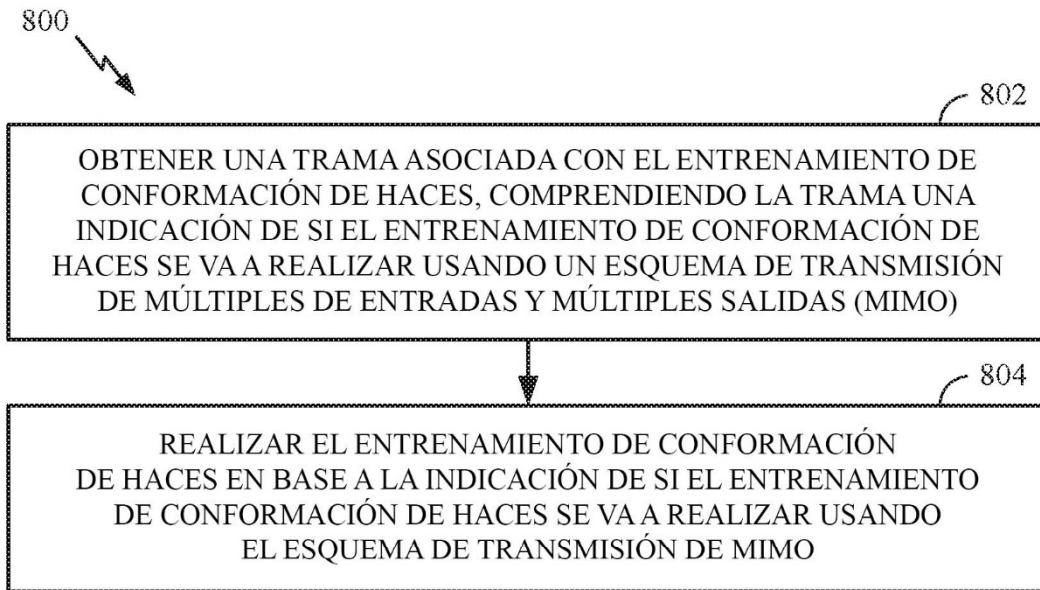


FIG. 8

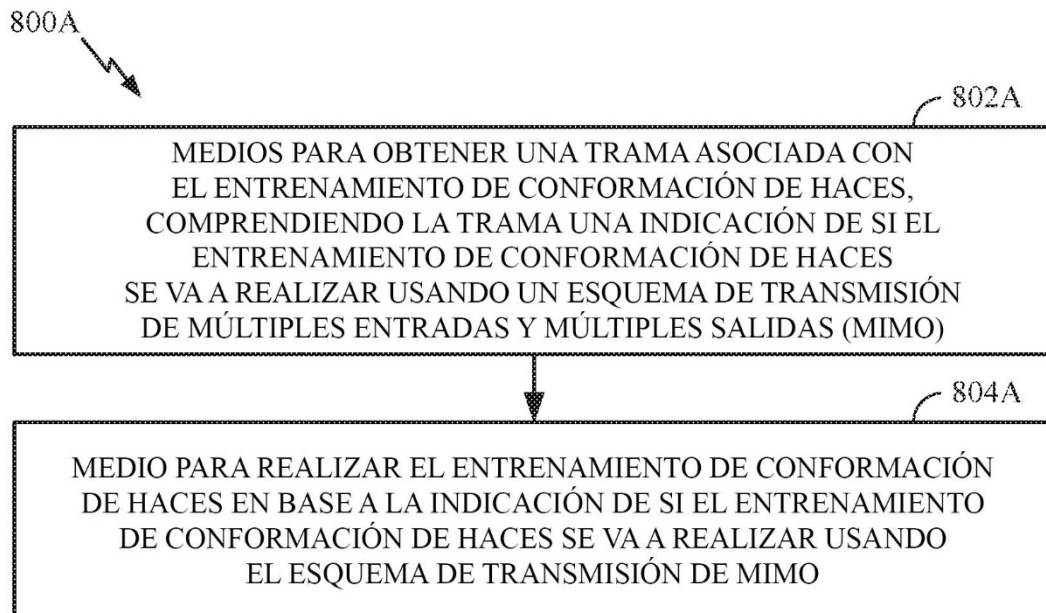
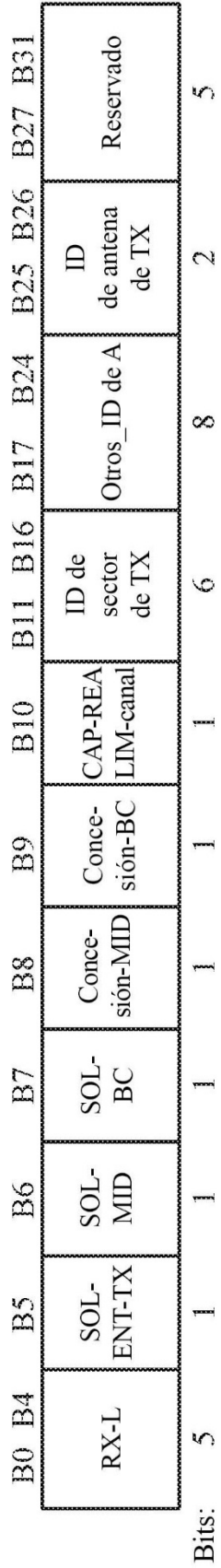


FIG. 8A

900 ↗



Formato del campo de solicitud de BRP

FIG. 9A

| Valor de bits 28-29 | Significado |
|---------------------|-------------|
| 00                  | Sin MIMO    |
| 01                  | MIMO 2x2    |
| 10                  | MIMO 3x3    |
| 11                  | MIMO 4x4    |

FIG. 9B

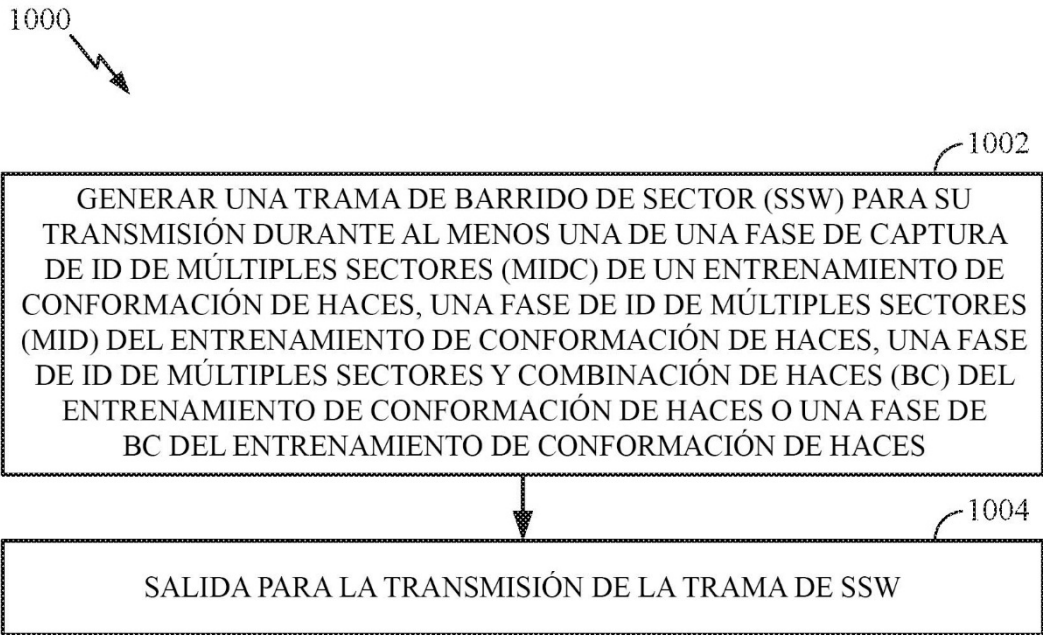


FIG. 10

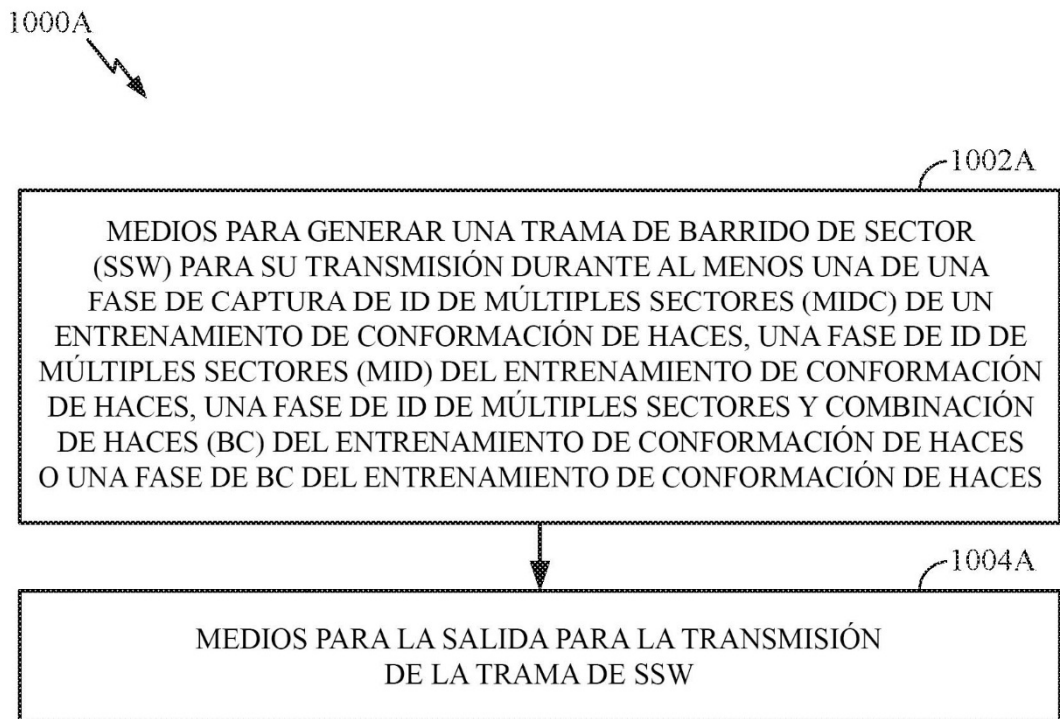


FIG. 10A

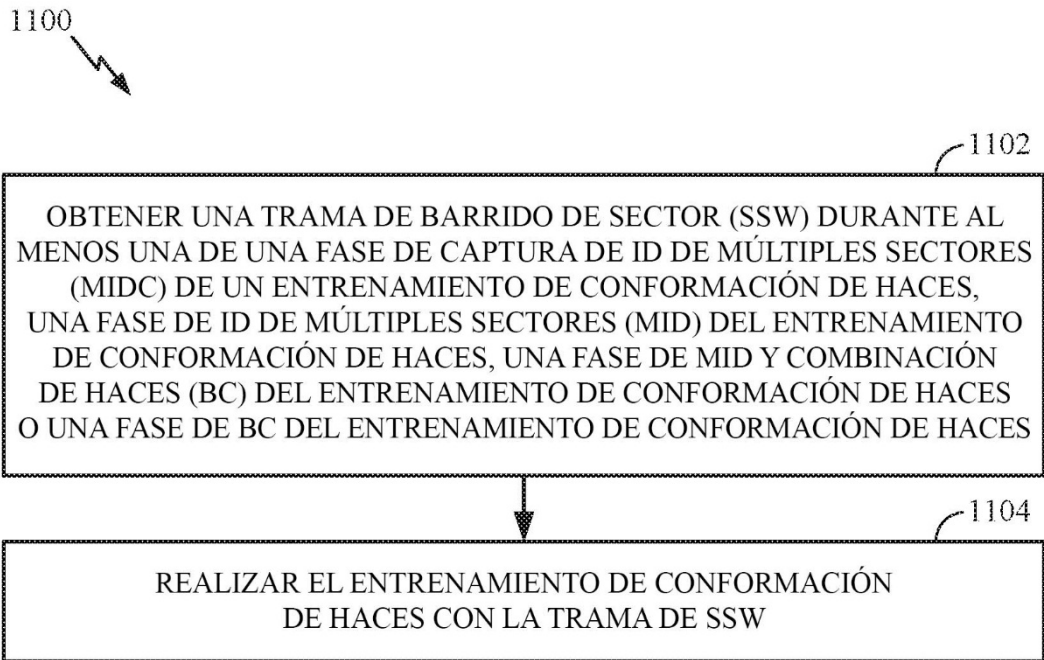


FIG. 11

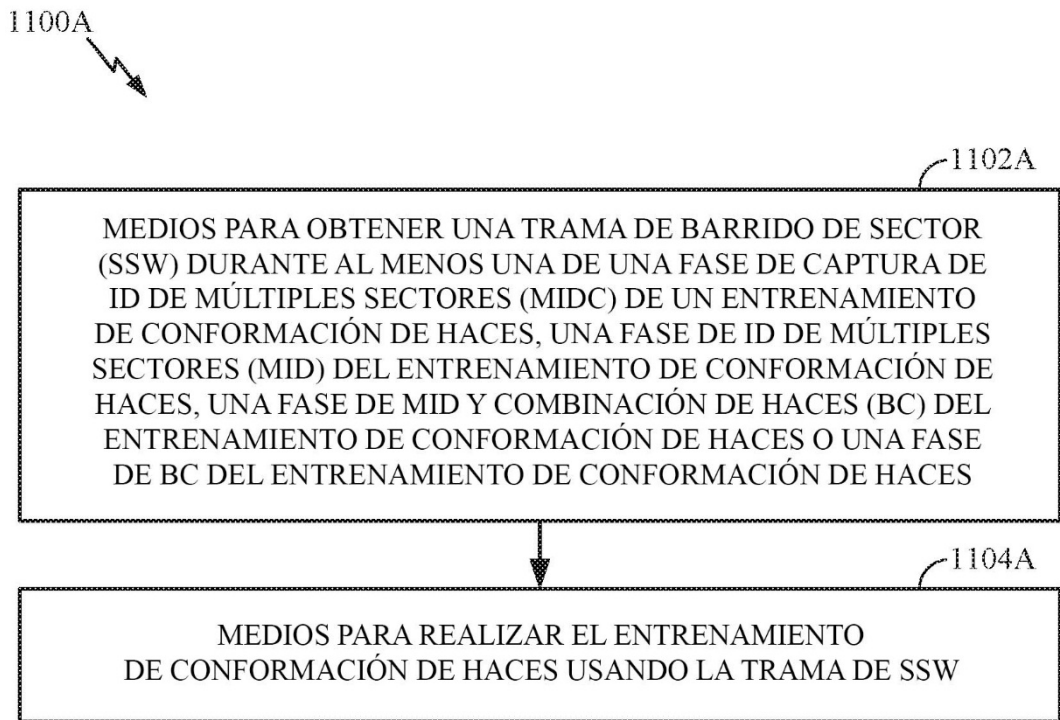


FIG. 11A

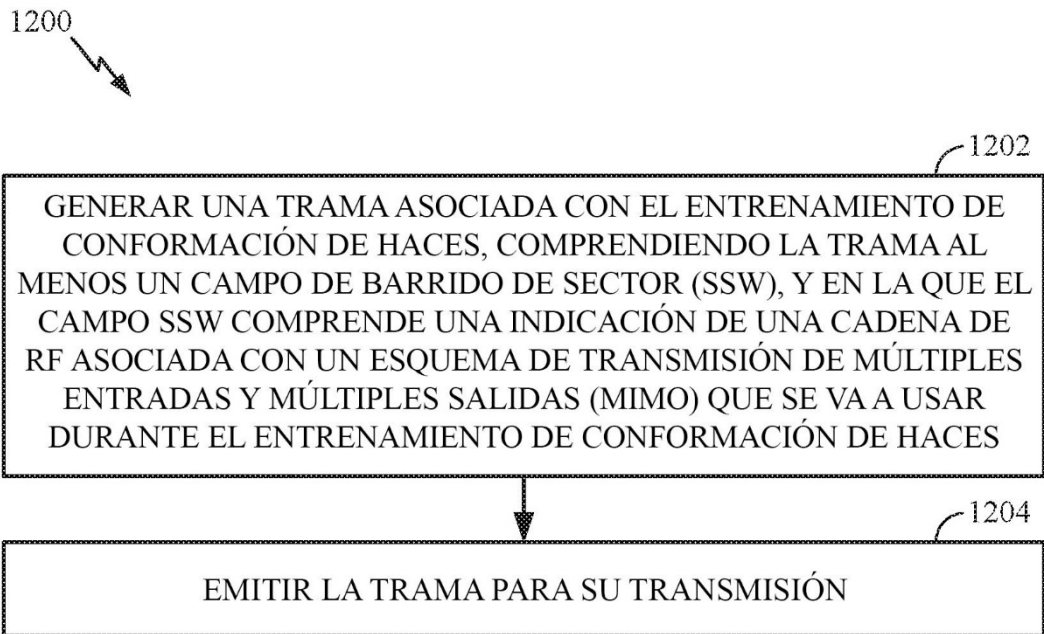


FIG. 12

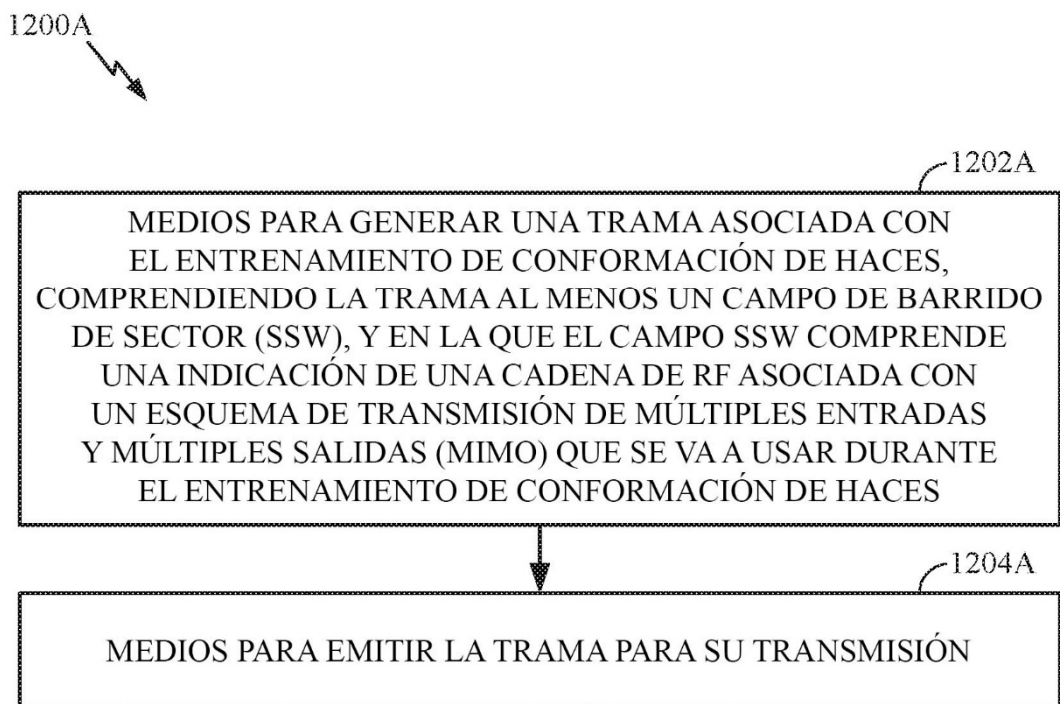


FIG. 12A

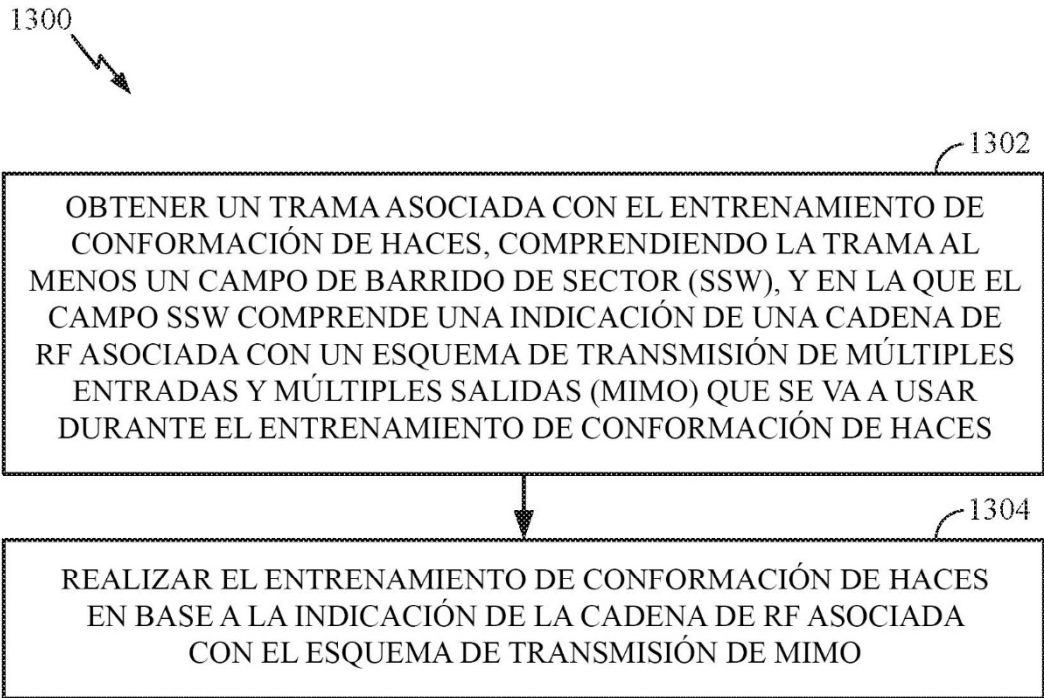


FIG. 13

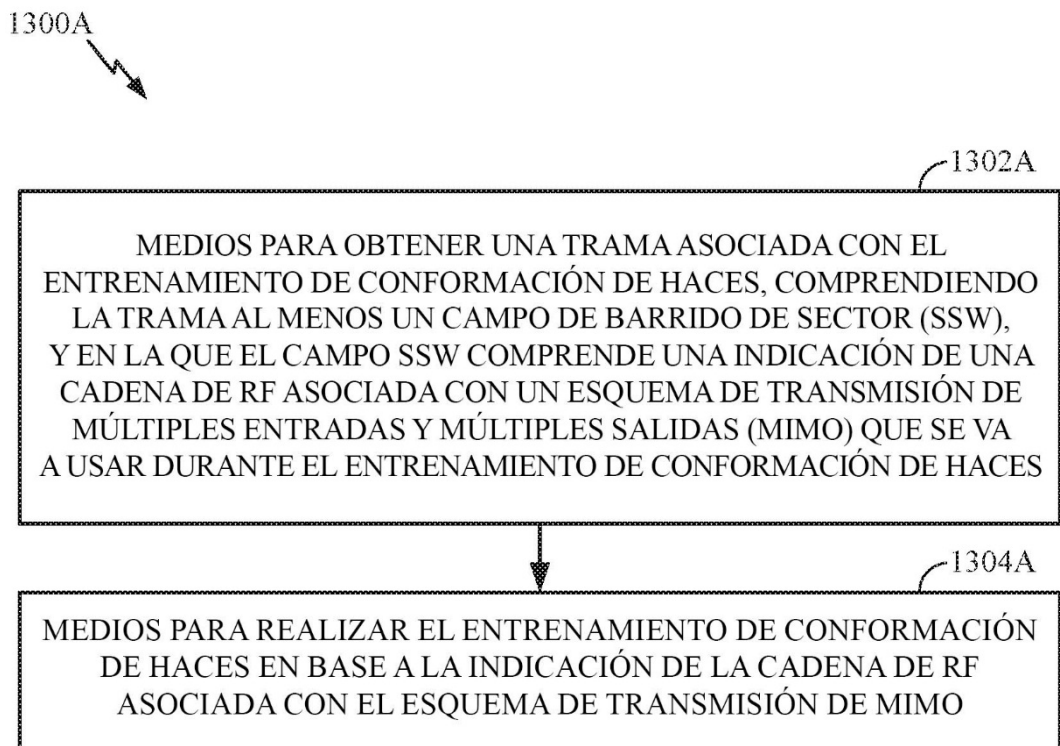


FIG. 13A