

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 067**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2011 PCT/US2011/059186**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2012 WO12061616**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2011 E 11785225 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 2636163**

54 Título: **Formato de retroalimentación de formación de haces**

30 Prioridad:

**02.11.2011 US 201113287921
03.11.2010 US 409907 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SAMPATH, HEMANTH;
VERMANI, SAMEER;
VAN ZELST, ALBERT y
VAN NEE, DIDIER JOHANNES RICHARD**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 775 067 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

Formato de retroalimentación de formación de haces

5 REFERENCIA CRUZADA A APLICACIONES RELACIONADAS

ANTECEDENTES

Campo

10 [0001] Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren en general a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a un procedimiento para construir un formato para retroalimentación de conformación de haces para sistemas inalámbricos de muy alto rendimiento (VHT).

15 Antecedentes

[0002] Con el fin de tratar el problema de los crecientes requisitos de ancho de banda que se demandan para los sistemas de comunicación inalámbrica, se están desarrollando diferentes sistemas que permiten a múltiples terminales de usuario comunicarse con un único punto de acceso (AP) compartiendo los recursos de canal mientras obtienen altos flujos de datos. La tecnología de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO) representa un enfoque de este tipo, que ha surgido recientemente como una técnica popular para los sistemas de comunicación de nueva generación.

25 [0003] La tecnología MIMO se ha adoptado en varias normas emergentes de comunicaciones inalámbricas tales como la norma 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). El IEEE 802.11 indica un conjunto de normas de interfaz aérea de Red Inalámbrica de Área Local (WLAN) desarrolladas por el comité IEEE 802.11 para comunicaciones de corto alcance (por ejemplo, entre decenas y unos pocos cientos de metros).

30 [0004] Un sistema MIMO emplea múltiples (N_T) antenas transmisoras y múltiples (N_R) antenas receptoras para la transmisión de datos. Un canal de MIMO formado por las N_T antenas transmisoras y las N_R antenas receptoras puede descomponerse en N_S canales independientes, que también se denominan canales espaciales, donde $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$. Cada uno de los N_S canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema de MIMO puede proporcionar un rendimiento mejorado (por ejemplo, mayor rendimiento y/o mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas transmisoras y receptoras.

35 [0005] En las redes inalámbricas con un único AP y múltiples estaciones de usuario (STA), pueden producirse transmisiones concurrentes en múltiples canales hacia diferentes STA, en la dirección tanto de enlace ascendente como de enlace descendente. Muchos retos están presentes en dichos sistemas. Por ejemplo, el AP puede transmitir señales usando normas diferentes tales como las normas IEEE 802.11n/a/b/g o IEEE 802.11ac (muy alto rendimiento (VHT)). Un receptor STA puede ser capaz de detectar un modo de transmisión de la señal basándose en la información incluida en un preámbulo del paquete de transmisión.

45 [0006] Se llama la atención sobre el documento "IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput", que describe los estándares de acceso que definen diferentes tipos de tecnologías de acceso medio y medios físicos asociados.

50 [0007] El documento "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems; IEEE Std 802.16-2009 (Revision of IEEE Std 802.16-2004)", especifica la interfaz aérea, incluida la capa de control de acceso medio (MAC) y la capa física (PHY), de sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) fijos y móviles de punto a multipunto combinados que proporcionan múltiples servicios.

55 [0008] El documento MOHSEN ESLAMI ET AL: "Efficient Transmission Technique for MIMO-OFDM Broadcast Channels with Limited Feedback", describe una técnica MIMO-OFDM de múltiples usuarios basada en CSI parcial para canales de radiodifusión.

[0009] Hongyuan Zhang ET AL: "1 lac Explicit Sounding and Feedback, 802.11-10/1105r0", IEEE 802.11 TGac propone una definición para un campo de control VHT MIMO, en el que ciertos subcampos aún deben definirse.

60 [0010] El documento de Estados Unidos 2008/080635 A1 describe la señalización de retroalimentación para sistemas de transmisión de múltiples antenas.

[0011] El documento WO 2008/050996 A2 describe un procedimiento de acceso a la red en un sistema de comunicación móvil, así como una terminal que soporte dicho procedimiento.

65

[0012] El documento de Estados Unidos 2007/049218 A1 describe un procedimiento en un sistema de comunicación inalámbrica, en el que el procedimiento incluye la recepción de una preferencia de usuario para un modo de transmisión.

5 **SUMARIO**

[0013] De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento como se expone en la reivindicación 1, un procedimiento como se expone en la reivindicación 2, un aparato como se expone en la reivindicación 3, un aparato como se expone en la reivindicación 4 y un medio legible por ordenador como se expone en la reivindicación 5.

[0014] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye un receptor configurado para recibir una petición de retroalimentación, un circuito configurado para generar, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y un transmisor configurado para transmitir la trama de informe de retroalimentación.

[0015] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye un transmisor configurado para transmitir una petición de retroalimentación, un receptor configurado para recibir, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF, y un circuito configurado para determinar si al menos un bit de extensión BF indica que la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y, de ser así, procesar el campo de extensión BF.

[0016] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye un circuito configurado para generar un mensaje que comprende al menos un bit que indica que el aparato comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se realiza formación de haces y un transmisor configurado para transmitir el mensaje.

[0017] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye un receptor configurado para recibir un mensaje, desde un dispositivo, que comprende al menos un bit que indica que el dispositivo comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo formación de haces y un circuito configurado para abstenerse de la formación de haces (BF) cuando se transmite al dispositivo en respuesta a la detección del bit.

[0018] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento en general incluye recibir una petición de retroalimentación, generar, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y transmitir la trama de informe de retroalimentación.

[0019] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento en general incluye transmitir una petición de retroalimentación, recibir, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF, y determinar si el al menos un bit de extensión BF indica que la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y, de ser así, procesar el campo de extensión BF.

[0020] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento en general incluye generar un mensaje que comprende al menos un bit que indica que el aparato comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo formación de haces y se transmite el mensaje.

[0021] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento en general incluye recibir un mensaje, desde un dispositivo, que comprende al menos un bit que indica que el dispositivo comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo formación de haces y se abstiene de la formación de haces (BF) cuando se transmite al dispositivo en respuesta a la detección el bit.

[0022] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye medios para recibir una petición de retroalimentación, medios para generar, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de

múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y medios para transmitir la trama de informe de retroalimentación.

5 **[0023]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye medios para transmitir una petición de retroalimentación, medios para recibir, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF, y medios para
10 determinar si al menos un bit de extensión BF indica que la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y, si es así, procesar el campo de extensión BF.

[0024] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye medios para generar un mensaje que comprende al menos un bit que indica que el
15 aparato comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo formación de haces y medios para transmitir el mensaje.

[0025] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato en general incluye medios para recibir un mensaje, desde un dispositivo, comprendiendo al menos un bit que indica que el dispositivo comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo
20 formación de haces y medios para abstenerse de la formación de haces (BF) cuando se transmite al dispositivo en respuesta a la detección del bit.

[0026] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas, que comprende un medio legible por ordenador que comprende instrucciones. Las instrucciones son en general ejecutables para recibir una petición de retroalimentación, generar, en respuesta a la
25 petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y transmitir la trama de informe
30 de retroalimentación.

[0027] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas, que comprende un medio legible por ordenador que comprende instrucciones. Las instrucciones son en general ejecutables para transmitir una petición de retroalimentación, recibir, en respuesta a la
35 petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y determinar si el al menos un bit de extensión BF indica que la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y, de ser así,
40 procesar el campo de extensión BF.

[0028] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas, que comprende un medio legible por ordenador que comprende instrucciones. Las instrucciones son en general ejecutables para generar un mensaje que comprende al menos un bit que indica que el
45 aparato comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se forma y transmite el mensaje

[0029] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas, que comprende un medio legible por ordenador que comprende instrucciones. Las instrucciones son en general ejecutables para recibir un mensaje, desde un dispositivo, que comprende al menos un bit que indica que el dispositivo comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo
50 formación de haces y abstenerse de la formación de haces (BF) cuando se transmite al dispositivo en respuesta para detectar el bit.

[0030] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso. El terminal de acceso en general incluye al menos una antena, un receptor configurado para recibir, a través de la al menos una antena, una petición
55 de retroalimentación, un circuito configurado para generar, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y un transmisor configurado para transmitir la trama de informe de retroalimentación
60

[0031] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso. El punto de acceso en general incluye al menos una antena, un transmisor configurado para transmitir, a través de la al menos una antena, una
65 petición de retroalimentación, un receptor configurado para recibir, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y un circuito configurado para determinar si al menos un bit

de extensión BF indica que la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF y, si es así, procesar el campo de extensión BF.

5 [0032] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso. El terminal de acceso en general incluye al menos una antena, un circuito configurado para generar un mensaje que comprende al menos un bit que indica que el aparato comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo formación de haces y un transmisor configurado para transmitir, a través de al menos una antena, el mensaje.

10 [0033] Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso. El punto de acceso en general incluye al menos una antena, un receptor configurado para recibir un mensaje, a través de la al menos una antena de un dispositivo, que comprende al menos un bit que indica que el dispositivo comprende al menos un receptor, cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo formación de haces, y un circuito configurado para abstenerse de la formación de haces (BF) cuando se transmite al dispositivo en respuesta a la detección del bit.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0034] Para que las características de la presente divulgación anteriormente mencionadas puedan entenderse con detalle, se ofrece una descripción más particular, resumida brevemente anteriormente, con referencia a aspectos, algunos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, cabe señalar que los dibujos adjuntos ilustran solamente ciertos aspectos típicos de esta divulgación y, por lo tanto, no han de considerarse limitantes de su alcance, ya que la descripción puede admitir otros aspectos igualmente eficaces.

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

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un punto de acceso de ejemplo y de terminales de usuario, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

30 La FIG. 3 ilustra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 4 ilustra resultados de rendimiento de ejemplo para diferentes tipos de retroalimentación de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

35 La FIG. 5 ilustra un formato de retroalimentación de ejemplo de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

40 La FIG. 6 ilustra operaciones de ejemplo para transmitir un mensaje de retroalimentación que comprende un campo de extensión de formación de haces que pueden realizarse mediante una estación, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 6A ilustra componentes de ejemplo capaces de realizar las operaciones de la FIG. 6.

45 La FIG. 7 ilustra operaciones de ejemplo para recibir un mensaje de retroalimentación que comprende un campo de extensión de formación de haces que pueden realizarse mediante un punto de acceso, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 7A ilustra componentes de ejemplo capaces de realizar las operaciones de la FIG. 7.

50 La FIG. 8 ilustra operaciones de ejemplo para transmitir una indicación de presencia de receptor de máxima probabilidad en una estación, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 8A ilustra componentes de ejemplo capaces de realizar las operaciones de la FIG. 8.

55 La FIG. 9 ilustra operaciones de ejemplo para recibir una indicación de presencia de receptor de máxima probabilidad en un aparato que pueden ser realizadas por un punto de acceso, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 9A ilustra componentes de ejemplo capaces de realizar las operaciones de la FIG. 9.

60 **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

[0035] Diversos aspectos de la divulgación se describen a continuación en el presente documento más completamente con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente divulgación se puede realizar de muchas formas diferentes y no se debería interpretar que está limitada a ninguna estructura o función específicas presentadas a lo largo de esta divulgación. En cambio, estos aspectos se proporcionan de modo que esta divulgación sea exhaustiva

y completa, y transmita por completo el alcance de la divulgación a los expertos en la técnica. Basándose en las enseñanzas del presente documento, un experto en la técnica debería apreciar que el alcance de la divulgación pretende abarcar cualquier aspecto de la divulgación divulgada en el presente documento, ya sea implementada de forma independiente de, o combinada con, cualquier otro aspecto de la divulgación. Por ejemplo, un aparato se puede implementar o un procedimiento se puede llevar a la práctica usando un número cualquiera de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, el alcance de la divulgación está concebido para abarcar un aparato o procedimiento de este tipo que se lleve a la práctica usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad, además de, o aparte de, los diversos aspectos de la divulgación expuestos en el presente documento. Se debería entender que cualquier aspecto de la divulgación divulgado en el presente documento se puede realizar mediante uno o más elementos de una reivindicación.

[0036] La expresión "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" no necesariamente ha de interpretarse como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos.

[0037] Aunque en el presente documento se describan aspectos particulares, muchas variaciones y permutaciones de estos aspectos se encuentran dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferentes, el alcance de la divulgación no está concebido para estar limitado a beneficios, usos u objetivos en particular. En cambio, los aspectos de la divulgación están concebidos para ser ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales 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 divulgación por las reivindicaciones adjuntas.

UN SISTEMA a modo de ejemplo DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

[0038] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluyendo los sistemas de comunicación que se basan en una transmisión de una única portadora. Los aspectos divulgados en el presente documento pueden ser, por ejemplo, ventajosos para sistemas que empleen señales de Banda Ultra Ancha (UWB) que incluyan señales de ondas milimétricas. Sin embargo, la presente divulgación no está prevista para limitarse a dichos sistemas, ya que otras señales codificadas pueden beneficiarse de ventajas similares.

[0039] Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse como o conocerse como, un Nodo B, un Controlador de Red de Radio ("RNC"), un eNodoB, un Controlador de Estación Base ("BSC"), una Estación Transceptora Base ("BTS"), una Estación Base ("BS"), una Función Transceptora ("TF"), un Router de Radio, un Transceptor de Radio, un Conjunto de Servicios Básicos ("BSS"), un Conjunto de Servicios Extendidos ("ESS"), una Estación Base de Radio ("RBS"), u otra terminología.

[0040] Un terminal de acceso ("AT") puede comprender, implementarse como o conocerse como un terminal de acceso, una estación de abonado, una unidad de abonado, un terminal móvil, una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo de usuario, una estación de usuario u otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono celular, un teléfono sin cables, un teléfono de protocolo de inicio de sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente personal digital ("PDA"), un dispositivo manual que tenga capacidad de conexión inalámbrica, una estación ("STA") o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. Por consiguiente, uno o más aspectos enseñados en el presente documento pueden incorporarse a un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular o teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente personal de datos), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o vídeo o una radio por satélite), un dispositivo de sistema de localización global o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse mediante un medio inalámbrico o por cable. En algunos aspectos, el nodo es un nodo inalámbrico. Dicho nodo inalámbrico puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para, o a, una red (por ejemplo, una red de área amplia tal como Internet o una red celular) mediante un enlace de comunicación por cable o inalámbrica.

[0041] La FIG. 1 ilustra un sistema MIMO de acceso múltiple 100 con puntos de acceso y terminales de usuario. Por motivos de simplicidad, solamente se muestra un punto de acceso 110 en la FIG. 1. Un punto de acceso (AP) es en general una estación fija que se comunica con los terminales de usuario y que se puede denominar también estación base o con alguna otra terminología. Un terminal de usuario puede ser fijo o móvil y se puede denominar también estación móvil, estación (STA), cliente, dispositivo inalámbrico o con alguna con otra terminología. Un terminal de usuario puede ser un dispositivo inalámbrico, tal como un teléfono móvil, un asistente personal digital (PDA), un dispositivo manual, un módem inalámbrico, un ordenador portátil, un ordenador personal, etc.

[0042] El punto de acceso 110 se puede comunicar con uno o más terminales de usuario 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 hasta los terminales de usuario y el enlace ascendente (es decir,

el enlace inverso) es el enlace de comunicación desde los terminales de usuario hasta el punto de acceso. Un terminal de usuario también se puede comunicar de igual a igual con otro terminal de usuario. Un controlador de sistema 130 se acopla a, y proporciona coordinación y control para, los puntos de acceso.

5 **[0043]** El sistema 100 emplea múltiples antenas transmisoras y múltiples antenas receptoras para la transmisión de datos en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El punto de acceso 110 está equipado con un número N_{ap} de antenas y representa la múltiple entrada (MI) para transmisiones de enlace descendente y la múltiple salida (MO) para transmisiones de enlace ascendente. Un conjunto N_u de terminales de usuario 120 seleccionados representa en conjunto la múltiple salida para transmisiones de enlace descendente y la múltiple entrada para transmisiones de
 10 enlace ascendente. En ciertos casos, puede ser deseable tener $N_{ap} \geq N_u \geq 1$ si los flujos de símbolos de datos para los N_u terminales de usuario no están multiplexados en código, frecuencia o tiempo por algún medio. N_u puede ser mayor que N_{ap} si los flujos de símbolos de datos se pueden multiplexar usando diferentes canales de código con CDMA, conjuntos disjuntos de subbandas con OFDM, etc. Cada terminal de usuario seleccionado transmite datos específicos de usuario al punto de acceso y/o recibe datos específicos de usuario desde el mismo. En general, cada terminal de
 15 usuario seleccionado puede estar equipado con una o múltiples antenas (es decir, $N_{ut} \geq 1$). Los terminales de usuario N_u seleccionados pueden tener el mismo o diferente número de antenas.

[0044] El sistema MIMO 100 puede ser un sistema de duplexado por división de tiempo (TDD) o un sistema de duplexado por división de frecuencia (FDD). En un sistema de TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencias. En un sistema de FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente usan bandas de frecuencias diferentes. El sistema de MIMO 100 también puede usar una única portadora o múltiples portadoras para su transmisión. Cada terminal de usuario puede estar equipado con una única antena (por ejemplo, con el fin de mantener bajos los costes) o con múltiples antenas (por ejemplo, donde pueda soportarse el coste adicional). El sistema MIMO 100 puede representar una Red de Área Local Inalámbrica (WLAN) de alta velocidad que
 20 funcione en una banda de 60 GHz.

[0045] La FIG. 2 muestra un diagrama de bloques del punto de acceso 110 y dos terminales de usuario 120m y 120x en el sistema de MIMO 100. El punto de acceso 110 está equipado con N_{ap} antenas 224a a 224ap. El terminal de usuario 120m está equipado con $N_{ut,m}$ antenas 252ma a 252mu, y el terminal de usuario 120x está equipado con $N_{ut,x}$ antenas 252xa a 252xu. El punto de acceso 110 es una entidad transmisora para el enlace descendente y una entidad receptora para el enlace ascendente. Cada terminal de usuario 120 es una entidad transmisora para el enlace ascendente y una entidad receptora para el enlace descendente. Como se usa en el presente documento, una "entidad transmisora" es un aparato o dispositivo autónomo capaz de transmitir datos a través de un canal de frecuencias, y una "entidad receptora" es un aparato o dispositivo autónomo capaz de recibir datos a través de un canal de
 30 frecuencias. En la descripción siguiente, el subíndice "dn" indica el enlace descendente, el subíndice "up" indica el enlace ascendente, se seleccionan N_{up} terminales de usuario para una transmisión simultánea en el enlace ascendente, se seleccionan N_{dn} terminales de usuario 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 planificación. Se puede usar la orientación de haces o alguna otra técnica de procesamiento espacial en el punto de acceso y en el terminal de usuario.

[0046] En el enlace ascendente, en cada terminal de usuario 120 seleccionado para la transmisión de enlace ascendente, un procesador de datos de TX 288 recibe datos de tráfico desde una fuente de datos 286 y datos de control desde un controlador 280. El procesador de datos de TX 288 procesa (por ejemplo, codifica, intercala y modula) los datos de tráfico $\{d_{up,m}\}$ para el terminal de usuario basándose en los esquemas de codificación y modulación asociados con la velocidad seleccionada para el terminal de usuario y proporciona un flujo de símbolos de datos $\{s_{up,m}\}$. Un procesador espacial de TX 290 realiza un procesamiento espacial en el flujo de símbolos de datos $\{s_{up,m}\}$ 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 110.

[0047] Un número N_{up} de terminales de usuario pueden planificarse para la transmisión simultánea en el enlace ascendente. Cada uno de estos terminales de usuario 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.

[0048] En el punto de acceso 110, N_{ap} antenas 224a a 224ap reciben las señales de enlace ascendente desde todos los N_{up} terminales de usuario 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 del 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 recuperados de enlace ascendente. El procesamiento espacial receptora se realiza de acuerdo con la inversión matricial de correlación de canal (CCMI), con el mínimo error cuadrático medio (MMSE), con la cancelación de interferencia sucesiva (SIC) o con alguna otra técnica. Cada flujo de símbolos de datos recuperados de enlace ascendente $\{s_{up,m}\}$ es una estimación de un flujo de símbolos de datos $\{s_{up,m}\}$ transmitido por un respectivo terminal de usuario. Un procesador de datos de RX 242 procesa (por ejemplo,
 60
 65

desmodula, desintercala y decodifica) cada flujo de símbolos de datos recuperados de enlace ascendente $\{s_{up,m}\}$ de acuerdo con la velocidad usada para que ese flujo obtenga datos decodificados. Los datos descodificados para cada terminal de usuario pueden proporcionarse a un colector de datos 244 para su almacenamiento y/o a un controlador 230 para su procesamiento adicional.

5 **[0049]** 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} terminales de usuario planificados para la transmisión de enlace descendente, datos de control desde un controlador 230 y, posiblemente, otros datos desde un planificador 234. Los diversos tipos de datos pueden ser enviados en canales de transporte diferentes. El procesador de datos de TX 210
10 procesa (por ejemplo, codifica, intercala y modula) los datos de tráfico para cada terminal de usuario basándose en la velocidad seleccionada para ese terminal de usuario. El procesador de datos de TX 210 proporciona N_{dn} flujos de símbolos de datos de enlace descendente para los N_{dn} terminales de usuario. Un procesador espacial de TX 220 realiza un procesamiento espacial en los N_{dn} flujos de símbolos de datos de enlace descendente y proporciona N_{ap}
15 flujos de símbolos de transmisión para las N_{ap} antenas. Cada unidad transmisora (TMTR) 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 los terminales de usuario.

20 **[0050]** En cada terminal de usuario 120, $N_{ut,m}$ antenas 252 reciben las N_{ap} señales de enlace descendente desde el punto de acceso 110. Cada unidad receptora (RCVR) 254 procesa una señal recibida desde una antena 252 asociada 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 $N_{ut,m}$ unidades receptoras 254 y proporciona un flujo de símbolos de datos recuperados de enlace descendente $\{s_{dn,m}\}$ para el terminal de usuario. El procesamiento espacial de recepción se realiza de acuerdo con la CCMI, con el MMSE o con alguna otra técnica. Un procesador de datos de
25 RX 270 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) el flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperados para obtener datos descodificados para el terminal de usuario.

30 **[0051]** En cada terminal de usuario 120, $N_{ut,m}$ antenas 252 reciben las N_{ap} señales de enlace descendente desde el punto de acceso 110. Cada unidad receptora (RCVR) 254 procesa una señal recibida desde una antena 252 asociada 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 $N_{ut,m}$ unidades receptoras 254 y proporciona un flujo de símbolos de datos recuperados de enlace descendente $\{s_{dn,m}\}$ para el terminal de usuario. El procesamiento espacial de recepción se realiza de acuerdo con la CCMI, con el MMSE o con alguna otra técnica. Un procesador de datos de
35 RX 270 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) el flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperados para obtener datos descodificados para el terminal de usuario.

40 **[0052]** La FIG. 3 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico 302 que puede emplearse dentro del sistema de 100. El dispositivo inalámbrico 302 es un ejemplo de un dispositivo que puede estar configurado para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. El dispositivo inalámbrico 302 puede ser un punto de acceso 110 o un terminal de usuario 120.

45 **[0053]** El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir un procesador 304 que controle el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 302. El procesador 304 se puede denominar también unidad central de procesamiento (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 porción de la memoria 306 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 304 realiza típicamente operaciones lógicas y aritméticas basándose en unas instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 306. Las instrucciones en la memoria 306 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

50 **[0054]** El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un alojamiento 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 una ubicación remota. El transmisor 310 y el receptor 312 pueden estar combinados en un transceptor 314. Una pluralidad de antenas transmisoras 316 pueden conectarse al alojamiento 308 y acoplarse de manera eléctrica al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples
55 transceptores (no se muestran).

60 **[0055]** El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un detector de señales 318 que se puede usar para 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.

65 **[0056]** Los diversos componentes del dispositivo inalámbrico 302 pueden acoplarse entre sí mediante un sistema de bus 322, que puede incluir un bus de alimentación, un bus de señales de control y un bus de señales de estado, además de un bus de datos.

[0057] Ciertos aspectos de la presente divulgación proponen transmitir un mensaje de retroalimentación a un punto de acceso. La retroalimentación puede comprender un campo de extensión de formación de haces, que puede transportar relación señal a ruido por tono de una estación. Para ciertos aspectos, la estación que transmite la SNR por tono puede ser un dispositivo con capacidad de usuario único (SU). Para ciertos aspectos, la estación puede indicar al punto de acceso si tiene o no un receptor de máxima probabilidad (ML). Como se usa en el presente documento, un receptor ML en general se refiere a un receptor que realiza la detección de máxima probabilidad (MLD).

[0058] Ciertos aspectos de la presente divulgación presentan procedimientos para la transmisión de relación señal a ruido por tono a un punto de acceso mediante dispositivos con capacidad de usuario único. El conocimiento de SNR por tono en un AP puede beneficiar a las transmisiones de formación de haces de transmisión SU. Por ejemplo, la SNR por tono puede ayudar a los receptores de error cuadrático medio mínimo (MMSE) y de forzamiento cero (ZF) cuando el número de antenas de transmisión y recepción es igual al número de flujos espaciales (por ejemplo, $N_{tx}=N_{rx}=N_{ss}$). Esta condición puede deberse a la restricción de modulación y esquema de codificación (MCS) equivalente en los sistemas que pueden cumplir con el IEEE 802.11ac.

[0059] La FIG. 4 ilustra resultados de rendimiento de ejemplo 400 para diferentes tipos de retroalimentación de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Puede haber cuatro antenas de transmisión en un AP y cuatro antenas de recepción en una o más estaciones de usuario (STA), se puede aplicar la modulación 64-QAM antes de la transmisión y la velocidad de codificación puede ser 5/6.

[0060] Como se ilustra, la trama 410 que representa un 4x4 con receptores MMSE tiene ganancia de rendimiento en comparación con el bucle abierto (curva 450). Cabe señalar que la formación de haces (BF) con \mathbf{V} solo (curva 440) puede no funcionar bien. Por otro lado, la precodificación MMSE con $\mathbf{V}+\mathbf{S}$ (curva 430) proporciona una ganancia de rendimiento. La matriz \mathbf{V} puede obtenerse usando una descomposición de valor singular (SVD) de una matriz de canal inalámbrico \mathbf{H} . Por ejemplo, la matriz \mathbf{V} puede comprender una matriz de vectores propios de la derecha del canal inalámbrico. De forma alternativa, la matriz \mathbf{V} puede comprender una matriz de vectores propios de la izquierda del canal inalámbrico. La retroalimentación puede comprender una o más columnas de la matriz \mathbf{V} y una o más columnas de una matriz \mathbf{S} , en el que la matriz \mathbf{S} puede obtenerse utilizando la SVD de la matriz de canales \mathbf{H} . Por ejemplo, la matriz \mathbf{S} puede comprender una matriz de valores propios del canal inalámbrico.

[0061] Ciertos aspectos proponen un procedimiento que permite a los dispositivos que soportan UB enviar campo SNR por tono a un punto de acceso, si es necesario, para obtener un mejor rendimiento. Sin embargo, el dispositivo SU puede elegir no transmitir SNR por tono. El procedimiento propuesto permite que el dispositivo (por ejemplo, el resultado de la formación de haces) tenga el control de la decisión de transmitir o no SNR por tono y da como resultado ahorros en términos de sobrecarga.

[0062] La FIG. 5 ilustra un formato de retroalimentación de ejemplo 500, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La estructura 500 puede representar el campo de control VHT MIMO de la retroalimentación.

[0063] Los bits 502 (por ejemplo, tres bits) pueden corresponder a columnas de matrices \mathbf{V} o \mathbf{H} , y los bits 504 (por ejemplo, tres bits) pueden corresponder a la fila de matrices \mathbf{V} o \mathbf{H} . Los bits 506 (por ejemplo, dos bits) pueden corresponder a un tamaño de ancho de banda (BW), por ejemplo, el valor de 0 puede indicar un tamaño de BW de 20MHz, el valor de 1 puede indicar un tamaño de BW de 40MHz, el valor de 2 puede indicar un tamaño de BW de 80 MHz, y el valor de 3 puede indicar un tamaño de BW de 160 MHz. Los bits 508 (por ejemplo, dos bits) pueden comprender N_g parámetros para agrupación de tonos (una indicación sobre el muestreo de la retroalimentación de CSI), en el que el valor de 1 puede indicar que $N_g=2$, un valor de 2 puede indicar que $N_g=3$, y un valor de 3 puede indicar que $N_g=4$.

[0064] La bits 510 (por ejemplo, dos bits) pueden comprender información del libro de códigos, como la resolución de bits para los ángulos de rotación de Given ψ y φ (la nomenclatura de los ángulos es la misma que en IEEE 802.1 en el estándar de comunicaciones inalámbricas). Un bit de extensión BF puede indicarse mediante un campo de bit 512. El bit de extensión BF puede indicar la presencia de un campo de extensión BF en la retroalimentación.

[0065] Para ciertos aspectos, los dispositivos con capacidad para múltiples usuarios (MU) pueden transmitir el campo de extensión BF, tras la indicación de que se solicita retroalimentación de tipo MU. Para cierto aspecto, los dispositivos con capacidad SU pueden o no transmitir el campo de extensión BF.

[0066] Para ciertos aspectos, si el bit de extensión BF se establece en cero, el mensaje de retroalimentación puede no incluir el campo de extensión BF. Además, si el bit de extensión BF se establece en uno, el mensaje de retroalimentación puede incluir el campo de extensión BF.

[0067] Para ciertos aspectos, puede requerirse una estación que es capaz de recibir MU-MIMO para incluir SNR por tono tras la indicación de que se solicita retroalimentación de tipo MU. Una estación que no es capaz de recibir MU-MIMO o que sigue una petición de retroalimentación de tipo SU puede decidir si informa o no sobre SNR por tono en el mensaje de retroalimentación.

[0068] Para ciertos aspectos, el campo de extensión BF puede ser utilizado por la trama de formación de haces VHT comprimida para transportar información de SNR para cada subportadora. El campo de extensión BF puede incluirse en el campo de informe de retroalimentación solo si el bit de extensión BF en el campo de control VHT-MIMO está establecido en uno.

[0069] La FIG. 6 ilustra operaciones de ejemplo para transmitir un mensaje de retroalimentación que comprende un campo de extensión de formación de haces que puede ser realizado por una estación, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 602, la estación puede recibir una petición de retroalimentación. En 604, la estación puede generar, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF. En 606, la estación puede transmitir la trama de informe de retroalimentación.

[0070] La FIG. 7 ilustra operaciones de ejemplo para recibir un mensaje de retroalimentación que comprende un campo de extensión de formación de haces que puede realizarse mediante un punto de acceso, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 702, el AP puede transmitir una petición de retroalimentación a una estación. En 704, el AP puede recibir, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que tiene al menos un bit de extensión de formación de haces (BF) que indica si la trama de informe de retroalimentación incluye un campo de extensión BF.

[0071] Para ciertos aspectos, las estaciones que están utilizando receptores de máxima probabilidad (ML) pueden preferir transmisiones de bucle abierto cuando el número de antenas de transmisión es igual al número de antenas de recepción y es igual al número de flujos espaciales ($N_{tx}=N_{rx}=N_{ss}$). Por lo tanto, la estación puede informar a un AP que tiene un receptor ML. Por ejemplo, la estación puede enviar un "bit ML" para decirle al AP si la STA tiene un receptor ML. Para ciertos aspectos, el bit ML puede ser parte del campo de control VHT MIMO o puede ser un bit de capacidad.

[0072] Para ciertos aspectos, el AP puede no transmitir una señal con formación de haces a un dispositivo cada vez que $N_{tx}=N_{rx}=N_{ss}$, y el bit ML se pone a uno.

[0073] La FIG. 8 ilustra operaciones de ejemplo para transmitir una indicación de presencia de receptor de máxima probabilidad en una estación, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. La estación puede comprender al menos un receptor de máxima probabilidad (ML). En 802, la estación puede generar un mensaje que comprende al menos un bit que indica que la estación comprende al menos un receptor ML. En 804, la estación puede transmitir el mensaje.

[0074] La FIG. 9 ilustra operaciones de ejemplo para recibir una indicación de presencia de receptor de máxima probabilidad en un aparato que pueden ser realizadas por un punto de acceso, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 902, el AP puede recibir un mensaje que comprende al menos un bit que indica que el aparato comprende al menos un receptor ML. En 904, el AP puede abstenerse de la formación de haces (BF) cuando transmite al aparato.

[0075] Como se describe en el presente documento, una estación puede proporcionar una indicación de diversa información dentro de un mensaje de retroalimentación. Por ejemplo, la información puede incluir una indicación de que el mensaje de retroalimentación tiene un campo de extensión de formación de haces (por ejemplo, indicando qué tipo de capacidad, si tiene capacidad de múltiples usuarios o no, solo usuario único) o un bit que indica que la estación tiene un receptor cuyo rendimiento se deteriora cuando se lleva a cabo formación de haces (como un receptor ML). Al detectar dicha información en el mensaje de retroalimentación, un punto de acceso puede determinar cómo actuar o procesar en consecuencia (por ejemplo, procesando la información de formación de haces más detallada, si está presente, o absteniéndose de la formación de haces en el dispositivo para evitar un bajo rendimiento).

[0076] 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 componente(s) y/o módulo(s) de hardware y/o software que incluya(n), pero no se limite(n) a, un circuito, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o un procesador. En general, cuando haya operaciones ilustradas en las figuras, estas operaciones pueden tener componentes homólogos y medios más funciones equivalentes, con una numeración similar. Por ejemplo, las operaciones 600, 700, 800 y 900 ilustradas en las FIGS. 6, 7, 8 y 9 corresponden a los componentes 600A, 700A, 800A y 900A ilustrados en las FIGS. 6A, 7A, 8A y 9A, respectivamente.

[0077] Como se usa en el presente documento, el término "determinar" engloba una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar en una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. "Determinar" puede incluir también 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.

[0078] Como se usa en el presente documento, una frase que hace referencia a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno de entre: *a, b, o c*" pretende incluir: *a, b, c, a-b, a-c, b-c, y a-b-c*.

5 **[0079]** Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar por cualquier medio adecuado que pueda realizar las operaciones, tales como diversos componente(s), circuitos y/o módulo(s) de hardware y/o software. En general, cualquier operación ilustrada en las figuras se puede realizar por medios funcionales correspondientes capaces de realizar las operaciones.

10 **[0080]** Por ejemplo, los medios para transmitir pueden comprender un transmisor, por ejemplo, el transmisor 254 de la FIG. 2 del terminal de usuario 120, o el transmisor 310 de la FIG. 3 del dispositivo inalámbrico 302. Los medios para generar pueden comprender un circuito de integración específico de la aplicación, por ejemplo, el procesador espacial de TX 290 de la FIG. 2 del terminal de usuario 120 o el procesador 304 de la FIG. 3 del dispositivo inalámbrico 302. Los medios para determinar pueden comprender un circuito de integración específico de la aplicación, por ejemplo, el procesador espacial de TX 290 de la FIG. 2 del terminal de usuario 120 o el procesador 304 de la FIG. 3 del dispositivo inalámbrico 302.

15 **[0081]** Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en conexión con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de uso general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una señal de matriz de puertas programables por campo (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas discretas o de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados disponible en el mercado. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, *por ejemplo*, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

20 **[0082]** Los pasos de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con la presente divulgación se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento que se conozca en la técnica. Algunos ejemplos de medios de almacenamiento que se pueden usar incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, etc. Un módulo de software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y se puede distribuir por varios segmentos de código diferentes, entre programas diferentes y entre múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento se puede acoplar a un procesador de manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

30 **[0083]** Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden uno o más pasos o acciones para lograr el procedimiento descrito. Los pasos y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de pasos o acciones, el orden y/o el uso de pasos y/o acciones específicas se pueden modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

35 **[0084]** Las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse en, o transmitirse por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o códigos. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Además, cualquier conexión recibe adecuadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otro origen remoto, 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 se incluyen en la definición de medio. El término disco, como se usa en el presente documento, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray®, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Por lo 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 los anteriores deberían estar incluidas también dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

5 **[0085]** Por lo tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, dicho producto de programa informático 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. Para determinados aspectos, el producto de programa informático puede incluir material de embalaje.

10 **[0086]** El software o las instrucciones también se pueden transmitir sobre un medio de transmisión. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota que usa un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas están incluidos en la definición de medio de transmisión.

15 **[0087]** Además, debería apreciarse que los módulos y/u otros medios adecuados para realizar los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento pueden descargarse y/u obtenerse de otra forma por un terminal de usuario y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo puede estar acoplado 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 mediante medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio físico de almacenamiento tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de manera que un terminal de usuario 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 técnicas descritos en el presente documento.

20 **[0088]** Se ha de entender que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración ni a los componentes precisos ilustrados anteriormente. Se pueden realizar diversas modificaciones, cambios y variantes en la disposición, la funcionamiento y los detalles de los procedimientos y el aparato descritos anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

25 **[0089]** Aunque lo anterior está dirigido a los aspectos de la presente divulgación, se pueden contemplar aspectos diferentes y adicionales de la divulgación sin apartarse del alcance básico de la misma, y el alcance de la misma está determinado por las reivindicaciones siguientes.

35

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (600) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

5 recibir (602) una petición de retroalimentación en un aparato;

generar (604), en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, que tiene un bit de extensión de formación de haces, BF (512), que indica si la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF;

10 en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, la trama de informe de retroalimentación (500) incluye el campo de extensión BF y, si el bit de extensión BF (512) se establece en cero, la trama de informe de retroalimentación (500) no incluye el campo de extensión BF;

15 en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, se indica que la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF que comprende valores de relación señal a ruido, SNR, por tono de transmisiones OFDM,

20 en el que los valores de SNR por tono no se transmiten, si el campo de extensión BF no está incluido;

determinar si la petición de retroalimentación comprende una petición de retroalimentación de tipo de usuario único (SU) o retroalimentación de tipo de múltiples usuarios (MU); y

25 establecer el bit de extensión BF en uno, si la petición de retroalimentación comprende una petición de retroalimentación de tipo MU y el aparato es capaz de recibir MU-MIMO; y

transmitir (606) la trama de informe de retroalimentación (500).

30 2. Un procedimiento (700) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

transmitir (702) una petición de retroalimentación de tipo de múltiples usuarios (MU);

35 recibir (704), en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación (500) que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, que tiene un bit de extensión de formación de haces, BF (512) que indica si la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF,

40 en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, la trama de informe de retroalimentación (500) incluye el campo de extensión BF y, si el bit de extensión BF (512) se establece en cero, la trama de informe de retroalimentación (500) no incluye el campo de extensión BF;

45 en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, se indica que la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF que comprende valores de relación señal a ruido, SNR, por tono de transmisiones OFDM

en el que los valores de SNR por tono no se transmiten, si el campo de extensión BF no está incluido; y

50 determinar (706) que el al menos un bit de extensión BF (512) se establece en uno para un aparato con capacidad MU-MIMO que envía la trama de informe de retroalimentación (500) y procesa el campo de extensión BF.

3. Un aparato (600A) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

55 medios (602A) para recibir una petición de retroalimentación;

medios (604A) para generar, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación (500) que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO, que tiene un bit de extensión de formación de haces, BF (512), que indica si la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF,

60 en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, la trama de informe de retroalimentación (500) incluye el campo de extensión BF y, si el bit de extensión BF (512) se establece en cero, la trama de informe de retroalimentación (500) no incluye el campo de extensión BF;

65

en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, se indica que la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF que comprende valores de relación señal/ruido por tono, SNR, de transmisiones OFDM;

5 en el que los valores de SNR por tono no se transmiten, si el campo de extensión BF no está incluido;

medios para determinar si la petición de retroalimentación comprende una petición de retroalimentación de tipo de usuario único (SU) o retroalimentación de tipo de múltiples usuarios (MU); y

10 medios para establecer el bit de extensión BF en uno, si la petición de retroalimentación comprende una petición de retroalimentación de tipo MU y el aparato es capaz de recibir MU-MIMO; y

medios (606A) para transmitir la trama de informe de retroalimentación (500).

15 **4.** Un aparato (700A) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios (702A) para transmitir una petición de retroalimentación de tipo de múltiples usuarios (MU);

20 medios (704A) para recibir, en respuesta a la petición de retroalimentación, una trama de informe de retroalimentación (500) que comprende un campo de control de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO; que tiene un bit de extensión de formación de haces, BF (512) que indica si la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF,

25 en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, la trama de informe de retroalimentación (500) incluye el campo de extensión BF y, si el bit de extensión BF (512) se establece en cero, la trama de informe de retroalimentación (500) no incluye el campo de extensión BF;

30 en el que, si el bit de extensión BF (512) se establece en uno, se indica que la trama de informe de retroalimentación (500) incluye un campo de extensión BF que comprende valores de relación señal/ruido por tono, SNR, de transmisiones OFDM;

en el que los valores de SNR por tono no se transmiten, si el campo de extensión BF no está incluido y

35 medios (706A) para determinar que el bit de extensión BF (512) se establece en uno para un aparato con capacidad de MU-MIMO que envía la trama de informe de retroalimentación (500) y medios para procesar el campo de extensión BF.

40 **5.** Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo los pasos del procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2.

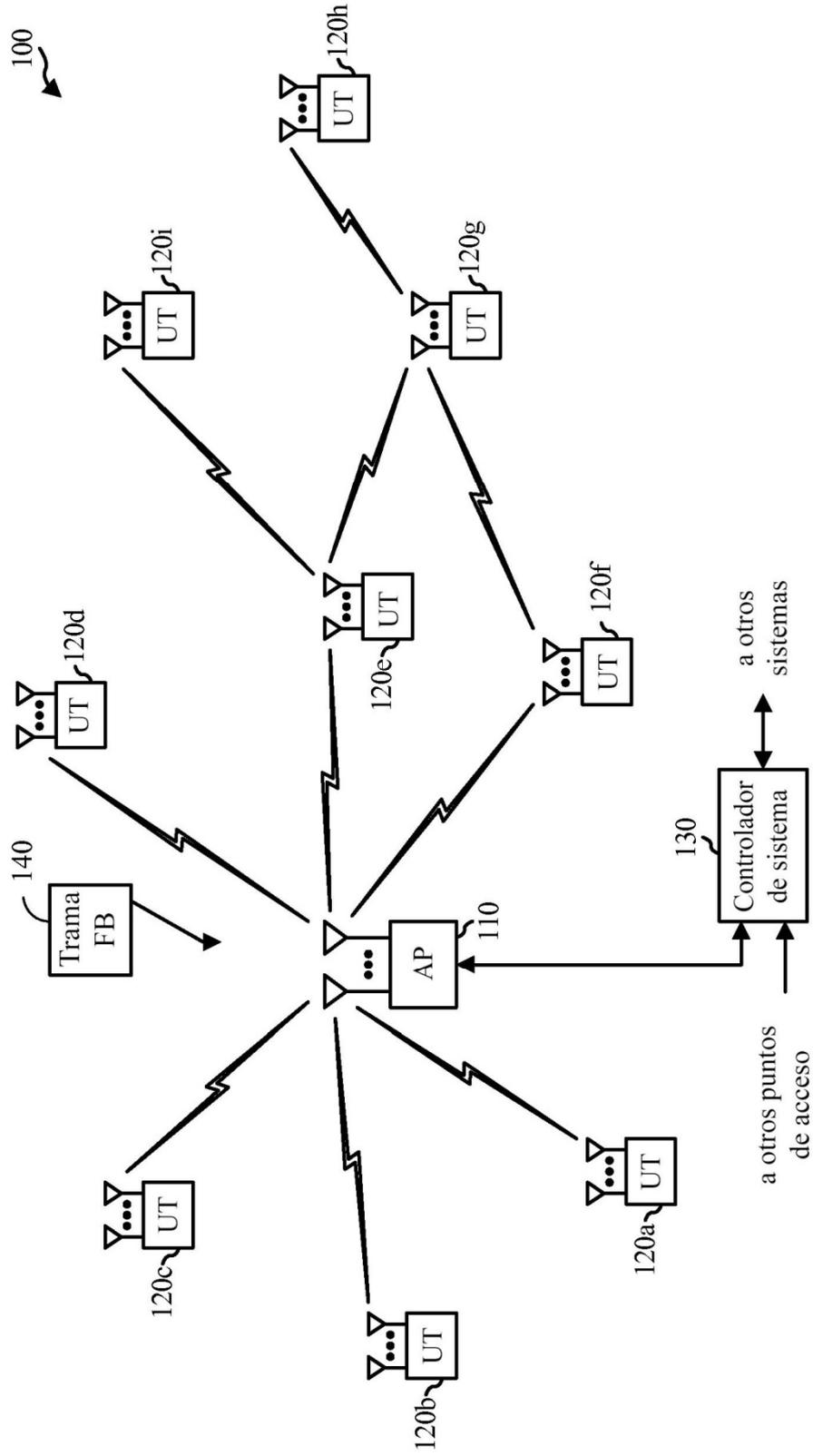


FIG. 1

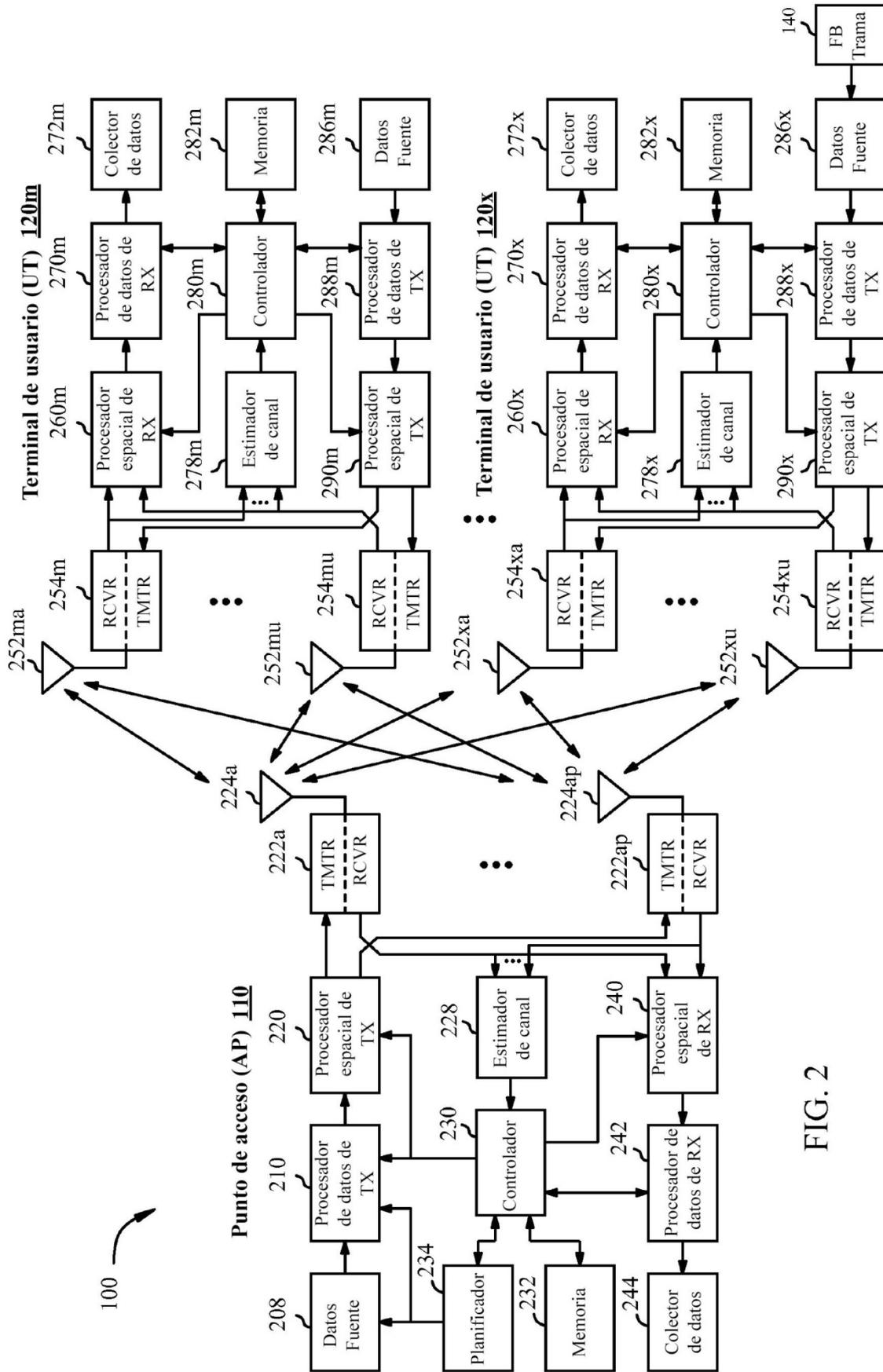


FIG. 2

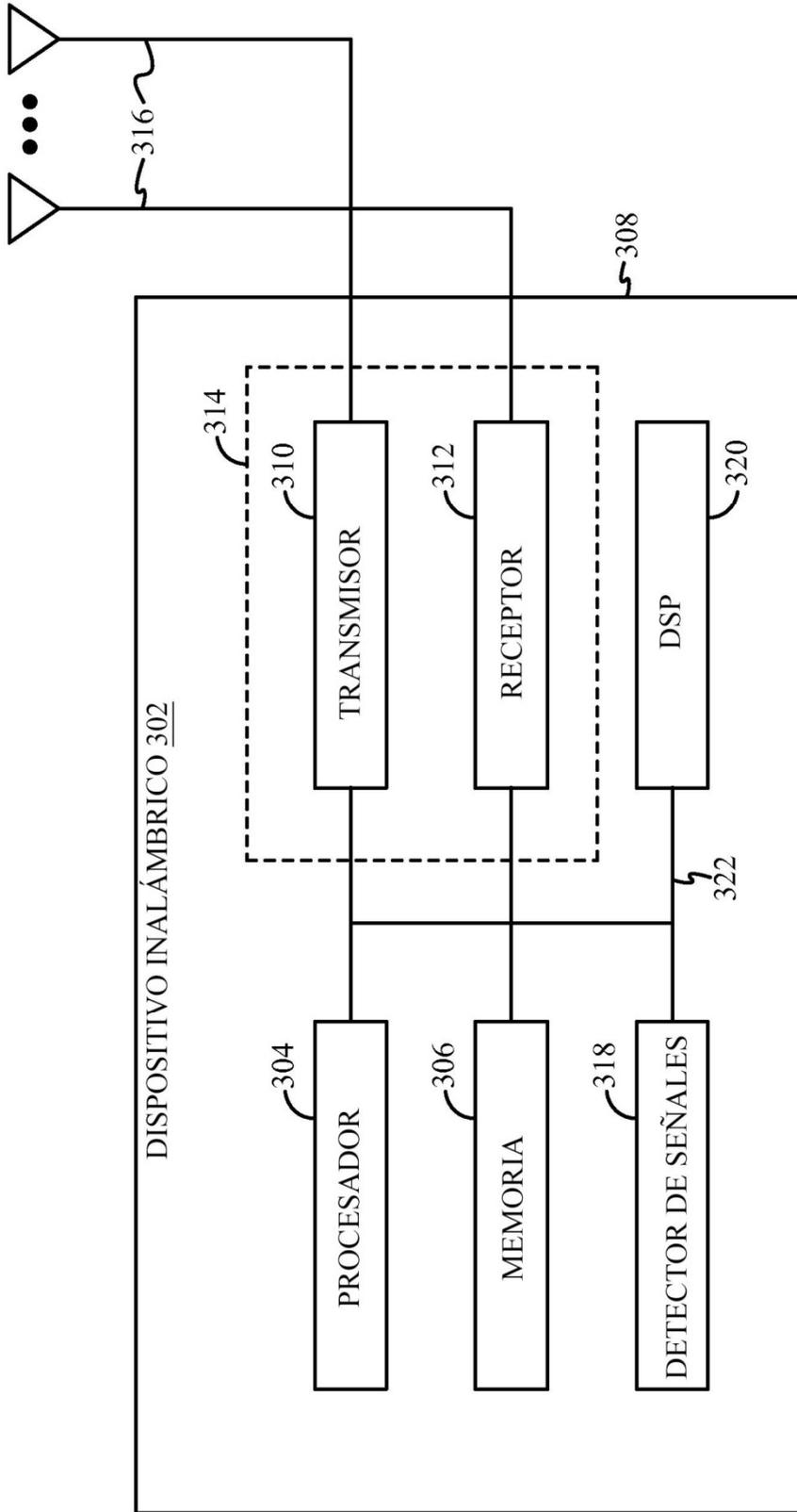
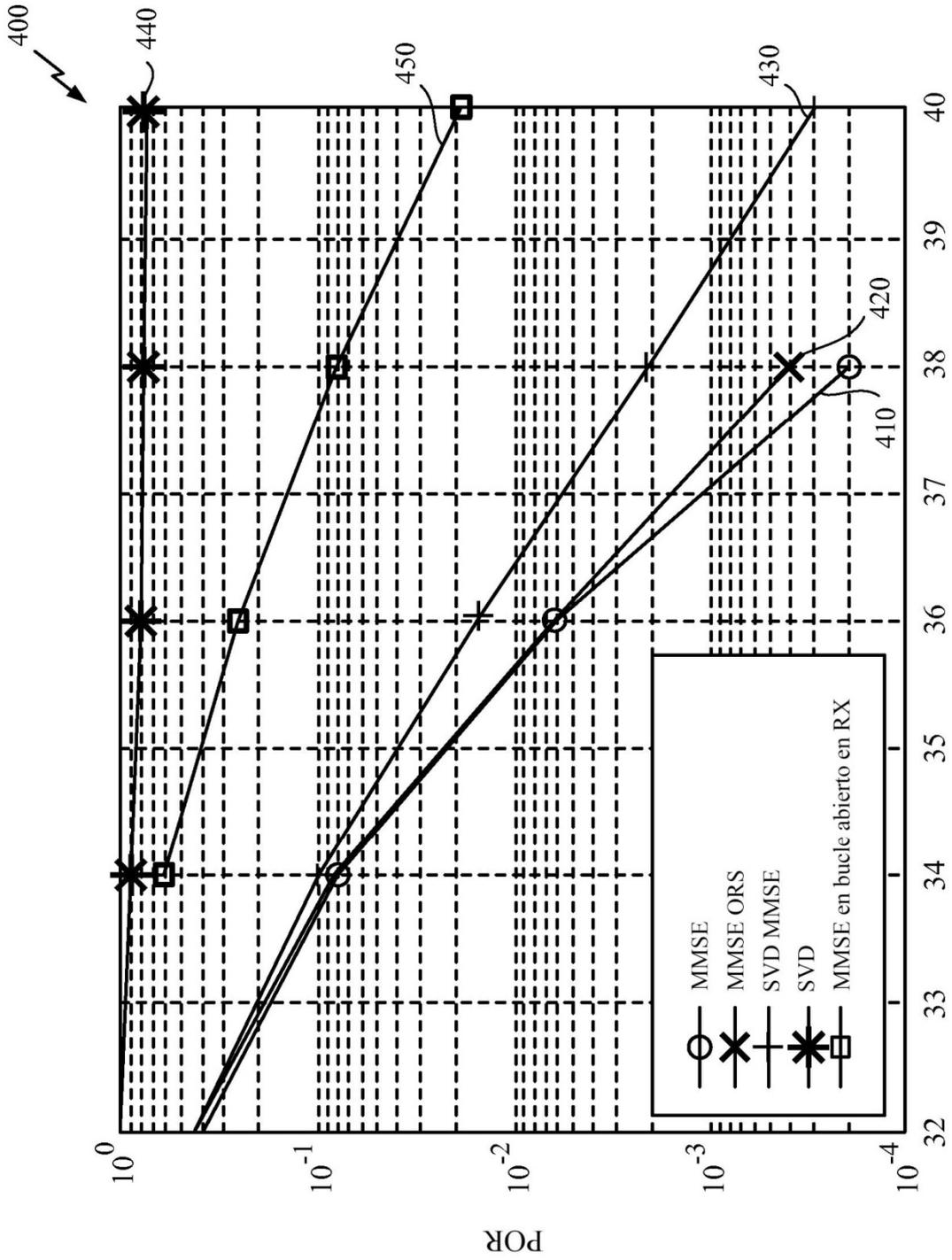


FIG. 3



Prom. SNR por RX menos ganancia de BF (dB)

FIG. 4

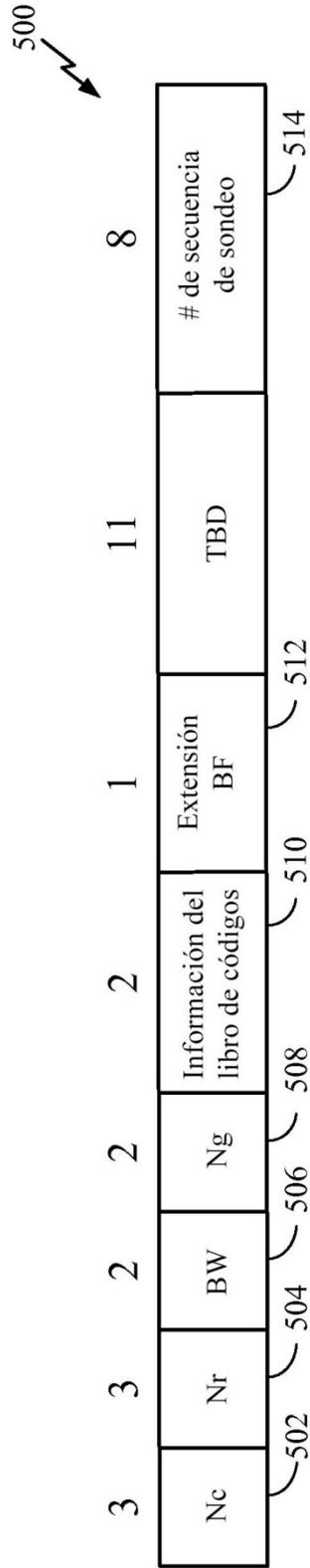


FIG. 5

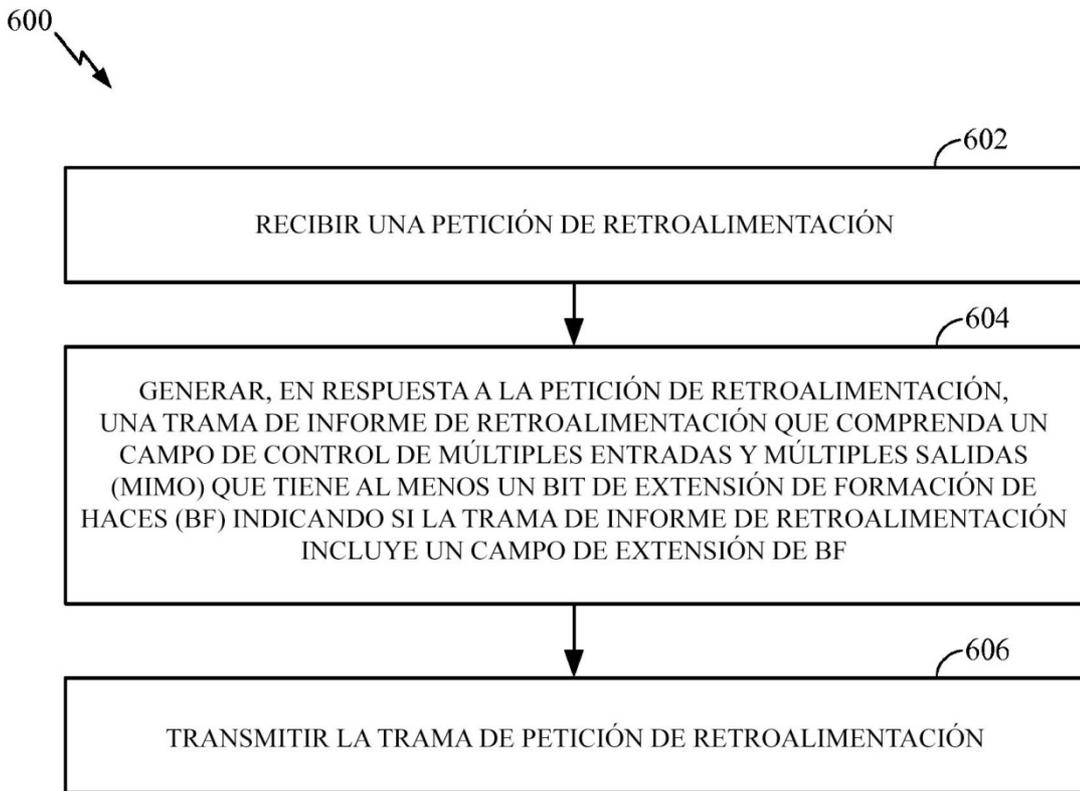


FIG. 6

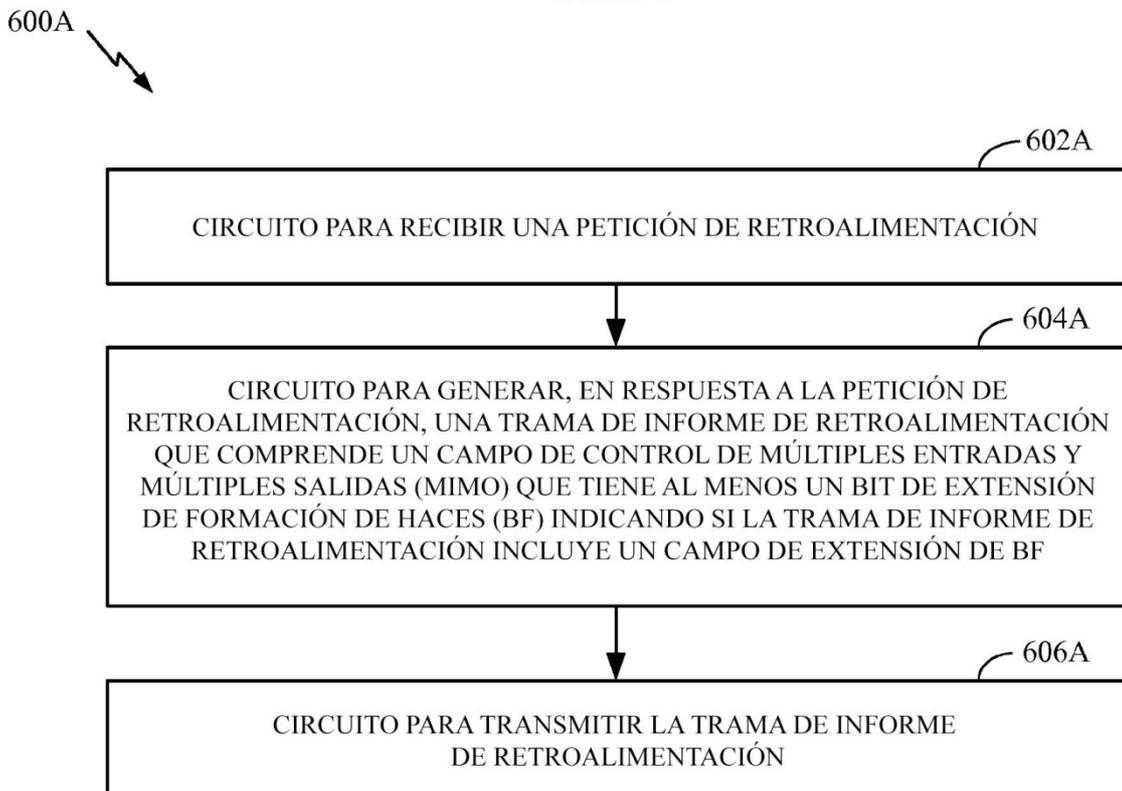


FIG. 6A

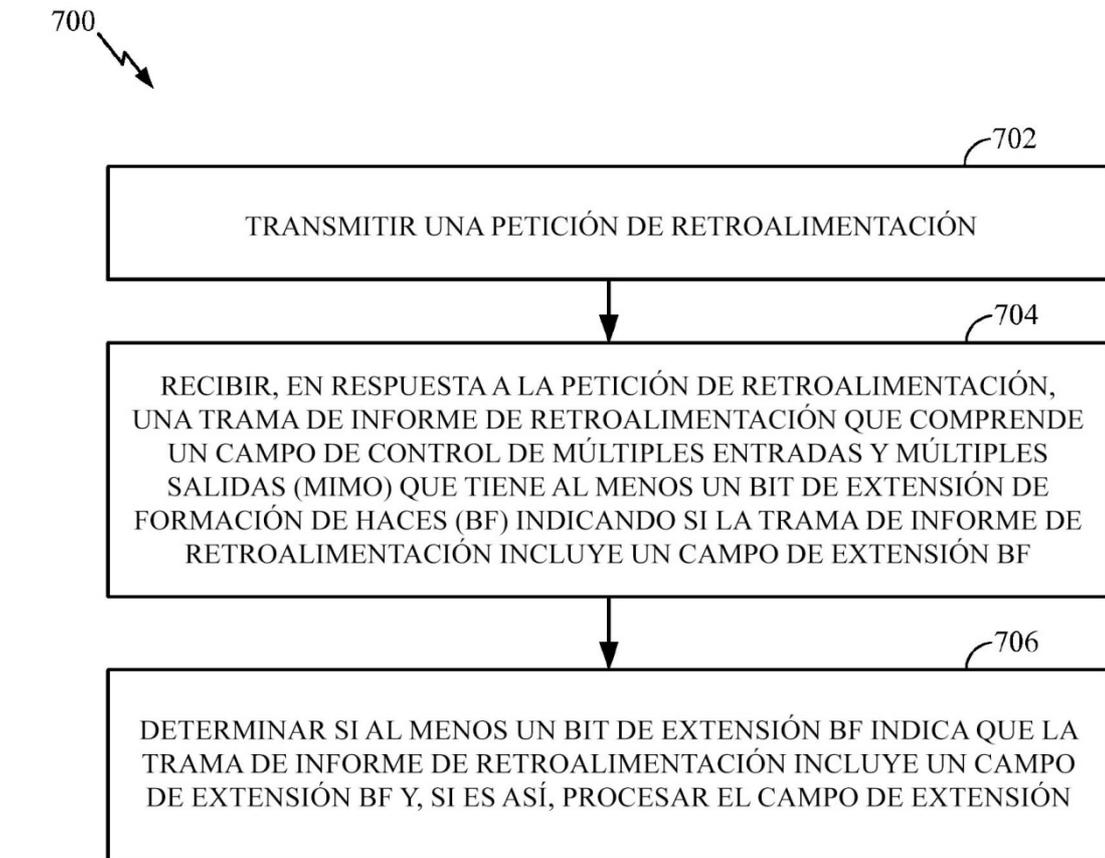


FIG. 7

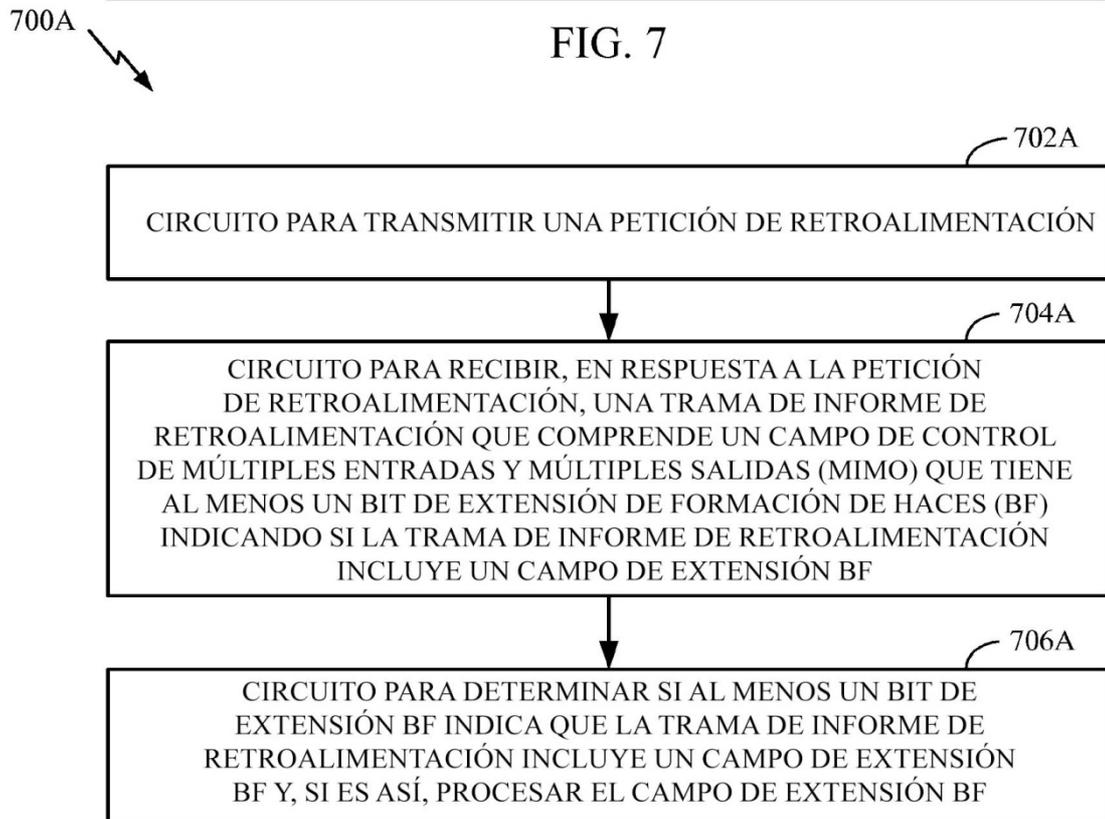


FIG. 7A

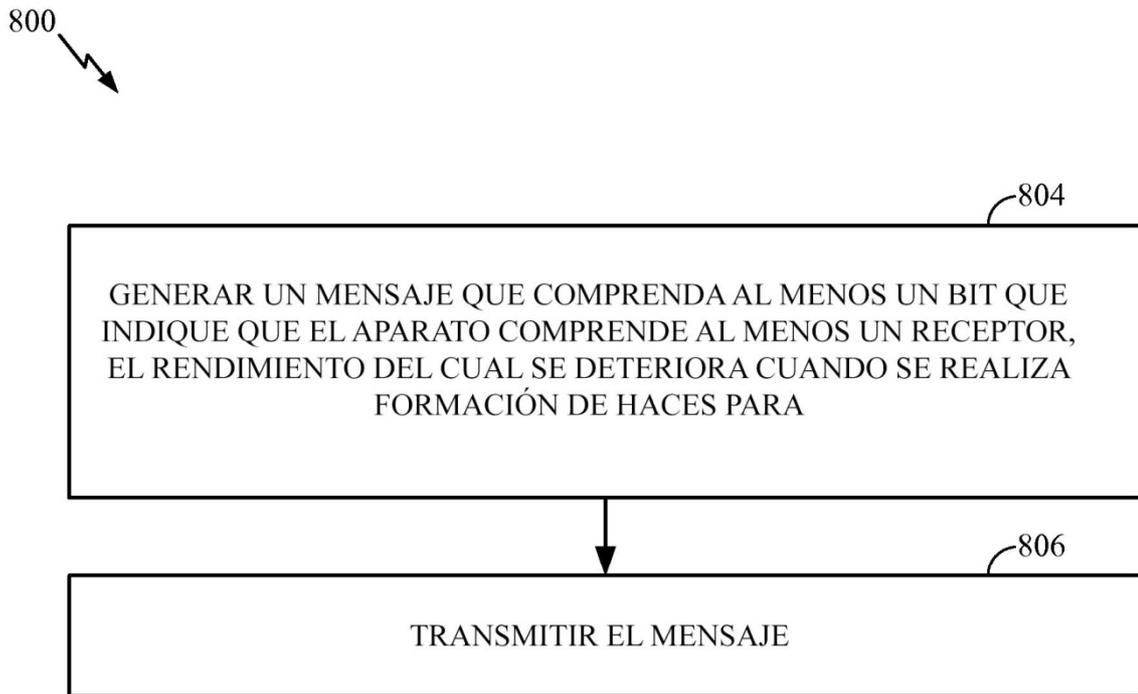


FIG. 8

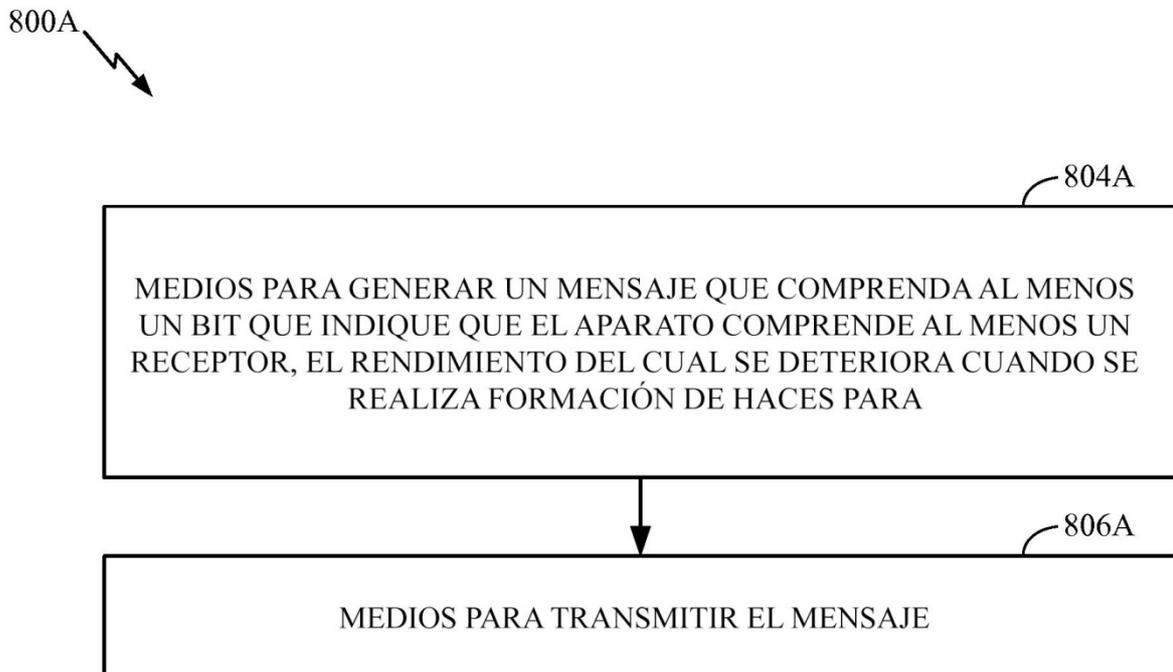


FIG. 8A

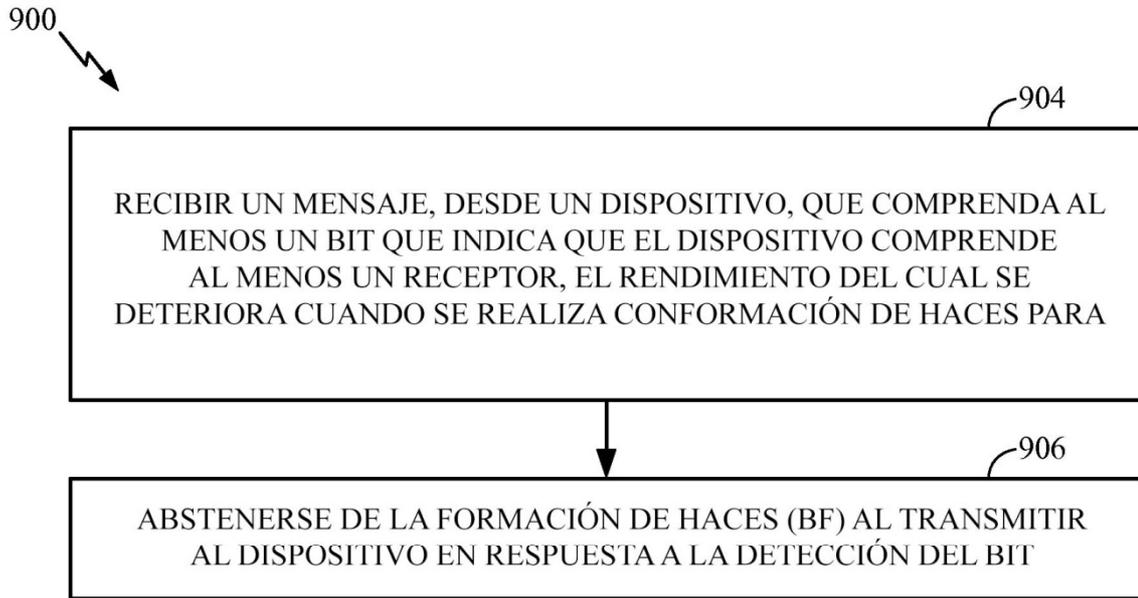


FIG. 9

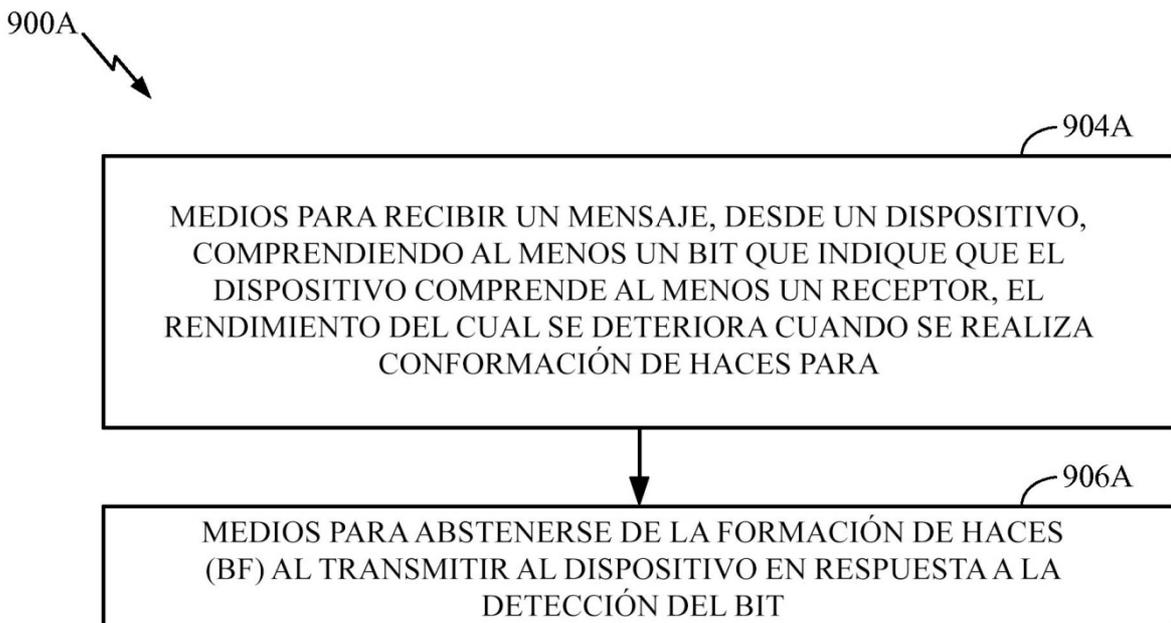


FIG. 9A