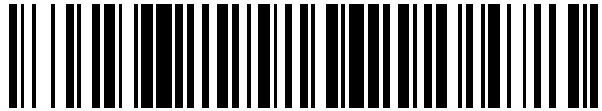


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 496**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04B 7/04 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2011 PCT/US2011/054084**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2012 WO12044863**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2011 E 11767580 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2622767**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para la comunicación de información de estado de canal**

30 Prioridad:

28.09.2011 US 201113247047
12.01.2011 US 201161432115 P
10.12.2010 US 422098 P
03.11.2010 US 409645 P
21.10.2010 US 405283 P
20.10.2010 US 405194 P
04.10.2010 US 389495 P
29.09.2010 US 387542 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.09.2019

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

ABRAHAM, SANTOSH PAUL;
MERLIN, SIMONE;
VERMANI, SAMEER y
SAMPATH, HEMANTH

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 724 496 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

Sistemas y procedimientos para la comunicación de información de estado de canal

5 ANTECEDENTES

Campo

10 [0001] Determinados aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a las comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a procedimientos de comunicación de información de estado de canal (CSI).

Antecedentes

15 [0002] Con el fin de tratar el problema de los crecientes requisitos de ancho de banda demandados para los sistemas de comunicación inalámbrica, se están desarrollando diferentes esquemas que permiten a múltiples terminales de usuario comunicarse con un único punto de acceso mediante la compartición de los recursos de canal obteniendo al mismo tiempo altos flujos de datos. La tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) representa un enfoque de este tipo que ha surgido recientemente como una técnica popular para los sistemas de comunicación de nueva generación. 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). La norma 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, de decenas a unos pocos cientos de metros).

25 [0003] 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 MIMO puede proporcionar un rendimiento mejorado (por ejemplo, un mayor rendimiento y/o una mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas transmisoras y receptoras.

30 [0004] En las redes inalámbricas con un único punto de acceso (AP) y múltiples estaciones de usuario (STA), pueden producirse transmisiones concurrentes en múltiples canales hacia diferentes estaciones, tanto en la dirección de enlace ascendente como en la de enlace descendente. Muchos retos están presentes en dichos sistemas.

35 [0005] Se llama la atención sobre un documento US 2007/298742 A1, en el que se describen técnicas de divulgación para soportar la formación de haces para estaciones en una red inalámbrica. En un aspecto, una estación puede soportar la formación de haces con retroalimentación implícita o retroalimentación explícita al tener capacidades para transmitir y recibir tramas de sondeo, responder a la petición de formación enviando una trama de sondeo y responder a la petición de retroalimentación explícita. En un diseño de formación de haces explícito, la estación puede enviar una primera trama con una petición de retroalimentación explícita y también puede enviar un paquete de datos nulos (NDP) que tenga al menos un campo de formación pero no un campo de datos. La estación puede recibir una segunda trama con la retroalimentación explícita, que puede obtenerse basándose en el NDP. La estación puede obtener información de dirección (por ejemplo, matrices de dirección) basándose en la retroalimentación explícita y luego puede enviar una trama de dirección con formación de haces basándose en la información de dirección. La estación también puede realizar formación de haces implícita utilizando NDP para sondeo.

50 [0006] Se llama la atención además sobre un documento WO 2009/027931 A2, que divulga un aparato transmisor, un aparato receptor, un sistema y un procedimiento para realizar una transmisión multiusuario a una pluralidad de otros extremos de transmisión, en el que se radiodifunde una petición de transmisión a dicha pluralidad de otros extremos de transmisión, y la petición se proporciona con una trama MAC de control de acceso al medio que incluye una lista de al menos dos identificaciones de los extremos de recepción que se solicitan para responder a la petición.

SUMARIO

60 [0007] De acuerdo con la presente invención, se dan a conocer un procedimiento, y un aparato, como se exponen en las reivindicaciones independientes, respectivamente. Los modos de realización preferentes de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

65 [0008] Para que las características de la presente divulgación mencionadas anteriormente puedan entenderse con detalle, se puede ofrecer una descripción más particular, resumida brevemente anteriormente, con referencia

a sus aspectos, algunos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, cabe señalar que los dibujos adjuntos ilustran solamente determinados aspectos típicos de esta divulgación y, por lo tanto, no han de considerarse limitativos de su alcance, ya que la descripción puede admitir otros aspectos igualmente eficaces.

- 5 La FIG. 1 ilustra un diagrama de 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.
- 10 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 un aspecto de un protocolo de retroalimentación de información de estado de canal (CSI).
- 15 La FIG. 5 ilustra un aspecto de una trama NDPA.
- Las FIGs. 6A-6C ilustran aspectos de un campo de información de STA.
- 20 Las FIGs. 7A-7C ilustran aspectos de información de STA incluida en el campo de información de STA ilustrado en las FIGs. 6A-6C.
- La FIG. 8 ilustra un aspecto de una trama NDPA.
- 25 Las FIGs. 9A y 9B ilustran aspectos de una envoltura de control.
- La FIG. 10 ilustra un aspecto de una envoltura de control.
- La FIG. 11 ilustra un aspecto de un mensaje de informe sobre CSI para comunicar retroalimentación de CSI.
- 30 Las FIGs. 12A-12E ilustran aspectos de un campo de control para la retroalimentación de sondeo.
- La FIG. 13 ilustra un aspecto de un punto de acceso.
- 35 La FIG. 14 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- La FIG. 15 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- La FIG. 16 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- 40 La FIG. 17 ilustra un aspecto de un terminal de acceso.
- La FIG. 18 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- 45 La FIG. 19 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- La FIG. 20 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- 50 La FIG. 21 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- La FIG. 22 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- La FIG. 23 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- 55 La FIG. 24 ilustra un aspecto de un procedimiento de comunicación.
- La FIG. 25 ilustra un diagrama de bloques de un terminal de usuario de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

60 **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

[0009] Diversos aspectos de la divulgación se describen de aquí en adelante con más detalle 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 específica presentada a lo largo de esta divulgación. En su lugar, estos aspectos se proporcionan para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita por completo el alcance de la divulgación a los expertos en la materia. Basándose en las enseñanzas

del presente documento, un experto en la técnica debería apreciar que el alcance de la divulgación está concebido para abarcar cualquier aspecto de la divulgación del 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 cualquier número 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.

[0010] Aunque en el presente documento se describen aspectos particulares, muchas variantes y permutaciones de estos aspectos están dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos descritos, el alcance de la divulgación no está concebido para limitarse a beneficios, usos u objetivos particulares. En cambio, los aspectos de la divulgación están concebidos para ser aplicables ampliamente 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. La descripción y los dibujos detallados son meramente ilustrativos de la divulgación en lugar de limitativos.

UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EJEMPLO

[0011] Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluyendo sistemas de comunicación que están basados en un esquema de multiplexado ortogonal. Los ejemplos de dichos sistemas de comunicación incluyen sistemas de acceso múltiple por división espacial (SDMA), de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA), etc. Un sistema de SDMA puede utilizar direcciones suficientemente diferentes para transmitir de forma simultánea datos que pertenezcan a múltiples terminales de usuario. Un sistema TDMA puede permitir que múltiples terminales de usuario compartan el mismo canal de frecuencia, dividiendo la señal de transmisión en ranuras temporales diferentes, estando asignado cada ranura temporal a un terminal de usuario diferente. Un sistema TDMA puede implementar GSM o algunas otras normas conocidas en la técnica. Un sistema OFDMA utiliza un multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM), que es una técnica de modulación que divide el ancho de banda global del sistema en múltiples subportadoras ortogonales. Estas subportadoras también pueden denominarse tonos, bins, etc. Con el OFDM, cada subportadora puede modularse con datos de forma independiente. Un sistema OFDM puede implementar la norma IEEE 802.11 o alguna otra norma conocida en la técnica. Un sistema SC-FDMA puede utilizar FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir en subportadoras que están distribuidas por el ancho de banda del sistema, FDMA localizado (LFDMA) para transmitir en un bloque de subportadoras adyacentes o FDMA mejorado (EFDMA) para transmitir en múltiples bloques de subportadoras adyacentes. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de la frecuencia con OFDM y en el dominio del tiempo con SC-FDMA. Un sistema SC-FDMA puede implementar la norma 3GPP-LTE (Proyecto de Asociación de 3.^a Generación - Evolución a Largo Plazo) u otras normas.

[0012] Las enseñanzas del presente documento pueden incorporarse en (por ejemplo, implementarse dentro de o realizarse mediante) múltiples aparatos cableados o inalámbricos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo inalámbrico implementado de acuerdo con las enseñanzas del presente documento puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

[0013] 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 ampliados ("ESS"), una estación base de radio ("RBS"), o utilizando otra terminología.

[0014] Un terminal de acceso («AT») puede comprender, implementarse como o conocerse como, un terminal de acceso, una estación de abonado, una unidad de abonado, una estación 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, o con algún otro término. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono móvil, un teléfono inalámbrico, un teléfono de Protocolo de Inicio de Sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente digital personal ("PDA"), un dispositivo manual con 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 móvil o smartphone), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), 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 de sistema de posicionamiento global o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse a través de un medio inalámbrico o alámbrico. 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 alámbrica o inalámbrica.

[0015] La FIG. 1 ilustra un sistema de acceso múltiple de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) 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 es, en general, una estación fija que se comunica con los terminales de usuario, y que puede denominarse también estación base, o utilizando alguna otra terminología. Un terminal de usuario puede ser fijo o móvil y puede denominarse también estación móvil, dispositivo inalámbrico o utilizando alguna otra terminología. El punto de acceso 110 puede comunicarse 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 a los terminales de usuario y el enlace ascendente (es decir, el enlace inverso) es el enlace de comunicación desde los terminales de usuario al punto de acceso. Un terminal de usuario también se puede comunicar entre pares con otro terminal de usuario. Un controlador de sistema 130 se acopla con, y proporciona coordinación y control para, los puntos de acceso.

[0016] Aunque partes de la divulgación siguiente describirán terminales de usuario 120 capaces de comunicarse a través del acceso múltiple por división espacial (SDMA), para ciertos aspectos, los terminales de usuario 120 pueden incluir también algunos terminales de usuario que no soportan SDMA. Por tanto, para dichos aspectos, el AP 110 puede estar configurado para comunicarse con terminales de usuario, tanto de SDMA como no de SDMA. Este enfoque puede permitir de forma conveniente que versiones anteriores de terminales de usuario (estaciones "heredadas") que no soportan SDMA permanezcan desplegadas en una empresa, ampliando su vida útil, permitiendo a la vez que se introduzcan terminales de usuario de SDMA más nuevos según se considere adecuado.

[0017] 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 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 terminales de usuario 120 seleccionados representa en conjunto 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 los K terminales de usuario 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 pueden multiplexarse usando una técnica de TDMA, diferentes canales de código con CDMA, conjuntos disjuntos de sub-bandas con OFDM, etc. Cada terminal de usuario seleccionado puede transmitir datos específicos de usuario al punto de acceso y/o recibir datos específicos de usuario desde el mismo. En general, cada terminal de usuario seleccionado puede equiparse con una o múltiples antenas (es decir, $N_{ut} \geq 1$). Los K terminales de usuario seleccionados pueden tener el mismo número de antenas, o uno o más terminales de usuario pueden tener un número diferente de antenas.

[0018] El sistema SDMA 100 puede ser un sistema de dúplex por división de tiempo (TDD) o un sistema de dúplex por división de frecuencia (FDD). Para un sistema de TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencia. Para un sistema de FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente usan bandas de frecuencia diferentes. El sistema MIMO 100 también puede utilizar una única portadora o múltiples portadoras para la transmisión. Cada terminal de usuario puede estar equipado con una única antena (por ejemplo, con el fin de mantener bajos los costes) o múltiples antenas (por ejemplo, allí donde pueda soportarse el coste adicional). El sistema 100 también puede ser un sistema TDMA si los terminales de usuario 120 comparten el mismo canal de frecuencia dividiendo la transmisión/recepción en diferentes ranuras temporales, donde cada ranura temporal puede estar asignada a un terminal de usuario diferente 120.

[0019] La FIG. 2 ilustra 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_t 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. El 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 mediante un canal inalámbrico, y una "entidad receptora" es un aparato o dispositivo autónomo, capaz de recibir datos mediante un canal inalámbrico. En la siguiente descripción, el subíndice "dn" denota el enlace descendente, el subíndice "up" denota el enlace ascendente, los terminales de usuario N_{up} se seleccionan para la transmisión simultánea en el enlace ascendente y los terminales de usuario N_{dn} se seleccionan para la transmisión simultánea en el enlace descendente. N_{up} puede o no ser igual 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 110 y/o en el terminal de usuario 120.

[0020] 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 para el terminal de usuario basándose en los esquemas de codificación y modulación asociados a la velocidad seleccionada para el terminal de usuario 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 por ejemplo para transmitir al punto de acceso 110.
- 5
- 10 **[0021]** Pueden planificarse N_{up} terminales de usuario para una transmisión simultánea en el enlace ascendente. Cada uno de estos terminales de usuario puede realizar un procesamiento espacial en su flujo de símbolos de datos respectivo y transmitir al punto de acceso 110 su conjunto respectivo de flujos de símbolos de transmisión en el enlace ascendente.
- 15 **[0022]** 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 del receptor puede realizarse de acuerdo con la inversión matricial de correlación de canal (CCMI), el error mínimo cuadrático medio (MMSE), la cancelación suave de interferencias (SIC) o alguna otra técnica. Cada flujo recuperado de símbolos de datos de enlace ascendente es una estimación de un flujo de símbolos de datos transmitido por un respectivo terminal de usuario. Un procesador de datos de RX 242 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) cada flujo de símbolos de datos recuperado de enlace ascendente, de acuerdo con la velocidad usada para ese flujo, para obtener datos descodificados. 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.
- 20
- 25
- 30 **[0023]** En el enlace descendente, en el punto de acceso 110, un procesador de datos de TX 210 recibe datos de tráfico desde un origen 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 enviarse 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 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 (tal como una precodificación o formación de haces) 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 pueden proporcionar N_{ap} señales de enlace descendente para su transmisión desde N_{ap} antenas 224 por ejemplo para transmitir a los terminales de usuario 120.
- 35
- 40
- 45 **[0024]** 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 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 recepción en los $N_{ut,m}$ flujos de símbolos recibidos desde las $N_{ut,m}$ unidades de recepción 254 y proporciona un flujo recuperado de símbolos de datos de enlace descendente para el terminal de usuario 120. El procesamiento espacial de recepción puede realizarse de acuerdo con CCMI, MMSE o alguna otra técnica. Un procesador de datos de RX 270 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y descodifica) el flujo recuperado de símbolos de datos de enlace descendente para obtener datos descodificados para el terminal de usuario.
- 50
- 55 **[0025]** En cada terminal de usuario 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, etc. De manera similar, 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 terminal de usuario obtiene típicamente la matriz de filtro espacial para el terminal de usuario basándose en la matriz de respuesta de canal de enlace descendente $H_{dn,m}$ para ese terminal de usuario. El controlador 230 obtiene la matriz de filtro espacial para el punto de acceso basándose en la matriz efectiva de respuesta de canal de enlace ascendente $H_{up,eff}$. El controlador 280 para cada terminal de usuario puede enviar información de retroalimentación (por ejemplo, autovectores, autovalores, estimaciones de SNR, etc., de enlace descendente y/o de enlace ascendente) al punto de acceso 110. Los controladores 230 y 280 también pueden controlar el funcionamiento de diversas unidades de procesamiento en el punto de acceso 110 y en el terminal de usuario 120, respectivamente.
- 60
- 65

[0026] La FIG. 3 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico 302 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100. El dispositivo inalámbrico 302 es un ejemplo de dispositivo que puede estar configurado para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. El dispositivo inalámbrico 302 puede implementar un punto de acceso 110 o un terminal de usuario 120.

[0027] El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir un procesador 304 que controla 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 parte de la memoria 306 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 304 puede realizar operaciones lógicas y aritméticas basándose en 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.

[0028] El procesador 304 puede comprender, o ser un componente de, un sistema de procesamiento implementado con uno o más procesadores. Los uno o más procesadores pueden implementarse con cualquier combinación de microprocesadores de propósito general, micro-controladores, procesadores de señales digitales (DSP), formaciones de puertas programables in situ (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), controladores, máquinas de estados, lógica de puertas, componentes de hardware discretos, máquinas de estados finitos de hardware dedicado u otras entidades adecuadas cualesquiera que puedan realizar cálculos u otras manipulaciones de información.

[0029] El sistema de procesamiento también puede incluir medios legibles por máquina para almacenar software. Se interpretará en sentido amplio que software significa cualquier tipo de instrucciones, independientemente de si se denominan software, firmware, middleware, micro-código, lenguaje de descripción de hardware o de otra forma. Las instrucciones pueden incluir código (por ejemplo, en formato de código fuente, formato de código binario, formato de código ejecutable o cualquier otro formato de código adecuado). Las instrucciones, cuando son ejecutadas por los uno o más procesadores, hacen que el sistema de procesamiento realice las diversas funciones descritas en el presente documento.

[0030] El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir también 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 se pueden combinar en un transceptor 314. Una única antena o una pluralidad de antenas transmisoras 316 pueden conectarse al alojamiento 308 y acoplarse eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores (no mostrados).

[0031] El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir también un detector de señales 318 que puede usarse 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.

[0032] Los diversos componentes del dispositivo inalámbrico 302 pueden acoplarse entre sí mediante 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, aparte de un bus de datos.

[0033] En algunos aspectos, el sistema inalámbrico 100 ilustrado en la FIG. 1 funciona de acuerdo con la norma de comunicaciones inalámbricas IEEE 802.11ac. El IEEE 802.11ac representa una modificación de IEEE 802.11 que permite un mayor rendimiento en redes inalámbricas IEEE 802.11. El mayor rendimiento se puede realizar a través de varias medidas, por ejemplo, transmisiones paralelas a múltiples estaciones (STA) a la vez. En algunos aspectos, se utiliza un ancho de banda de canal más amplio (por ejemplo, 80 MHz o 160 MHz). La norma IEEE 802.11ac también puede denominarse a veces norma de comunicaciones inalámbricas de rendimiento muy alto (VHT).

[0034] Ciertos aspectos de la presente divulgación soportan un procedimiento de baja sobrecarga para comunicar por lo tanto información de estado de canal (CSI) o retroalimentación. Por ejemplo, dicha información puede comunicarse entre los terminales de usuario 120 y el punto de acceso 110 en el sistema inalámbrico 100. Ciertos aspectos de la presente divulgación soportan además formatos de paquetes para un anuncio de paquete de datos nulos (NDPA), sondeo de CSI y retroalimentación de CSI. Algunos aspectos soportan una comunicación que indica si se ha recibido y/o almacenado CSI, por ejemplo, mediante un AP o en un AP. Esta información puede ser utilizada por una STA, por ejemplo, para determinar si enviar más CSI y/o si ajustar los parámetros para transmitir la CSI. Algunos aspectos soportan una comunicación que indica si se está transmitiendo CSI, por ejemplo, mediante una STA. Esta información puede ser utilizada por un AP, por ejemplo, para determinar cómo transmitir peticiones de peticiones para la CSI y/o si se deben ajustar los parámetros para transmitir las peticiones

de CSI. En ciertos casos, la retroalimentación de CSI puede ser demasiado grande para ser transportada en una única Unidad de Datos de Protocolo de control de acceso a medios (MAC) (MPDU) o en una unidad de datos de protocolo de procedimiento de capa física (PHY) (PPDU). Ciertos aspectos de la presente divulgación soportan además un protocolo para la segmentación de retroalimentación de CSI. En la siguiente descripción, se hace referencia a una estación de usuario (STA). Como se describió anteriormente, una STA puede comprender un terminal de usuario, por ejemplo el terminal de usuario 120 o el dispositivo inalámbrico 302.

INFORMACIÓN DE ESTADO DE CANAL

[0035] La FIG. 4 ilustra un aspecto de un protocolo de retroalimentación de información de estado de canal (CSI) 400. Un punto de acceso (AP) puede transmitir a una o más estaciones (STA) de usuario una trama de anuncio de paquete de datos nulo (NDPA) 402 seguida de una trama de paquete de datos nulos (NDP) 404 después de un breve período de símbolo entre tramas (SIFS) 406. La trama NDPA 402 puede comprender Identificadores de Asociación (AID) de las STA que deben transmitir mensajes de retroalimentación de CSI calculados al AP, como se describirá con detalle adicional a continuación.

[0036] Esas STA que no están identificadas en el NDPA pueden ignorar la siguiente trama NDP 404. La trama NDP 404 puede comprender una trama de sondeo utilizada por cada una de las STA para calcular una retroalimentación de CSI correspondiente. Una primera STA relacionada dentro de la trama NDPA 402 puede transmitir una retroalimentación de CSI 408 posterior a un período SIFS después de la transmisión de la trama NDP 404, como se ilustra en la FIG. 4. En algunos aspectos, la retroalimentación de CSI 408 comprende solo una parte de la retroalimentación completa de CSI para la primera STA relacionada. Por ejemplo, cuando la retroalimentación completa de CSI es demasiado grande para ser transmitida en una unidad de datos tal como una MPDU o una PPDU, la parte incluida en la retroalimentación de CSI 408 puede ser lo suficientemente pequeña para la transmisión en la unidad de datos. En estos aspectos, el AP puede transmitir un sondeo de CSI 412 para solicitar una parte adicional de la retroalimentación completa de CSI de la primera STA relacionada. La primera STA relacionada puede luego transmitir otra parte, como la retroalimentación de CSI 414 en respuesta al sondeo 412 de CSI. Este proceso de sondeo de una STA puede continuar hasta que se hayan recibido todas las partes de la retroalimentación completa de CSI.

[0037] En algunos aspectos, el AP puede enviar un sondeo de CSI a otra STA relacionada en la trama NDPA para solicitar a la otra STA que envíe retroalimentación de CSI. Por ejemplo, si la primera STA relacionada en la trama NDPA 402 divide su retroalimentación de CSI completa en las dos partes de la retroalimentación de CSI 408, 414, entonces el AP puede solicitar otra STA relacionada en la trama NDPA 402 para comenzar la transmisión de la retroalimentación de CSI con sondeo de CSI 416. En respuesta, la otra STA puede transmitir la retroalimentación de CSI 418, que puede ser una retroalimentación completa de CSI o una parte de la retroalimentación completa de CSI para la otra STA. Cualquier número de STA puede identificarse en la trama NDPA 402, como se analizará en detalle adicional a continuación, y el AP puede transmitir cualquier número de sondeos CSI y/o recibir cualquier número de retroalimentaciones de CSI o partes de los mismos.

[0038] Después de que se transmite la trama NDPA 402, el AP puede transmitir una segunda trama NDPA 422 para solicitar nuevamente la retroalimentación de CSI. Las STA a partir de las cuales se solicita la retroalimentación de CSI mediante la trama NDPA 422 pueden ser diferentes o iguales a las STA desde las cuales se solicita la retroalimentación de CSI mediante la trama NDPA 402. El número de STA desde las cuales se solicita la retroalimentación de CSI en las tramas NDPA 402, 422 puede ser el mismo o puede variar.

[0039] En algunos aspectos, la trama NDPA 422 se transmite después de que se haya recibido retroalimentación de CSI de todas las STA identificadas en la trama NDPA 402. En algunos aspectos, la trama NDPA 422 se transmite un cierto período de tiempo después de la trama NDPA 402, independientemente de si se ha recibido retroalimentación de CSI de todas las STA identificadas en la trama NDPA 402. En algunos aspectos, la trama NDPA 422 se transmite después de que un mensaje de sondeo, como un sondeo de CSI, se haya enviado a todas las STA identificadas en la trama NDPA 402. En algunos aspectos, la trama NDPA 422 puede identificar una o más STA que no están identificadas en la trama NDPA 402, o puede identificar un subconjunto de las STA que están identificadas en la trama NDPA 402. Por lo tanto, el AP puede solicitar retroalimentación de CSI de una STA con la trama NDPA 422 mientras sigue recibiendo retroalimentación de CSI de una o más STA identificadas en la trama NDPA 402. En algunos aspectos, la trama NDPA 422 puede ser transmitida por el AP en respuesta a un evento determinado, o la transmisión de la trama NDPA 422 puede ser activada por una acción del AP u otro dispositivo.

[0040] La FIG. 5 ilustra un aspecto de una trama NDPA, por ejemplo la trama NDPA 422. En algunos aspectos, se puede hacer referencia a la trama NDPA 422 como un mensaje de petición CSI, que puede ser de trama de control de tipo. La trama NDPA 422 puede comprender uno o más de un campo de control de trama 502, un campo de duración 504, un campo de radiodifusión de RA 506, un campo de TA 508, un campo de secuencia de CSI 512, un campo de información de STA 514 y un campo CRC 516. La trama NDPA 422 puede ser transmitida o radiodifundida por el AP, como se ha descrito anteriormente. La trama NDPA 402 puede formatearse o configurarse de manera similar a la trama NDPA 422.

- 5 **[0041]** En el aspecto ilustrado, el campo de control de trama 502 comprende 16 bits. También en el aspecto ilustrado, el campo de duración 504 comprende 16 bits y puede incluir una longitud de la trama NDPA 422. El campo de CRC 516 en el aspecto ilustrado comprende 32 bits y puede comprender datos para determinar una comprobación de redundancia cíclica (CRC).
- 10 **[0042]** En el aspecto ilustrado, el campo de radiodifusión de RA 506 comprende 48 bits. El campo de radiodifusión de RA 506 puede comprender una dirección de radiodifusión/multidifusión para múltiples STA. Por ejemplo, el campo de radiodifusión de RA 506 puede incluir una dirección de grupo, donde una pluralidad de STA pertenecen al grupo. En tal aspecto, cada STA puede identificar si se está abordando basándose en la dirección del grupo. En otros aspectos, en lugar de eso, el campo de radiodifusión de RA 506 puede identificar una sola STA, por ejemplo, indicando una dirección MAC de una STA prevista. En algunos aspectos, en lugar de eso, el campo de radiodifusión de RA 506 puede comprender o denominarse un campo DA (dirección de destino).
- 15 **[0043]** En el aspecto ilustrado, el campo TA 508 comprende 48 bits. El campo TA 508 puede comprender una dirección o identificador de un dispositivo que transmite la trama NDPA 422, por ejemplo una dirección del AP transmisor. En algunos aspectos, el campo TA 508 puede comprender o denominarse un campo SA (dirección de origen).
- 20 **[0044]** En el aspecto ilustrado, el campo de secuencia de CSI 512 comprende 8 bits. El campo de secuencia de CSI 512 puede comprender un número de secuencia para la trama NDPA 422 u otro descriptor que identifique de manera única la trama NDPA 422.
- 25 **[0045]** En el aspecto ilustrado, la longitud del campo de información de STA 514 puede variar. El campo de información de STA 514 puede incluir información para cada STA desde la cual se solicita CSI u otra información de retroalimentación de este tipo.
- 30 **[0046]** Las FIGs. 6A-6C ilustran aspectos de un campo de información de STA, por ejemplo, el campo de información de STA 514. En el aspecto ilustrado en la FIG. 6A, cuando el campo de radiodifusión de RA 506 de la trama NDPA 422 identifica una única STA, el campo de información de STA 514a incluirá información 602 solo para esa STA identificada. En otro aspecto ilustrado en las FIGs. 6B y 6C, donde el campo de radiodifusión de RA 506 de la trama NDPA 422 comprende una dirección de radiodifusión/multidifusión para múltiples STA, por ejemplo, la información para cada STA desde la cual el AP solicita retroalimentación se incluirá en el campo de información de STA 514. En la FIG. 6B, el AP solicita la CSI de las STA 1-4, y la información 612-618 para cada STA se incluye en el campo de información de la STA 514b. En la FIG. 6C, por el contrario, el AP solicita CSI solo a las STA 5 y 6, y la información 622 y 624 se incluye en el campo de información de STA 514c. En algunos aspectos, se puede incluir una dirección de radiodifusión/multidifusión o de grupo en el campo de radiodifusión de RA 506, pero la información para solo una STA se incluye en el campo de información de STA 514. De esta manera, se puede incluir una dirección de radiodifusión/multidifusión en la trama NDPA 422 para facilitar el procesamiento y/o la uniformidad, pero se direcciona una sola STA.
- 40 **[0047]** Las FIGs. 7A-7C ilustran aspectos de la información de STA incluida en el campo de información de STA 514. Cualquiera de la información de STA 602-624 ilustrada en las FIGs. 6A-6C puede formatearse como se ilustra en cualquiera de las FIGs. 7A-7C. Como ejemplo, la información de STA 612 se ilustra en la FIG. 7.
- 45 **[0048]** La información de STA 612 puede comunicar a una STA los parámetros que la STA puede usar para informar sobre CSI. En algunos aspectos, la CSI devuelta por la STA se denomina retroalimentación de sondeo (SF). En estos aspectos, la información de STA 612 puede incluir información o datos para que la STA determine y/o calcule SF basándose en una trama de sondeo incluida en la trama NDP 404 ilustrada en la FIG. 4, por ejemplo. En algunos aspectos, la información de STA 612 se puede usar para determinar que no se envíe SF, o para enviar un formulario de SF que requiera menos datos.
- 50 **[0049]** En el aspecto ilustrado en la FIG. 7A, la información de STA 612a puede comprender uno o más de un campo AID 702, un campo Nss 704, un campo Ng 706, un campo de coeficiente 712 y un campo de libro de códigos 714, un último campo recibido de SF 722 y un último campo almacenado de SF 724. En algunos aspectos, la información de STA 612a comprende además un campo reservado 732 que incluye bits además de los asignados a los campos 702-724 que pueden usarse para cualquiera de una variedad de propósitos. En algunos aspectos, los campos 702-732 están dispuestos en un orden que difiere del orden ilustrado en la FIG. 7A.
- 55 **[0050]** En el aspecto ilustrado, el campo 702 de AID comprende 11 bits y puede incluir un AID. Como se describió anteriormente, una AID puede comprender un identificador de asociación de una STA. El AID puede comprender cualquier dato o descriptor que identifique de manera única a la STA. Por ejemplo, una dirección física como una dirección MAC puede incluirse en el AID. En algunos aspectos, cada uno de los campos 704-724 puede incluir información o datos que indiquen parámetros para que la STA identificada por el campo AID 702 se use para calcular, determinar o generar CSI o SF.
- 60
- 65

- [0051]** En el aspecto ilustrado, el campo Nss 704 comprende al menos 3 bits. El campo Nss 704 puede indicar un número de canales o flujos espaciales (por ejemplo, modos Eigen) de retroalimentación de CSI que se calcularán en la STA identificada por el campo AID 702.
- 5 **[0052]** En el aspecto ilustrado, el campo Ng 706 comprende al menos 3 bits. En algún aspecto, el campo Ng 706 comprende al menos 2 bits. El campo Ng 706 puede indicar una agrupación de tonos en la que la STA identificada por el campo AID 702 debe generar retroalimentación de CSI. Por ejemplo, los tonos pueden corresponder a subportadoras en un sistema OFDM.
- 10 **[0053]** En el aspecto ilustrado, el campo de coeficiente 712 comprende al menos 3 bits. En algunos aspectos, el campo de coeficiente 712 comprende uno o más bits. El campo de coeficiente 712 puede indicar un tamaño de coeficiente, que puede corresponder a una cuantificación utilizada por la STA identificada por el campo AID 702 para las entradas matriciales de la CSI, como se describirá con más detalle a continuación. En algunos aspectos, el campo de coeficiente 712 se omite. Por ejemplo, el NDPA 402 puede indicar que la CSI está formateada como una forma de retroalimentación comprimida, en cuyo caso no se puede incluir un tamaño de coeficiente.
- 15 **[0054]** En el aspecto ilustrado, el campo de libro de códigos 714 comprende al menos 3 bits. En algunos aspectos, el campo de libro de códigos 714 comprende uno o más bits. El campo de libro de códigos 714 puede indicar una cuantificación para ángulos que la STA identificada por el campo AID 702 debe usar para SF.
- 20 **[0055]** En el aspecto ilustrado, el último campo recibido de SF 722 comprende al menos 1 bit. El último campo recibido de SF puede indicar si el AP ha recibido de SF de la STA identificada por el campo AID 702 después de enviar una trama NDPA anterior. Por ejemplo, en el aspecto analizado con respecto a la FIG. 4, la trama NDPA 402 se transmitió a varias STA para solicitar información de estado de canal. Una segunda STA identificada en la trama NDPA 422 transmitió la retroalimentación de CSI 418. En la trama NDPA 422, si el campo AID 702 en la información de STA 612a identifica la segunda STA, entonces el último campo recibido de SF 722 puede indicar si el AP recibió la retroalimentación de CSI 418. Por ejemplo, el último campo recibido de SF se puede establecer en un valor de 0 si no se recibió la retroalimentación de CSI 418, y se puede establecer en un valor de 1 si se recibió la retroalimentación de CSI 418. En otros aspectos, estos valores pueden invertirse. En algunos aspectos, el último campo recibido de SF 722 se usa como una confirmación de la última retroalimentación de sondeo para la que el AP realizó una sondeo.
- 25 **[0056]** En algunos aspectos, el último campo recibido de SF comprende al menos 8 bits y puede incluir un número de secuencia. En este aspecto, el último campo recibido de SF indica el número de secuencia correspondiente a la última retroalimentación de CSI transmitida. Por ejemplo, la trama NDPA 422 ilustrada en la FIG. 5 incluye un número de secuencia para la trama NDPA 422 u otro descriptor que identifica de manera única la trama NDPA 422 en el campo de secuencia de CSI 512. Si se recibe SF en respuesta a la trama NDPA 422 de una STA, en algunos aspectos, la SF incluye el número de secuencia u otro identificador. Una trama NDPA siguiente puede incluir el número de secuencia u otro identificador en una última SF recibida archivada de una información de STA que identifica la STA de la que se recibió la SF.
- 30 **[0057]** La información de estado de canal transmitida por una STA puede no haber sido recibida por un AP por cualquiera de una variedad de razones. Por ejemplo, los conflictos de datos, la interferencia del canal o los obstáculos físicos pueden impedir que se reciba una comunicación como la retroalimentación de CSI, o reducir la probabilidad de que la retroalimentación de CSI se reciba con precisión. En algunos aspectos, incluso en situaciones en las que el AP recibe CSI de una STA, el último campo SF se configurará para indicar que no se recibió la retroalimentación de CSI si la retroalimentación de CSI no se puede descodificar o procesar con precisión.
- 35 **[0058]** El último campo recibido de SF 722 puede ser utilizado por la STA identificada por el campo AID 702 para cualquier número de propósitos. Por ejemplo, si la STA transmitió SF en respuesta a la trama NDPA 402, pero el último campo recibido de SF 722 indica que la SF no fue recibida por el AP, la STA puede determinar que hubo un error en la transmisión. En respuesta, la STA puede retransmitir la SF anterior. Como otro ejemplo, si la STA no transmitió SF en respuesta a la trama NDPA 402, pero el último campo recibido de SF 722 indica que se recibió SF, la STA puede determinar que la SF recibida es errónea y puede enviar una comunicación al AP dando instrucciones al AP para descartar la SF recibida.
- 40 **[0059]** En algunos aspectos, el último campo recibido de SF 722 puede usarse para ajustar una velocidad utilizada para enviar SF. Por ejemplo, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que no se recibió SF aunque la STA transmitió la SF, la STA puede reducir una velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De manera similar, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que una SF transmitida previamente se recibió con éxito, la STA puede aumentar la velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De esta manera, la velocidad utilizada para enviar la SF puede ajustarse o sintonizarse continuamente para aumentar el rendimiento. En algunos aspectos, otro parámetro o característica además de la velocidad puede ajustarse basándose en si se recibió correctamente una SF anterior. Por ejemplo, una modulación utilizada para enviar la SF puede cambiarse si la SF anterior no se recibió correctamente.
- 45 **[0057]** La información de estado de canal transmitida por una STA puede no haber sido recibida por un AP por cualquiera de una variedad de razones. Por ejemplo, los conflictos de datos, la interferencia del canal o los obstáculos físicos pueden impedir que se reciba una comunicación como la retroalimentación de CSI, o reducir la probabilidad de que la retroalimentación de CSI se reciba con precisión. En algunos aspectos, incluso en situaciones en las que el AP recibe CSI de una STA, el último campo SF se configurará para indicar que no se recibió la retroalimentación de CSI si la retroalimentación de CSI no se puede descodificar o procesar con precisión.
- 50 **[0058]** El último campo recibido de SF 722 puede ser utilizado por la STA identificada por el campo AID 702 para cualquier número de propósitos. Por ejemplo, si la STA transmitió SF en respuesta a la trama NDPA 402, pero el último campo recibido de SF 722 indica que la SF no fue recibida por el AP, la STA puede determinar que hubo un error en la transmisión. En respuesta, la STA puede retransmitir la SF anterior. Como otro ejemplo, si la STA no transmitió SF en respuesta a la trama NDPA 402, pero el último campo recibido de SF 722 indica que se recibió SF, la STA puede determinar que la SF recibida es errónea y puede enviar una comunicación al AP dando instrucciones al AP para descartar la SF recibida.
- 55 **[0059]** En algunos aspectos, el último campo recibido de SF 722 puede usarse para ajustar una velocidad utilizada para enviar SF. Por ejemplo, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que no se recibió SF aunque la STA transmitió la SF, la STA puede reducir una velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De manera similar, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que una SF transmitida previamente se recibió con éxito, la STA puede aumentar la velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De esta manera, la velocidad utilizada para enviar la SF puede ajustarse o sintonizarse continuamente para aumentar el rendimiento. En algunos aspectos, otro parámetro o característica además de la velocidad puede ajustarse basándose en si se recibió correctamente una SF anterior. Por ejemplo, una modulación utilizada para enviar la SF puede cambiarse si la SF anterior no se recibió correctamente.
- 60 **[0059]** En algunos aspectos, el último campo recibido de SF 722 puede usarse para ajustar una velocidad utilizada para enviar SF. Por ejemplo, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que no se recibió SF aunque la STA transmitió la SF, la STA puede reducir una velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De manera similar, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que una SF transmitida previamente se recibió con éxito, la STA puede aumentar la velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De esta manera, la velocidad utilizada para enviar la SF puede ajustarse o sintonizarse continuamente para aumentar el rendimiento. En algunos aspectos, otro parámetro o característica además de la velocidad puede ajustarse basándose en si se recibió correctamente una SF anterior. Por ejemplo, una modulación utilizada para enviar la SF puede cambiarse si la SF anterior no se recibió correctamente.
- 65 **[0059]** En algunos aspectos, el último campo recibido de SF 722 puede usarse para ajustar una velocidad utilizada para enviar SF. Por ejemplo, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que no se recibió SF aunque la STA transmitió la SF, la STA puede reducir una velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De manera similar, cuando el último campo de recibido de SF 722 indica que una SF transmitida previamente se recibió con éxito, la STA puede aumentar la velocidad de PHY para enviar una SF subsiguiente. De esta manera, la velocidad utilizada para enviar la SF puede ajustarse o sintonizarse continuamente para aumentar el rendimiento. En algunos aspectos, otro parámetro o característica además de la velocidad puede ajustarse basándose en si se recibió correctamente una SF anterior. Por ejemplo, una modulación utilizada para enviar la SF puede cambiarse si la SF anterior no se recibió correctamente.

[0060] En algunos aspectos, la STA ajusta una velocidad solo después de que una serie de SF se recibió correctamente o después de que la serie de SF se recibió de manera incorrecta. Por ejemplo, la STA puede aumentar una velocidad después de recibir un cierto número de tramas NDPA que tienen un último campo de recibido de SF que indica que SF se recibió correctamente. En algunos aspectos, si una serie de SF no se recibió correctamente, por ejemplo, como indican los últimos campos recibidos por CSI en una serie de tramas NDPA, la STA puede transmitir una comunicación al AP para indicar que el AP debe abstenerse de enviar cualquier petición adicional para CSI. De esta manera, los recursos de red consumidos al transmitir el NDPA a la STA pueden conservarse cuando el AP no parece estar recibiendo correctamente alguna CSI de la STA.

[0061] En algunos aspectos, la velocidad utilizada por la STA para enviar la retroalimentación de sondeo se determina a partir de la velocidad de un mensaje de sondeo. Por ejemplo, la velocidad utilizada para enviar el sondeo de CSI 416 en el aspecto ilustrado en la FIG. 4 se puede utilizar para enviar la retroalimentación de CSI 418. Como otro ejemplo, la velocidad utilizada para enviar el sondeo de CSI 416 puede ajustarse hacia arriba o hacia abajo basándose en si se recibió una SF anterior, como lo indica el último campo recibido de SF, por ejemplo.

[0062] Volviendo a la descripción de la información de STA 612a ilustrada en la FIG. 7A, el último campo almacenado de SF 724 comprende al menos 1 bit. El último campo almacenado de SF 724 puede indicar si el AP ha almacenado la última SF recibida de la STA identificada por el campo 702 de AID. Por lo tanto, en algunos aspectos, el último campo almacenado de SF 724 puede indicar si el AP ha almacenado la SF recibida de la STA después de enviar una trama NDPA anterior. Por ejemplo, en el aspecto analizado con respecto a la FIG. 4, la trama NDPA 402 se transmitió a varias STA para solicitar información de estado de canal. Una segunda STA identificada en la trama NDPA 422 transmitió la retroalimentación de CSI 418. En la trama NDPA 422, si el campo AID 702 en la información de STA 612a identifica la segunda STA, entonces el último campo almacenado de SF 724 puede indicar si el AP almacenó la retroalimentación de CSI 418. Por ejemplo, el último campo almacenado de SF se puede establecer en un valor de 0 si la retroalimentación de CSI 418 no se almacenó, y se puede establecer en un valor de 1 si se almacenó la retroalimentación de CSI 418. En otros aspectos, estos valores pueden invertirse.

[0063] En algunos aspectos, el último campo almacenado de SF comprende al menos 8 bits y puede incluir un número de secuencia. En este aspecto, el último campo almacenado de SF indica el número de secuencia correspondiente a la última retroalimentación de CSI transmitida. Por ejemplo, la trama NDPA 422 ilustrada en la FIG. 5 incluye un número de secuencia para la trama NDPA 422 u otro descriptor que identifica de manera única la trama NDPA 422 en el campo de secuencia de CSI 512. Si la SF recibida de una STA se ha almacenado después de la trama NDPA 422, en algunos aspectos, la SF incluye el número de secuencia u otro identificador. Una trama NDPA siguiente puede incluir el número de secuencia u otro identificador en la última SF almacenada archivada en una Información de STA que identifica la STA de la que se recibió la SF.

[0064] Es posible que la información de estado de canal transmitida por una STA no haya sido almacenada por un AP por una variedad de razones. Por ejemplo, cuando la CSI no se ha recibido o se ha recibido incorrectamente, el AP no puede almacenar la CSI. Sin embargo, en algunos aspectos, incluso la CSI recibida correctamente puede no ser almacenada. Por ejemplo, un AP puede no tener suficiente memoria para almacenar la CSI. Como otro ejemplo, el AP puede decidir no almacenar la CSI cuando haya transcurrido un período de tiempo específico desde la petición de la CSI, o cuando haya transcurrido un período de tiempo dado desde que la STA determinó la CSI. De esta manera, la CSI puede haberse "agotado" y no se puede almacenar. En algunos aspectos, el AP puede eliminar la CSI almacenada que se ha "agotado". Cuando se transmite el próximo NDPA, el AP puede indicar en el último campo almacenado de SF para la STA que transmitió la CSI borrada que la CSI no se ha almacenado.

[0065] El último campo almacenado de SF 724 puede ser utilizado por la STA identificada por el campo AID 702 para cualquier número de propósitos. Por ejemplo, si la STA transmitió SF en respuesta a la trama NDPA 402, pero el último campo almacenado de SF 724 indica que la SF no almacenó la SF, la STA puede retransmitir la SF anterior.

[0066] Como otro ejemplo, si el último campo 724 almacenado de SF indica que se almacenó la SF anterior y la STA determina que el canal para el que se solicita la CSI ha cambiado menos que la cantidad del umbral, o determina que la CSI ha cambiado menos que la cantidad del umbral, la STA puede determinar que la CSI almacenada y una CSI actual son sustancialmente iguales y no pueden enviar ninguna CSI en respuesta a la trama NDPA 422. En este caso, la STA puede enviar una comunicación al AP indicando que no se transmitirá ninguna CSI, por ejemplo, como se describe a continuación. La omisión de la CSI puede conservar los recursos de la red y aumentar la velocidad y/o confiabilidad de las comunicaciones dentro de la red.

[0067] En algunos aspectos donde el último campo 724 almacenado de SF indica que se almacenó la SF anterior, la STA puede transmitir información que representa una diferencia entre la SF almacenada y la SF actual. En algunos aspectos, la retroalimentación completa de CSI puede comprender una matriz o datos indicativos de la misma. En algunos aspectos, la matriz comprende una pluralidad de modos Eigen, vectores singulares o valores singulares. Como se describió anteriormente, la STA puede determinar una matriz de filtro espacial basada en una matriz de respuesta de canal descendente $H_{dn,m}$ para esa STA. La información de retroalimentación (por ejemplo,

los vectores propios de enlace descendente, los valores propios, las estimaciones de SNR, etc.) puede transmitirse de este modo, por ejemplo, al AP. Por lo tanto, la información de estado de canal y/o SF pueden representarse como una matriz. En algunos aspectos, una diferencia entre una SF anterior y una SF actual también puede representarse mediante una matriz. La matriz de diferencias, sin embargo, puede requerir menos bytes para representar. Por lo tanto, enviar una CSI diferente en lugar de una CSI completa también puede conservar los recursos de la red.

[0068] En algunos aspectos, cuando el último campo recibido de SF 722 indica que no se recibió el último SF que fue sondeado por el AP, el último campo 724 almacenado de SF siempre indicará que el AP no ha almacenado el último SF consultado. Por ejemplo, cuando el último campo recibido de SF 722 y el último campo almacenado de SF 724 se implementan como bits como se describió anteriormente, el último campo almacenado de SF 724 siempre tendrá un valor de 0 cuando el último campo recibido de SF 722 tenga un valor de 0. En otros aspectos, cuando el campo recibido de SF 722 indica que no se recibió el último SF que fue sondeado por el AP, el último campo almacenado de SF 724 puede usarse para indicar que la SF previamente almacenada todavía está siendo almacenada por el AP. Por ejemplo, cuando el último campo recibido de SF 722 y el último campo almacenado de SF 724 se implementan como bits como se describió anteriormente y el último campo recibido de SF 722 tiene un valor de 0, el último campo almacenado de SF 724 puede establecerse en 1 para indicar que una SF almacenada previamente todavía se está almacenando y puede cambiarse a 0 para indicar que una SF almacenada previamente se ha eliminado o que se solicita una SF completa nueva.

[0069] Algunos aspectos utilizan indicadores distintos de los campos 704-724 para indicar parámetros a una STA que la STA puede usar para informar sobre CSI. En un aspecto, la STA puede utilizar un bit o una serie de bits en la información de STA 612a para buscar los parámetros relevantes. La STA puede tener parámetros almacenados o puede recuperar parámetros correspondientes a uno o más del campo Nss 704, el campo Ng 706, el campo de coeficiente 712 y el campo de libro de códigos 714 basándose en dichos bits en la información de STA 612a.

[0070] La FIG. 7B ilustra otro aspecto 612b de la información de STA 612. La información de STA 612b se ilustra incluyendo los campos 702-724 y 732 incluidos en la información de STA 612a, así como un campo MU/SU 726. En el aspecto ilustrado, el campo MU/SU 726 comprende al menos 1 bit. Este campo puede indicar si se solicita a la STA identificada por el campo AID 702 que proporcione retroalimentación de usuario único (SU) o multiusuario (MU). De esta manera, el AP puede notificar por separado a cada STA identificada en la trama NDPA 422 si se solicita la retroalimentación de SU o MU de esa STA respectiva.

[0071] En algunos aspectos, uno o más de los campos 702-732 se omiten de la información de STA 612. Además, se pueden incluir campos adicionales en la información de STA 612. En algunos aspectos, algunos de los bits en la información de STA 612 están reservados para otros usos o futuros. Por ejemplo, la información de STA 612c ilustrada en la FIG. 7C muestra un aspecto que incluye el campo AID 702, un campo 752 que tiene uno o más bits que se han reservado para uso futuro, y un campo anterior almacenado de SF 754. El campo anterior almacenado de SF puede indicar cuando el AP ha almacenado el último SF que había sondeado desde la STA identificada en el campo AID 702. En algunos aspectos, el campo 754 almacenado de SF anterior puede configurarse de manera similar y/o usarse de manera similar al campo 724 almacenado de SF anterior.

[0072] En comparación con el aspecto ilustrado en la FIG. 7B, otro aspecto para notificar a las STA si se solicita la retroalimentación MU o SU se ilustra en la FIG. 8. En el aspecto ilustrado en la FIG. 8, se incluye un campo MU/SU 522 en una trama NDPA 422a. La trama NDPA 422a puede formatearse o configurarse de manera similar a la trama NDPA 422, con la excepción de que el campo MU/SU 522 se agrega a la trama NDPA 422a, de modo que el campo MU/SU 522 está separado del campo de información de STA 514. El campo MU/SU 522 se puede usar como un indicador "global" para indicar si se solicita la retroalimentación de SU o MU de todas las STA identificadas en el campo de información 514 de la STA.

[0073] En algunos aspectos, el AP puede requerir o solicitar que la CSI se transmita utilizando un esquema de codificación de modulación particular (MCS). Las FIGs. 9A y 9B ilustran aspectos de una trama que incluye información para determinar el MCS. En el aspecto ilustrado en la FIG. 9A, el frame900a comprende una trama NDPA que se ha "envuelto" en una envoltura de control. Por lo tanto, el frame900a se puede usar para solicitar CSI de una STA, por ejemplo, además de o en lugar de la trama NDPA 422.

[0074] En el aspecto ilustrado, el frame900a incluye el campo de control de trama 502, el campo de duración 504, el campo de radiodifusión de RA 506, el campo SA 508, el campo de secuencia de CSI 512, el campo de información de STA 514 y el campo CRC 516 que se incluyen en el NDPA 422. Además, el frame900a incluye un campo de control de trama transportada 902 y un campo de control de HT 904. En el aspecto ilustrado, el campo de control de trama transportada 902 comprende al menos 2 bits, y el campo de control de HT 904 comprende al menos 4 bits.

[0075] El campo de control de HT 904 puede comprender información que indica un MCS para las STA identificadas en el campo de información de STA 514 para usar cuando se transmite SF. En algunos aspectos, el campo de control de HT 604 comprende un campo de control de adaptación de enlace que incluye información

que las STA pueden usar para determinar el MCS. En algunos aspectos, el campo de control de adaptación del enlace incluye un campo TRQ (petición de formación), un MAI (Indicación de selección de antena o petición de MCS), un MFSI (Identificador de secuencia de retroalimentación de MCS (MFB)), y un campo MFB/ASELC (Retroalimentación de MCS y Comando/Datos de Selección de Antena). En algunos aspectos, el frame900a incluye un campo de control de muy alto rendimiento (VHT) en lugar del campo de control de alto rendimiento (HT) 904. El campo de control de VHT puede incluir información como se analizó anteriormente con respecto al campo de control de HT 904. En algunos aspectos, el campo de control de HT 904 u otra parte del frame900a incluye información para que una STA determine una velocidad para transmitir CSI.

[0076] En el aspecto ilustrado en la FIG. 9B, se ilustra la trama 900b, que comprende los campos 502-516, 902 y 904 ilustrados con respecto a la trama 900a, así como un campo adicional. El campo adicional puede comprender un identificador de conjunto de servicios que identifica una red, por ejemplo, una WLAN. En el aspecto ilustrado, por ejemplo, el campo BSSID 912 comprende un identificador de conjunto de servicio básico (BSS) e identifica un BSS. En algunos aspectos, el campo BSSID 912 se puede establecer en una dirección MAC de un AP que transmitió la trama 900b.

[0077] Los campos 502-516, 902 y 904 ilustrados en la FIG. 9B puede configurarse como se ha descrito anteriormente con respecto a la FIG. 9A. En algunos aspectos, uno o más de estos campos comprenden bits adicionales o menos bits que los descritos anteriormente. En algunos aspectos, el campo BSSID 912 comprende de 1 a 32 octetos. En un aspecto, el campo BSSID 912 comprende 6 octetos. En algunos aspectos, los campos 502-516 y 902-912 están dispuestos en un orden que difiere del orden ilustrado en la FIG. 9A y/o la FIG. 9B.

[0078] La FIG. 10 ilustra otro aspecto de una trama 1000 que incluye información para determinar MCS. En el aspecto ilustrado en la FIG. 10, la trama 1000 comprende una sondeo de CSI que se ha "envuelto" en una envoltura de control. Por lo tanto, la trama 1000 puede usarse para solicitar al menos una parte de CSI de una STA, por ejemplo, además de o en lugar del sondeo de CSI 412.

[0079] En el aspecto ilustrado, la trama 1000 puede comprender al menos uno de: un campo de control de trama 1002, un campo de duración 1004, un campo de dirección de destino (DA) 1006, un campo de dirección de origen (SA) 1008, un campo de secuencia 1012, un campo de segmentos restantes 1014 y un campo de comprobación de redundancia cíclica (CRC) 1016.

[0080] En el aspecto ilustrado, el campo de control de trama 1002 comprende 16 bits. También en el aspecto ilustrado, el campo de duración 1004 comprende 16 bits y puede incluir una longitud de trama 1000. El campo CRC 1016 en el aspecto ilustrado comprende 32 bits.

[0081] En el aspecto ilustrado, el campo DA 1006 comprende 48 bits. El campo DA 1006 puede indicar una dirección de la STA a la que se está transmitiendo la trama 1000, por ejemplo, como se analizó anteriormente.

[0082] En el aspecto ilustrado, el campo SA 1008 comprende 48 bits. El campo SA 1008 puede indicar una dirección del AP que está transmitiendo la trama 1000, por ejemplo, como se analizó anteriormente.

[0083] En el aspecto ilustrado, el campo de secuencia 1012 comprende 8 bits. El campo de secuencia 1012 puede comprender información indicativa del número de secuencia común a la retroalimentación de CSI para la cual el AP solicita un segmento adicional. En algunos aspectos, el número de secuencia indicado por el campo de secuencia 1012 es el mismo o se copia del número de secuencia para la trama NDPA inmediatamente anterior. Por lo tanto, cuando se utiliza la trama 1000 en lugar del sondeo de CSI 412 en la FIG. 4, el campo de secuencia 1012 puede tener el mismo valor que un campo de secuencia de CSI en el NDPA 402, por ejemplo.

[0084] En el aspecto ilustrado, el campo de segmentos restantes 1014 comprende 8 bits. El campo de segmentos restantes 1014 indica el número de segmentos de retroalimentación de CSI que el AP espera recibir de la STA dirigida por el campo de DA 1006. En algunos aspectos, la información incluida con la retroalimentación de CSI enviada por la STA incluye una cantidad de segmentos restantes que quedan por transmitir, como se analizará más adelante. En estos aspectos, la información en el campo de segmentos restantes 1014 puede copiarse del campo de segmentos restantes de la información de CSI inmediatamente anterior. Por ejemplo, cuando el AP recibe la parte de retroalimentación de CSI 408 en la FIG. 4, la trama 1000 puede enviarse a la STA que transmitió la parte de retroalimentación de CSI 408 con el campo de segmentos restantes 1014 con un valor de 1. En respuesta, la STA puede transmitir la parte restante de la retroalimentación 414 de CSI.

[0085] La trama 1000 puede comprender además el campo de control de trama transportada 902 y el campo de control HT 904 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 9A. Como se analizó anteriormente, el campo de control de HT 904 puede comprender información que indica un MCS o una velocidad tal como una velocidad de capa física. La STA identificada en el campo DA 1006 puede usar la información en el campo de control HT 904 para determinar el MCS o la velocidad.

[0086] La FIG. 11 ilustra un aspecto de un mensaje de informe sobre CSI para comunicar retroalimentación de CSI. Por ejemplo, el mensaje de informe sobre CSI puede usarse para implementar la retroalimentación de CSI 408 ilustrada en la FIG. 4. La retroalimentación de CSI 408 puede determinarse mediante una STA en respuesta a una trama NDPA recibida, por ejemplo la trama NDPA 402 o la trama NDPA 422 descrita anteriormente. Como se describe en detalle adicionalmente a continuación, los elementos de la retroalimentación de CSI 408 pueden generarse basándose en la información en la trama NDPA. El mensaje de informe sobre CSI puede comprender una trama para comunicar la retroalimentación de CSI.

[0087] En un aspecto, la retroalimentación de CSI 408 puede ser generada por una de las STA identificadas en la trama NDPA 402 y transmitida de manera autónoma un período SIFS después de la trama NDP 404. Por ejemplo, la primera STA identificada en un campo de información de STA puede generar la retroalimentación de CSI 408 y transmitir de manera autónoma la retroalimentación de CSI 408 al AP durante un período SIFS después de recibir la trama NDP 404. Otras STA identificadas en el campo de información de STA pueden esperar un mensaje de sondeo antes de transmitir la retroalimentación de CSI respectiva, como se analizó anteriormente.

[0088] La retroalimentación de CSI 408 puede comprender al menos uno de un campo de control de trama 1102, un campo de duración 1104, un campo de dirección de destino (DA) 1106, un campo de dirección de origen (SA) 1108, un campo de control de retroalimentación de CSI 1110, un campo de retroalimentación de CSI 1112 con una CSI calculada, o un campo de comprobación de redundancia cíclica (CRC) 1114. La retroalimentación de CSI 408 puede ser del tipo mensaje de sin confirmación de acción (ACK) que puede no requerir una respuesta ACK. En el aspecto ilustrado, la retroalimentación de CSI 408 puede comprender una trama de control.

[0089] En algunos aspectos, en lugar del campo descrito anteriormente, la retroalimentación de CSI 408 puede comprender un campo de categoría, un campo de acción, un campo de secuencia de sondeo, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110 y/o un informe de sondeo. En tales aspectos, la retroalimentación de CSI 408 puede comprender una trama de acción. En algunos aspectos, el campo de retroalimentación de CSI 1112 y el informe de sondeo contienen información similar.

[0090] En algunos aspectos, la información de estado de canal y/o SF pueden representarse como una matriz, como se analizó anteriormente, y el informe de sondeo y/o el campo de retroalimentación de CSI 1112 pueden comprender la matriz o datos indicativos de la misma. Como también se analizó anteriormente, la matriz comprende una pluralidad de modos Eigen, vectores singulares o valores singulares en algunos aspectos.

[0091] Hay ciertas situaciones en las que la STA puede decidir no enviar retroalimentación. Por ejemplo, SF puede no transmitirse si no se recibió una trama NDPA/NDP correspondiente anterior, o si la SF actual es sustancialmente similar a una SF transmitida previamente. Como otro ejemplo, es posible que SF no se transmita si la transmisión supera una limitación de PPDU o de oportunidad de transmisión (TXOP). En algunos aspectos, el campo de retroalimentación de CSI 1112 se omite en dichas situaciones. Por lo tanto, la ausencia del campo de retroalimentación de CSI 1112 puede indicar que no se está transmitiendo SF en algunos aspectos. Por ejemplo, si un dispositivo como un AP recibe la retroalimentación de CSI 408, el dispositivo puede determinar una longitud de la retroalimentación de CSI 408. La longitud se puede usar para determinar si el campo de retroalimentación de CSI 1112 está incluido, y se puede determinar que no se transmitirá SF si se omite la retroalimentación de CSI. En algunos aspectos, un indicador en el campo de control de retroalimentación de CSI 1110 puede indicar una razón por la cual no se está transmitiendo la SF.

[0092] Las FIGs. 12A-12E ilustran un aspecto de un campo de control para la retroalimentación de sondeo, por ejemplo, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110. En algunos aspectos, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110 comprende un campo de control MIMO de rendimiento muy alto (VHT).

[0093] En un aspecto ilustrado en la FIG. 12A, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a puede comprender uno o más de un subcampo Nc 1202, un subcampo Nr 1204, un subcampo de ancho de banda 1206, un subcampo Ng 1212, un subcampo de libro de códigos 1214, un subcampo de coeficiente 1216, un subcampo de segmentos restantes 1222, un subcampo de secuencia 1224, un subcampo MU/SU 1232, un subcampo nulo de CSI 1234, un subcampo NDPA/NDP no recibido 1236 y un subcampo de CSI de diferencia 1238. En algunos aspectos, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a comprende además un subcampo reservado 1242 que incluye bits además de los asignados a los subcampos 1202-1238 que pueden usarse para cualquiera de una variedad de propósitos. En algunos aspectos, los subcampos 1202-1242 están dispuestos en un orden que difiere del orden ilustrado en la FIG. 12.

[0094] En el aspecto ilustrado, el subcampo Nc 1202 comprende al menos 3 bits. El subcampo Nc 1202 puede indicar un número de columnas en la matriz analizada anteriormente, que representa la CSI para la STA. El uso de 3 bits proporciona información sobre al menos 5 antenas. En algunos aspectos, los 3 bits proporcionan información para 8 antenas.

[0095] En el aspecto ilustrado, el subcampo Nr 1204 comprende al menos 3 bits. El subcampo Nr 1204 puede indicar un número de filas en la matriz analizada anteriormente. El uso de 3 bits proporciona información sobre al menos 5 antenas. En algunos aspectos, los 3 bits proporcionan información para 8 antenas.

5 **[0096]** En algunos aspectos, la información del subcampo Nss 704 en la información de STA 612 se utiliza para determinar Nc y Nr. En un aspecto, la STA envía SF, por ejemplo, en el informe de sondeo o en el campo de retroalimentación de CSI 1112, utilizando exactamente el mismo número de flujos espaciales (por ejemplo, modos Eigen) que indica el campo Nss 704. Esto puede reflejarse en Nc y Nr. Usar exactamente el mismo número de flujos espaciales puede reducir la sobrecarga de SF porque el tamaño de SF no será mayor de lo que el AP ha determinado que se requiere. De esta manera, los recursos no se desperdiciarán al enviar más retroalimentación de la que solicita el AP. En otros aspectos, la STA puede utilizar un número mayor o menor de flujos espaciales que los solicitados por el AP.

15 **[0097]** En el aspecto ilustrado en la FIG. 12A, el subcampo de ancho de banda 1206 comprende al menos 2 bits. El subcampo de ancho de banda 1206 puede indicar un ancho de banda de la retroalimentación de CSI. Por ejemplo, los 2 bits se pueden usar para representar cuatro valores diferentes (es decir, 0, 1, 2 y 3), cada uno de los cuales puede corresponder a una de las siguientes frecuencias: 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y 160 MHz.

20 **[0098]** En el aspecto ilustrado en la FIG. 12A, el subcampo Ng 1212 comprende al menos 3 bits. El subcampo Ng 1212 puede indicar una agrupación de tonos en la que la STA ha generado retroalimentación de CSI. Usando estos tres bits, se pueden identificar 8 opciones diferentes de grupos de tonos. Por ejemplo, se pueden identificar opciones que incluyen tonos de CC/borde de banda. En algunos aspectos, el subcampo Ng 1212 comprende al menos 2 bits.

25 **[0099]** En algunos aspectos, la retroalimentación de CSI se genera para cada tono que utiliza la STA. Como ejemplo, puede haber hasta 468 tonos cuando el ancho de banda de la retroalimentación de CSI es de 160 MHz. Sin embargo, algunos de los tonos se pueden agrupar de manera tal que la información se comunica en todos los tonos del grupo al mismo tiempo. El subcampo Ng 1212 puede indicar cómo se agruparon los tonos y cuántos tonos hay en el grupo. Por ejemplo, se pueden agrupar de 3 a 4 tonos y se puede promediar la información de estos tonos para generar la retroalimentación de CSI.

35 **[0100]** En un aspecto, la STA envía retroalimentación de CSI con grupos de tonos que no son más grandes que los grupos de tonos indicados por el campo Ng de 706 en la información 612 de STA. Sin embargo, en algunos aspectos, la STA puede usar un valor de Ng menor que el indicado por el campo 706 de Ng. El uso de grupos que no sean más grandes de lo indicado por el campo Ng de 706 disminuirá la probabilidad de que disminuyan las ganancias de MU. Esta disminución puede deberse a que el AP haya decidido que se usará el Ng indicado en el campo Ng 706 basándose en una transmisión MU/SU a utilizar. En otros aspectos, la STA puede usar grupos de tonos que son más grandes que los grupos de tonos indicados por el campo Ng de 706.

40 **[0101]** En el aspecto ilustrado en la FIG. 12A, el subcampo 1214 del libro de códigos comprende al menos 3 bits. El subcampo 1214 del libro de códigos puede incluir información que el AP puede usar para indexar en una tabla que indica cómo se cuantifican los valores de CSI. En algunos aspectos, la STA cuantifica los valores utilizando al menos tantos bits como se indica en el campo de libro de códigos 714 de la información de la STA 612. Usar al menos tantos bits como lo indica el campo de libro de códigos 714 disminuirá la probabilidad de que disminuyan las ganancias de MU. Esta disminución puede deberse a que el AP haya decidido una cuantificación solicitada basándose en si el AP intenta utilizar la SF en un protocolo MU o SU. En otros aspectos, la STA puede usar menos bits que los indicados por el campo de libro de códigos 714. En algunos aspectos, el subcampo del libro de códigos 1214 comprende uno o más bits.

50 **[0102]** En el aspecto ilustrado, el subcampo de coeficiente 1216 comprende al menos 3 bits. El subcampo de coeficiente 914 1216 puede indicar un tamaño de coeficiente, que puede corresponder a una cuantificación utilizada por la STA para las entradas en la matriz descrita anteriormente. En algunos aspectos, el subcampo de coeficiente 1216 comprende uno o más bits. En algunos aspectos, el subcampo de coeficiente 1216 se omite. Por ejemplo, la SF puede formatearse como una retroalimentación comprimida, en cuyo caso no se puede incluir un tamaño de coeficiente.

60 **[0103]** En algunos aspectos, la STA cuantifica las entradas de la matriz utilizando al menos la cantidad de bits que indica el campo de coeficiente 712 de la información de la STA 612. Usar al menos tantos bits como indica el campo de coeficiente 712 disminuirá la probabilidad de que disminuyan las ganancias de MU. Esta disminución puede deberse a que el AP haya decidido una cuantificación solicitada basándose en si el AP pretende utilizar la SF para MU o SU. En otros aspectos, la STA puede usar menos bits que los indicados por el campo de coeficiente 712.

65 **[0104]** En el aspecto ilustrado, el subcampo de segmentos restantes 1222 puede comprender al menos 5 bits. El subcampo 1222 de segmentos restantes puede indicar un número de segmentos que aún no se han transmitido con respecto a la retroalimentación de CSI para la STA, como se analizó anteriormente.

- 5 **[0105]** Por ejemplo, un número de bytes para la retroalimentación de CSI puede ser grande. Por ejemplo, en el caso del ancho de banda no comprimido de 8x3 80MHz, el número de bytes para la retroalimentación de CSI puede ser aproximadamente igual a 12K. Es posible que una retroalimentación de CSI grande no pueda encajar en una unidad de datos de protocolo MAC (MPDU) debido a las limitaciones de tamaño de MPDU. Se puede obtener un tamaño máximo de MPDU de aproximadamente 8K a partir de la indicación del delimitador de MPDU agregado (A-MPDU). Además, una capacidad de tamaño MPDU puede ser incluso menor, ya que se negocia.
- 10 **[0106]** La retroalimentación de CSI puede segmentarse en múltiples MPDU. Por ejemplo, los segmentos de la retroalimentación de CSI pueden transmitirse dentro de múltiples MPDU de una A-MPDU. Por lo tanto, el subcampo de segmentos restantes 1222 puede indicar un número de segmentos restantes de la retroalimentación de CSI o SF que queda por transmitir después de la MPDU actual.
- 15 **[0107]** En el aspecto ilustrado en la FIG. 12A, el subcampo de secuencia 1224 puede comprender como máximo 8 bits. El subcampo de secuencia 924 puede comprender información indicativa de un número de secuencia que es común entre todos los segmentos de una retroalimentación de CSI transmitida por la STA. En algunos aspectos, el número de secuencia indicado por el campo de secuencia 1224 es el mismo o se copia del número de secuencia de una trama NDPA precedente, por ejemplo, de un campo de secuencia de CSI.
- 20 **[0108]** En el aspecto ilustrado, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a incluye el subcampo de MU/SU 1232 para indicar si la retroalimentación de CSI asociada se calculó para MU o SU. En algunos aspectos, la retroalimentación de CSI se determina según el campo MU/SU en una trama NDPA, por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 7B u 8. En otros aspectos, la STA determina si calcular la CSI para SU o MU. En algunos aspectos, la retroalimentación calculada para SU puede determinarse con menos resolución. Por lo tanto, determinar la retroalimentación de la SU en lugar de la retroalimentación de la MU puede reducir la complejidad del procesamiento en la STA o puede reducir la cantidad de recursos de red utilizados para enviar la retroalimentación. En el aspecto ilustrado, el campo MU/SU comprende al menos 1 bit.
- 25 **[0109]** En el aspecto ilustrado, el subcampo nulo de CSI 1234 comprende al menos 1 bit. El subcampo nulo de CSI 1234 se puede usar para indicar si CSI será transmitido por la STA. Por ejemplo, el subcampo nulo de CSI 1234 se puede establecer en un valor de 0 si no se transmitirá ninguna CSI, y se puede establecer en un valor de 1 si se transmitirá CSI. En otros aspectos, estos valores pueden invertirse. En algunos aspectos, el subcampo nulo de CSI 1234 puede omitirse, y la longitud de la retroalimentación de CSI 408 se utiliza para determinar si se está transmitiendo CSI. En tales aspectos, si se determina que la CSI no se está transmitiendo, el campo de control de retroalimentación de la CSI 1110a puede incluir un indicador que indica si la CSI no se está transmitiendo porque se excederá una limitación de la transmisión. Por ejemplo, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a puede comprender un campo de un bit que indica si la transmisión de la CSI excederá una limitación de PPDU o TXOP. La superación de la limitación de PPDU o TXOP puede ocurrir si una trama que contiene la CSI es demasiado larga para transmitir, por ejemplo.
- 30 **[0110]** En el aspecto ilustrado, el subcampo 1236 NDPA/NDP no recibido comprende al menos 1 bit. Cuando el subcampo nulo de CSI 1234 indica que no se transmitirá CSI, se puede usar el subcampo no recibido de NDPA/NDP 1236 para indicar una condición que hizo que no se transmitiera la CSI. En un aspecto, un valor de 0 en el subcampo no recibido de NDPA/NDP 1236 indica que no se recibió una trama NDPA correspondiente, mientras que un valor de 1 en el subcampo no recibido de NDPA/NDP 1236 indica que no se recibió una trama NDP correspondiente.
- 35 **[0111]** En otro aspecto, se utiliza un solo valor del subcampo no recibido de NDPA/NDP 1236 para indicar que no se recibió un NDPA o un NDP correspondiente a un identificador en el campo de secuencia 1224. Por ejemplo, un valor de 0 se puede usar para indicar esta condición. El otro valor, que en este ejemplo es 1, se puede usar para indicar que no se está transmitiendo CSI porque la CSI actual está dentro de un umbral de una CSI previamente transmitido. Por ejemplo, cuando un último campo almacenado de SF del NDPA indica que el último SF transmitida por la STA se ha almacenado, la STA puede abstenerse de enviar la SF actual si la SF actual es sustancialmente similar a la SF almacenada. En esta situación, el subcampo 1236 NDPA/NDP no recibido puede configurarse a un valor para indicar que el canal no ha cambiado lo suficiente como para justificar la transmisión de SF adicionales.
- 40 **[0112]** En el aspecto ilustrado, el subcampo CSI de diferencia 1238 comprende al menos 1 bit. Cuando el subcampo nulo de CSI 1234 indica que se está transmitiendo CSI, el subcampo CSI de diferencia puede usarse para indicar si se está transmitiendo CSI completa o si se está transmitiendo información representativa de una diferencia. Por ejemplo, un valor de 0 en el subcampo CSI de diferencia 1238 puede indicar que se está transmitiendo información completa de CSI. Sin embargo, un valor de 1 en el subcampo CSI de diferencia 1238 puede indicar que se está transmitiendo información representativa de una diferencia entre una CSI transmitida previamente y la CSI actual. Por ejemplo, cuando un último campo almacenado de SF de un NDPA indica que el último SF de la STA se ha almacenado en un AP, la STA puede calcular y transmitir una diferencia entre la SF actual y la SF almacenada, e indicar estas acciones al AP utilizando el subcampo CSI de diferencia 1238. Como
- 45
50
55
60
65

se analizó anteriormente, la diferencia puede en algunos aspectos representarse usando menos bits, y por lo tanto puede reducir la sobrecarga.

[0113] Un AP que recibe el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a puede usar información en el mismo para determinar una CSI. En algunos aspectos, como los aspectos en los que CSI no se transmite mediante la STA como lo indica el subcampo nulo de CSI 1234, el AP puede utilizar CSI previamente almacenado o recibido. En otros aspectos, la CSI puede recibir una CSI completa del AP, o puede recibir datos representativos de una diferencia y, posteriormente, puede calcular la CSI actual a partir de la diferencia y una CSI previamente almacenada, por ejemplo, como lo indica el subcampo 1238 de la CSI de diferencia.

[0114] En algunos aspectos, el AP puede ajustar los parámetros para enviar información a la STA basándose en la información en el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a. Por ejemplo, cuando el subcampo NDPA/NDP no recibido 1236 indica que no se recibió un NDPA o NDP transmitido previamente, el AP puede transmitir el NDPA o el NP nuevamente, o puede reducir una velocidad como la velocidad de PHY utilizada para enviar futuros NDPAs y/o NDPs. Si el subcampo 1236 de NDPA/NDP no indica que se recibió un NDPA y NDP previamente transmitidos, el AP puede aumentar la velocidad o puede ajustar otro parámetro como un esquema de modulación. Además, si el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a indica que un canal no ha cambiado o ha cambiado muy poco, por ejemplo, al utilizar el subcampo 1236 de NDPA/NDP y/o el subcampo 1238 de CSI de diferencia, el AP puede disminuir la frecuencia a la que solicita CSI de la STA. De manera similar, si el AP recibe una CSI completa cada vez o el canal parece estar cambiando rápidamente, el AP puede aumentar la frecuencia a la que solicita la CSI de la STA.

[0115] En algunos aspectos, uno o más de los campos 1202-1242 se omiten del campo de control de retroalimentación de CSI 1110. Además, se pueden incluir campos adicionales en el campo de control de retroalimentación de CSI 1110. En algunos aspectos, algunos de los bits en la información de STA 612 están reservados para otros usos o futuros. Por ejemplo, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110b ilustrado en la FIG. 12B muestra un aspecto que incluye el subcampo Nc 1202, el subcampo Nr 1204, el subcampo de ancho de banda 1206, el subcampo de segmentos restantes 1222, el subcampo de número de secuencia 1224 y, opcionalmente, el subcampo MU/SU 1232. Además, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110b incluye un subcampo nulo SF 1252 y un subcampo de SF anterior 1254.

[0116] En el aspecto ilustrado, el subcampo nulo SF 1252 comprende al menos 1 bit. El subcampo nulo SF 1252 puede indicar si SF está siendo transmitido por la STA. En algunos aspectos, el subcampo nulo SF se configura de manera similar y/o se usa de manera similar al subcampo nulo de CSI 1234.

[0117] En el aspecto ilustrado, el uso del subcampo de SF anterior 1254 comprende al menos 1 bit. El subcampo de SF anterior al uso 1254 puede indicar si se debe usar la SF previamente almacenada en el AP. Por ejemplo, cuando un campo almacenado de SF anterior en un NDPA indica que la SF transmitida previamente se ha almacenado en el AP, el subcampo de SF anterior al uso 1254 se puede usar para indicar que la SF almacenada debe usarse como la SF actual. o para indicar que la SF almacenada debe combinarse con una diferencia de datos que está transmitiendo la STA. En algunos aspectos, si el subcampo nulo SF 1252 y subcampo de SF anterior al uso 1254 indican que no se está transmitiendo SF, el AP puede inferir que no se recibió una trama NDPA y/o una trama NDP anteriores. Por lo tanto, el subcampo nulo 1252 de SF puede indicar que no se está transmitiendo CSI, mientras que el subcampo SF previo de uso 1254 indica una condición que hizo que no se transmitiera la CSI, como la falta de información del canal o una diferencia entre la SF actual y la SF anterior despreciables. A continuación se incluye una tabla que resume un aspecto de los posibles valores del subcampo nulo SF 1252 y el subcampo de SF anterior al uso 1254. La tabla muestra cómo los valores corresponden a una transmisión potencial de CSI.

Nulo SF	Usar SF prev.	Acción
0	0	SF regular siendo transmitido
1	0	Nulo SF (ninguna SF disponible)
0	1	SF de diferencia siendo transmitida
1	1	Usar SF prev. (ninguna SF en esta trama)

[0118] El campo de control de retroalimentación de CSI 1110c ilustrado en la FIG. 12C muestra un aspecto que incluye el subcampo Nc 1202, el subcampo Nr 1204, el subcampo de ancho de banda 1206, el subcampo de segmentos restantes 1222, el subcampo Ng 1212, el subcampo de libro de códigos 1214, el subcampo de coeficiente 1216, el subcampo de segmentos restantes 1222, el subcampo de número de secuencia 1224 y, opcionalmente, el subcampo MU/SU 1232 y/o el subcampo reservado 1242. Cada uno de estos subcampos puede configurarse como se describe con respecto a la FIG. 12A.

[0119] En contraste con el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a ilustrado en la FIG. 12A, sin embargo, el campo de control de retroalimentación de CSI 1110c omite el subcampo nulo de CSI 1234 e incluye

en su lugar un primer subcampo de segmento 1262. En el aspecto ilustrado, el primer subcampo de segmento 1262 comprende al menos 1 bit. El primer subcampo de segmento 1262 puede usarse para indicar si la retroalimentación de CSI que se está transmitiendo es el primer segmento de esa CSI. Si un AP recibe un segmento CSI de una nueva CSI, pero el primer subcampo de segmento 1262 no indica que el segmento recibido sea el primer segmento de la nueva CSI, entonces el AP puede determinar que perdió al menos un segmento transmitido previamente de la nueva CSI. La CSI puede identificarse como nuevo utilizando el subcampo de número de secuencia 1224 y/o utilizando el subcampo de segmentos restantes 1222. Por ejemplo, si el subcampo de segmentos restantes 1222 asociado con un segmento de CSI anterior indicó que el segmento era el último segmento, se puede determinar que cualquier segmento de CSI que se reciba en el futuro está asociado con una nueva CSI.

[0120] Además, el subcampo no recibido de NDPA/NDP 1236 y el subcampo de CSI de diferencia 1238 ilustrado en la FIG. 12A se han reemplazado por un solo subcampo de diferencia y nulo de CSI 1264 en el campo de control de retroalimentación de CSI 1110c. En el aspecto ilustrado, el subcampo de diferencia y nulo de CSI 1264 comprende al menos 2 bits. La implementación del subcampo nulo de CSI y de diferencia 1264 de esta manera permite que el campo de control de retroalimentación de CSI 1110c se implemente utilizando el mismo número de bits que el campo de control de retroalimentación de CSI 1110a. El subcampo nulo de CSI y de diferencia 1264 puede indicar si se está transmitiendo SF regular, si la diferencia entre SF actual y SF anterior es insignificante, y/o si SF no está disponible. En un aspecto, SF puede no estar disponible si no se recibió una trama NDP o NDPA correspondiente. Los expertos en la técnica apreciarán que el subcampo nulo de CSI y de diferencia 1264 puede usarse para indicar la misma información o similar a la indicada por uno o más del subcampo nulo de CSI 1234, el subcampo no recibido de NDPA/NDP 1236, el subcampo de CSI de diferencia 1238, el subcampo nulo SF 1252 y el subcampo SF anterior al uso 1254. Un aspecto de los posibles valores del subcampo nulo de CSI y de diferencia 1264 se resume en la tabla a continuación. La tabla ilustra cómo los valores corresponden a una transmisión potencial de CSI.

Subcampo nulo de CSI y de diferencia		Acción
0	0	Retroalimentación regular
0	1	SF no disponible: se puede configurar si no se recibió la trama NDPA o NDP
1	0	Diferencia cero. Indica que la trama NDPA o NDP se recibió, pero no es necesario enviar CSI.
1	1	Reservado, o indica que la retroalimentación de CSI es una diferencia CSI.

[0121] Los expertos en la técnica saben que otros valores o combinaciones de valores pueden corresponder a las acciones relacionadas. Por ejemplo, las acciones asociadas con "0 1" y "1 1" se pueden transponer en la tabla anterior.

[0122] En la tabla anterior, los valores de "1 1" se pueden usar para indicar que la retroalimentación de CSI que se está transmitiendo es una CSI de diferencia. En otros aspectos, los valores de "1 1" pueden ser reservados. En algunos aspectos, los valores de "1 1" se pueden usar para indicar que no se está incluyendo CSI porque la transmisión de la retroalimentación de CSI excedería una limitación de transmisión, como una limitación de PPDU o TXOP. Por ejemplo, si una longitud de retroalimentación de CSI, como la retroalimentación de CSI 408, indica que no se está transmitiendo SF, los valores de "1 1" pueden indicar que la condición que ocasionó la no transmisión es una limitación de PPDU o TXOP.

[0123] En algunos aspectos, si la longitud de la retroalimentación de CSI 408 indica que no se está transmitiendo SF, se pueden usar uno o más de los indicadores o subcampos analizados anteriormente para indicar una condición que hizo que no se transmitiera la SF. Por ejemplo, el subcampo no recibido de NDPA/NDP 1236, el subcampo de CSI de diferencia 1238, el subcampo de SF anterior al uso 1254 y/o el subcampo nulo de CSI y de diferencia 1264 puede indicar cuál es la condición. En otros aspectos, se puede definir un nuevo campo para indicar la condición. En otros aspectos, uno o más bits que se utilizarían para otro propósito cuando se transmite CSI se pueden usar para proporcionar esta indicación. Por ejemplo, uno o más de los bits en el campo de segmentos restantes 1222 se pueden usar para indicar la condición si una longitud de la retroalimentación de CSI 408 indica que no se está transmitiendo SF.

[0124] El campo de control de retroalimentación de CSI 1110d ilustrado en la FIG. 12D muestra un aspecto que incluye el subcampo Nc 1202, el subcampo Nr 1204, el subcampo de ancho de banda 1206, el subcampo Ng 1212, el subcampo de libro de códigos 1214, el subcampo de número de secuencia 1224 y el subcampo MU/SU 1232. En el aspecto ilustrado, sin embargo, el subcampo de ancho de banda 1206 se ilustra como un subcampo de ancho de canal. Además, el subcampo Ng 1212 se ilustra como un subcampo de agrupación. Además, el subcampo de MU/SU 1232 se ilustra como un subcampo de tipo de retroalimentación, y el subcampo de número de secuencia

1224 se ilustra como un subcampo de secuencia de sondeo. Cada uno de estos subcampos puede configurarse como se describe con respecto a la FIG. 12A.

5 **[0125]** El campo de control de retroalimentación de CSI 1110d incluye además el subcampo reservado 1242. En el aspecto ilustrado en la FIG. 12D, el subcampo 1242 reservado puede usarse para indicar si se transmitirá CSI. Por lo tanto, el subcampo 1242 reservado puede indicar que la trama de la retroalimentación de CSI 408 es una trama de retroalimentación nula, por ejemplo, omitiendo información del campo de retroalimentación de CSI 1112 u omitiendo completamente el campo de retroalimentación de CSI 1112. Por lo tanto, el subcampo reservado 1242 se puede usar en algunos aspectos para indicar información similar al subcampo nulo de CSI 1234 analizado anteriormente.

15 **[0126]** En el aspecto ilustrado en la FIG. 12D, el subcampo reservado 1242 se puede utilizar en su lugar o adicionalmente para indicar si la retroalimentación de CSI que se está transmitiendo es el primer segmento de ese CSI. Por lo tanto, el subcampo reservado 1242 puede usarse en algunos aspectos para indicar información similar al primer subcampo de segmento 1262 analizado anteriormente.

20 **[0127]** En el aspecto ilustrado en la FIG. 12D, el subcampo reservado 1242 puede, en su lugar o adicionalmente, usarse para indicar un número de segmentos restantes de la retroalimentación de CSI o SF que queda por transmitir después de la MPDU actual. Por lo tanto, el subcampo reservado 1242 se puede usar en algunos aspectos para indicar información similar al subcampo de segmentos restantes 1222 analizado anteriormente. Por lo tanto, el subcampo reservado 1242 puede indicar cuál de una pluralidad de segmentos de retroalimentación es primero y cuántos segmentos de la retroalimentación faltan. La indicación de los segmentos primero y restantes puede alertar a un receptor, como un AP, de cuántos segmentos se esperan y si se han recibido todos los segmentos.

25 **[0128]** En el aspecto mostrado en la FIG. 12D, el subcampo 1242 reservado se ilustra como que comprende cuatro bits. En un aspecto, uno de los cuatro bits puede usarse para indicar si un segmento de retroalimentación que se transmite es un primer segmento. Por ejemplo, un valor de bit de "1" puede usarse para indicar que el segmento es un primer segmento, y un valor de bit de "0" puede indicar que el segmento no es un primer segmento. En algunos aspectos, B15 se utiliza como un bit.

30 **[0129]** En tales aspectos, uno o más de los bits restantes en el subcampo reservado 1242 pueden usarse para indicar un número de segmentos que quedan por transmitir. Por ejemplo, si el bit B15 se utiliza para indicar si el segmento que se transmite es un primer segmento, los bits B12-B14 se pueden usar para indicar el número de segmentos restantes. Un valor de "111" puede indicar que quedan siete segmentos, un valor de "110" puede indicar que quedan seis segmentos, y así sucesivamente. Si se está transmitiendo un solo segmento, el primer bit de segmento se puede establecer en "1" y los bits de los segmentos restantes se establecen en "0". Si B12-B14 indica el número de segmentos restantes y B15 indica si el segmento es un primer segmento, el subcampo 1242 reservado puede tener un valor de "0001" para indicar que se está transmitiendo un único segmento de retroalimentación.

35 **[0130]** En algunos aspectos, la retroalimentación se puede dividir en no más de ocho segmentos. En estos aspectos, puede haber como máximo siete segmentos restantes. Sin embargo, pueden quedar siete segmentos solo si el segmento que se está transmitiendo es el primer segmento. Por lo tanto, no habría ninguna circunstancia en la que un segmento que no sea el primer segmento indicaría que quedan siete segmentos. En tales aspectos, el primer bit de segmento se puede establecer en "0" y todos los bits de los segmentos restantes se establecen en "1" para indicar que no se está transmitiendo CSI. Si B12-B14 indica el número de segmentos restantes y B15 indica si el segmento es un primer segmento, el subcampo 1242 reservado puede tener un valor de "1110" para indicar que se está transmitiendo una trama de retroalimentación nula. Por lo tanto, una indicación de que un primer segmento no se está transmitiendo en combinación con una indicación de que el número máximo de segmentos restantes aún no se ha transmitido puede alertar a un receptor, como un AP, de que no se está transmitiendo CSI.

40 **[0131]** En algunos aspectos, si el subcampo 1242 reservado indica que no se está transmitiendo CSI, todos los bits que preceden al subcampo 1242 reservado pueden usarse como bits reservados. Por lo tanto, si se transmite una trama de retroalimentación nula, los bits B0-B11 pueden reservarse. En algunos aspectos, uno o más de estos bits se pueden usar para indicar una condición que hizo que la CSI no se transmita.

45 **[0132]** Por ejemplo, los bits B10-B11 pueden usarse para una razón por la cual falta retroalimentación. El motivo puede estar relacionado con la recepción de información de sondeo, una limitación de transmisión o una CSI calculada, entre otros motivos. En algunos aspectos, B10-B11 se configuran en un valor de "00" si falta información de sondeo, por ejemplo, si no se recibió una trama NDPA o NDP o si se recibió incorrectamente. En algunos aspectos, B10-B11 se configuran a un valor de "01" si no se puede enviar la retroalimentación debido a una limitación de TXOP. En algunos aspectos, B10-B11 se configuran a un valor de "10" si no se puede enviar la retroalimentación debido a una limitación de PDU. En algunos aspectos, B10-B11 se configuran a un valor de "11" si la información de estado de canal transmitida anteriormente es sustancialmente similar a la información de estado de canal actual. En algunos aspectos, el valor de "11" está reservado para B10-B11.

[0133] En el aspecto ilustrado en la FIG. 12D, se omite el subcampo de tamaño del coeficiente. Además, el subcampo de MU/SU 1232 está dispuesto antes de cualquier segmento restante, primer segmento e información o indicadores de retroalimentación nula. Además, el subcampo de número de secuencia 1224 se desecha después de dicha información o indicadores, y por lo tanto, después del campo reservado 1242.

[0134] La FIG. 12E ilustra un aspecto del campo de control de retroalimentación de CSI 1110e que muestra que el subcampo reservado 1242 se divide en un subcampo de segmentos restantes 1272 y un subcampo de primer segmento 1274. En el aspecto ilustrado, el subcampo 1272 de segmentos restantes comprende los bits B12-B14 del campo 1110e y el subcampo 1274 del primer segmento comprende el bit B15 del campo 1110e. El subcampo 1272 de segmentos restantes se puede utilizar para transmitir información similar o se puede configurar de manera similar al subcampo 1222 de segmentos restantes descrito anteriormente. El primer subcampo 1274 de segmento puede usarse para transmitir información similar o configurarse de manera similar al primer subcampo 1262 de segmento descrito anteriormente. Cuando se consideran juntos, el subcampo 1272 de los segmentos restantes y el subcampo 1274 del primer segmento se pueden usar para transmitir información similar al subcampo nulo 1234 de CSI y/o el subcampo nulo 1252 de SF analizados anteriormente.

[0135] El subcampo 1272 de segmentos restantes y el subcampo 1274 de primer segmento pueden establecerse en varios valores como se describió anteriormente con respecto a los bits B12-B14 y B15, respectivamente, para indicar información sobre la retroalimentación de CSI. Los valores de ejemplo de estos subcampos, así como los subcampos restantes 1202-1232 del campo 1110e, se enumeran en la tabla a continuación. Los valores a continuación son solo ilustrativos y no pretenden ser limitativos. Un experto en la técnica apreciará que pueden usarse otros valores o puede indicarse otra información mediante los valores ilustrados.

Subcampo	Valores y descripción de la información indicada
Índice N_c	Indica el número de columnas en una matriz menos una: Se establece en 0 para $N_c = 1$ Se establece en 1 para $N_c = 2$... Se establece en 7 para $N_c = 8$
Índice de N_r	Indica el número de filas en una matriz menos una: Se establece en 0 para $N_r = 1$ Se establece en 1 para $N_r = 2$... Se establece en 7 para $N_r = 8$
Ancho de canal	Indica el ancho del canal en el que se realizó la medición: Se establece en 0 para 20 MHz Se establece en 1 para 40 MHz Se establece en 2 para 80 MHz Se establece en 3 para 160 MHz o 80 + 80 MHz
Agrupamiento	Número de transportistas agrupados en uno: Se establece en 0 para $N_g = 1$ (sin agrupación) Se establece en 1 para $N_g = 2$ Se establece en 2 para $N_g = 4$ El valor 3 está reservado
Tipo de retroalimentación	Se establece en 0 si el informe de retroalimentación es para SU-BF. Si se establece en 0, la trama del informe de retroalimentación no incluirá el campo de informe de formación de haces exclusivo de MU. Se establece en 1 si el informe de retroalimentación es para MU-BF. Si se establece en 1, la trama del informe de retroalimentación incluirá el campo Informe de formación de haces exclusivo de MU

Subcampo	Valores y descripción de la información indicada
Información del libro de códigos	Indica el tamaño de las entradas del libro de códigos: Si el tipo de retroalimentación se establece en 0 (SU-BF) Se establece en 0 para 2 bits para ψ , 4 bits para ϕ Se establece en 1 para 4 bits para ψ , 6 bits para ϕ Si el tipo de retroalimentación se establece en 1 (MU-BF) Se establece en 0 para 5 bits para ψ , 7 bits para ϕ Se establece en 1 para 7 bits para ψ , 9 bits para ϕ
Segmentos restantes	Contiene el número de segmentos restantes para el informe de medición asociado. Rango válido: de 0 a 7. Se establece en 0 para el último segmento de un informe segmentado o el único segmento de un informe no segmentado. Cuando el primer segmento se establece en 0, los segmentos restantes iguales a 7 indican que la trama es una trama de retroalimentación nula, por ejemplo, los campos Informe de formación de haces comprimida VHT y los campos del Informe de formación de haces exclusiva MU no están presentes.
Primer segmento	Se establece en 1 si el segmento es el primero. Se establece en 0 si el segmento es el único segmento.
Secuencia de sondeo	Número de secuencia del NDPA solicitando retroalimentación.

[0136] La FIG. 13 ilustra un aspecto de un punto de acceso (AP) 1300 para uso dentro del sistema 100. El AP 1300 puede comprender el AP 110 ilustrado en la FIG. 1 o la FIG. 2. Como se analizó anteriormente, el AP 1300 puede implementarse como un dispositivo inalámbrico, por ejemplo como un dispositivo inalámbrico 302 ilustrado en la FIG. 3. El AP 1300 se puede usar para comunicarse con un terminal de usuario o STA como se ha descrito anteriormente con respecto a las FIGs. 4-12.

[0137] El AP 1300 puede comprender un módulo NDPA 1302 para generar una trama NDPA, por ejemplo la trama NDPA 402 o 422. Al generar una trama NDPA, el módulo NDPA 1202 puede determinar si se recibió SF de una STA en respuesta a una trama NDPA anterior o en respuesta a un mensaje de sondeo. La SF puede ser recibida por un módulo de recepción 1204, por ejemplo, y la trama NDPA puede haber sido transmitida por un módulo de transmisión 1206. El mensaje de sondeo puede ser generado por un módulo de sondeo 1208. El resultado de esta determinación se puede incluir en la trama NDPA, por ejemplo, en un último campo recibido de SF como se analizó anteriormente.

[0138] El módulo NDPA 1302 puede determinar además si se almacenó el último SF sondeado por el módulo de sondeo 1308, por ejemplo, almacenado en una memoria 1312. El resultado de esta determinación se puede incluir en la trama NDPA, por ejemplo, en un último campo almacenado de SF o un campo almacenado de SF anterior como se analizó anteriormente.

[0139] En algunos aspectos, el módulo NDPA 1302 está configurado para envolver una trama NDPA en una envoltura de control, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 9A o FIG. 9B. En estos aspectos, el módulo 1302 NDPA puede configurarse para determinar un campo de control HT y/o MCS para que una STA envíe la CSI solicitada. El módulo NDPA 1302 también puede determinar una velocidad a la cual la STA debe usar para enviar la CSI solicitada. El resultado de esta determinación se puede incluir en la trama NDPA envuelta.

[0140] El módulo NDPA 1202 puede configurarse para determinar una o más STA a partir de las cuales se solicita información de retroalimentación de CSI. La información que identifica estas STA puede incluirse en un campo de información de STA, como se ha descrito anteriormente con respecto a las FIGs. 6A-6C.

[0141] El módulo NDPA 1302 puede configurarse para determinar los parámetros para cada una de las STA que se utilizarán para informar sobre la retroalimentación de CSI. Por ejemplo, el módulo NDPA 1202 puede determinar si cada STA o todas las STA colectivamente deben calcular CSI para SU o MU. El módulo NDPA 1302 también puede configurarse para determinar una cantidad de canales o flujos espaciales (por ejemplo, modos Eigen) de retroalimentación de CSI que se calcularán en las STA, una agrupación de tonos en la que las STA generarán retroalimentación de CSI, un tamaño de coeficiente correspondiente a una cuantificación utilizada por las STA para las entradas matriciales de la retroalimentación de CSI, y/o la información del libro de códigos que indica una

cuantificación de ángulos que las STA deberían utilizar para la retroalimentación de CSI, como se ha descrito anteriormente con respecto a la FIG. 7. En algunos aspectos, el módulo NDPA 1302 está configurado para determinar uno o más de los parámetros anteriores basándose en si la retroalimentación de CSI se usará para MU o SU.

5

[0142] En algunos aspectos, el módulo NDPA 1302 está configurado para determinar una frecuencia para enviar tramas NDPA, por ejemplo, basado al menos en parte en la CSI o en el cambio de las condiciones del canal indicado en la retroalimentación de la CSI, como se analizó anteriormente. El módulo NDPA 1302 puede configurarse además para generar o determinar cualquiera de la otra información descrita anteriormente con respecto a la trama NDPA 422. En algunos aspectos, la funcionalidad del módulo 1302 NDPA se implementa utilizando al menos el controlador 230 ilustrado en la FIG. 2.

10

[0143] El módulo de recepción 1304 puede usarse para recibir información de control, retroalimentación de CSI y/u otras comunicaciones de una STA, tales como comunicaciones que indican que no se transmitirá ninguna retroalimentación de CSI desde la STA. Los datos recibidos pueden ser desmodulados, convertidos a la baja o procesados de otra manera por el módulo receptor 1304 u otro módulo. El módulo de recepción 1304 puede implementarse usando un receptor, por ejemplo, el receptor 312 ilustrado en la FIG. 3, o una combinación de receptores, por ejemplo, los receptores 222a-222ap ilustrados en la FIG. 2. El módulo de recepción 1304 puede implementarse en un transceptor, y puede comprender un desmodulador y/o un procesador de datos de recepción, por ejemplo el procesador de datos RX 242. En algunos aspectos, el módulo receptor 1304 comprende una antena y un transceptor, por ejemplo la antena 224 y el transceptor 222. El transceptor puede estar configurado para desmodular los mensajes inalámbricos entrantes. Los mensajes pueden ser recibidos a través de la antena.

15

20

[0144] El módulo de transmisión 1306 se puede usar para transmitir tramas NDPA y/o mensajes de sondeo. En algunos aspectos, el módulo de transmisión 1306 está configurado para transmitir de forma inalámbrica la trama NDPA, por ejemplo, al terminal de usuario 120. El módulo de transmisión 1306 puede implementarse utilizando un transmisor, por ejemplo, el transmisor 310 ilustrado en la FIG. 3, o una combinación de transmisores, por ejemplo, los transmisores 222a-222ap ilustrados en la FIG. 2. El módulo de transmisión 1306 puede implementarse en un transceptor, y puede comprender un modulador y/o un procesador de datos de transmisión, por ejemplo el procesador de datos de TX 210. En algunos aspectos, el módulo de transmisión 1306 comprende una antena y un transceptor, por ejemplo, la antena 224 y el transceptor 222. El transceptor puede configurarse para modular los mensajes inalámbricos salientes que van a un terminal de usuario o STA. Los mensajes pueden ser transmitidos a través de la antena.

25

30

[0145] El módulo de sondeo 1308 se puede usar para generar mensajes de sondeo para transmitir a las STA, por ejemplo, cualquiera de los sondeos CSI 412, 416. El módulo de sondeo puede determinar qué STA transmite un mensaje de sondeo basándose en la información recibida a través del módulo de recepción 1304. Por ejemplo, la información de segmentos restantes recibida en un mensaje o campo de control a través del módulo de recepción 1304 puede ser utilizada por el módulo de sondeo 1308 para generar un mensaje de sondeo.

35

40

[0146] En algunos aspectos, el módulo de sondeo 1308 está configurado para envolver un mensaje de sondeo en una envoltura de control, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 10. En estos aspectos, el módulo de sondeo 1308 puede configurarse para determinar un campo de control de HT y/o MCS para que una STA envíe la CSI solicitada. El resultado de esta determinación se puede incluir en el mensaje de sondeo envuelto.

45

[0147] El módulo de sondeo 1308 también puede configurarse para generar o determinar cualquiera de la otra información descrita anteriormente con respecto a los mensajes de sondeo, como el sondeo de CSI 412 o el sondeo de CSI 416, o la trama 1000, por ejemplo, para incluir el número de secuencia de una trama NDPA. En algunos aspectos, la funcionalidad del módulo de sondeo 1308 se implementa utilizando al menos el controlador 230 y/o el programador 234 ilustrado en la FIG. 2.

50

[0148] La memoria 1312 puede configurarse para almacenar información CSI recibida de una o más STA, por ejemplo a través del módulo de recepción 1304. Como se describió anteriormente, la CSI se puede representar como una matriz, que se puede almacenar en la memoria 1312. Otros formatos para representar la CSI pueden almacenarse adicionalmente en la memoria 1312. En algunos aspectos, la CSI que ha caducado o expirado puede eliminarse periódicamente de la memoria 1312. La memoria 1312 puede ser volátil o no volátil, o puede ser una combinación de ambas. En algunos aspectos, la funcionalidad de la memoria 1312 se implementa utilizando al menos la memoria 232 ilustrada en la FIG. 2 o la memoria 306 ilustrada en la FIG. 3.

55

[0149] El AP 1300 puede comprender además el módulo de procesamiento de CSI 1314 para procesar la retroalimentación de CSI recibida, por ejemplo recibida utilizando el módulo de recepción 1304. El módulo de procesamiento de CSI 1314 puede configurarse para procesar la retroalimentación de CSI usando uno o más de los parámetros indicados en un mensaje recibido, por ejemplo, según SU o MU. El módulo de procesamiento de CSI 1314 también puede configurarse para procesar la retroalimentación de CSI utilizando uno o más de los parámetros indicados en una trama transmitida previamente, por ejemplo, utilizando el MCS transmitido en una trama envuelta.

60

65

- 5 **[0150]** En algunos aspectos, el módulo de procesamiento de CSI 1314 está configurado para determinar si se recibe una comunicación de una STA que indica que la STA no tiene retroalimentación de CSI para transmitir. Por ejemplo, se puede recibir un campo nulo de CSI en una retroalimentación de CSI que indica que no se recibirá ninguna CSI o que uno o más valores en un campo reservado, como un campo de primer segmento y un campo de segmentos restantes, puede indicar que no se recibirá ninguna CSI. El módulo de procesamiento de CSI puede configurarse para determinar si se debe usar la CSI previamente almacenada, por ejemplo, evaluando un campo nulo SF y un campo de SF anterior al uso. En algunos aspectos, el campo de procesamiento de CSI está configurado para cambiar una velocidad o modulación para transmitir peticiones de CSI basándose en la información recibida en la retroalimentación de CSI, como se ha descrito anteriormente. En algunos aspectos, el módulo de procesamiento de CSI 1314 puede determinar que no se recibirá ninguna CSI basándose en la longitud de la comunicación. El módulo de procesamiento de CSI 1314 también puede configurarse para determinar una condición que hizo que no se recibiera la CSI.
- 10
- 15 **[0151]** En algunos aspectos, el módulo de procesamiento de CSI 1314 está configurado para generar CSI a partir de una diferencia recibida en una retroalimentación de CSI. Por ejemplo, cuando un campo CSI de diferencia o un campo SF anterior al uso indica que se están transmitiendo datos representativos de una diferencia entre CSI actual y una CSI previamente almacenada, el módulo de procesamiento de CSI 1314 puede determinar la CSI actual utilizando los datos de diferencia y la CSI almacenada en la memoria 1312.
- 20
- 25 **[0152]** En algunos aspectos, el módulo de procesamiento de CSI 1314 está configurado para analizar la retroalimentación de CSI recibida para determinar una frecuencia para enviar tramas NDPA, por ejemplo, basándose al menos en parte en CSI o cambiando las condiciones de canal indicadas en la retroalimentación de CSI. Esta información puede ser comunicada al módulo 1302 del NDPA. En algunos aspectos, la funcionalidad del módulo de procesamiento de CSI 1210 se implementa utilizando al menos el controlador 230 y/o el procesador de datos RX 242 ilustrado en la FIG. 2.
- 30
- 35 **[0153]** Los expertos en la técnica apreciarán diversos circuitos, chips, módulos y/o componentes, que pueden comprender software o hardware o ambos, que pueden usarse para implementar los módulos descritos anteriormente con respecto al AP 1300. Uno o más de los módulos del AP 1300 pueden implementarse parcial o totalmente en el procesador 304 ilustrado en la FIG. 3.
- 40 **[0154]** La FIG. 14 ilustra un aspecto 1400 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede ser implementado por el AP 1200, por ejemplo, para solicitar información de estado de canal a una STA e informar opcionalmente a la STA de si se ha recibido la SF anterior de la STA y/o almacenado en el AP. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos del AP 1200, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.
- 45 **[0155]** En el paso 1402, se transmite una primera petición de información de estado de canal, por ejemplo, utilizando el módulo de transmisión 1204. La primera petición puede comprender un anuncio de paquete de datos nulos o un mensaje de sondeo, por ejemplo. El módulo NDPA 1302 o el módulo de sondeo 1308 se pueden usar para generar la petición.
- 50 **[0156]** Continuando con el paso 1404, se determina si la información de estado de canal se ha recibido en respuesta a la primera petición o si la información de estado de canal se ha almacenado después de la transmisión. Esta determinación puede realizarse mediante el módulo de procesamiento de CSI 1314, por ejemplo. La información de estado de canal puede recibirse en el módulo receptor 1304, o puede almacenarse en la memoria 1312.
- 55 **[0157]** Pasando al paso 1406, se transmite una segunda petición que comprende un indicador que significa un resultado de la determinación, por ejemplo, utilizando el módulo de transmisión 1306. La segunda petición puede comprender una trama NDPA, por ejemplo. En algunos aspectos, el resultado de la determinación se indica en un último campo recibido de SF, un último campo almacenado de SF, o un campo almacenado de SF anterior, como se analizó anteriormente con respecto a la FIG. 7. El módulo NDPA 1302 y/o el módulo de procesamiento de CSI 1314 se pueden usar para crear la segunda petición.
- 60 **[0158]** La FIG. 15 ilustra un aspecto 1500 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede ser implementado por el AP 1200, por ejemplo, para recibir datos representativos de una parte de la información de estado de canal, o para recibir un aviso de que la información de estado de canal no será transmitida. En algunos aspectos, el procedimiento 1500 se puede usar para determinar por qué la información de estado de canal no se está transmitiendo desde una STA. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos del AP 1200, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.
- 65

[0159] En el paso 1502, se transmite una petición de información de estado de canal, por ejemplo, mediante el módulo de transmisión 1306. Después, en el paso 1504, se recibe una comunicación. La comunicación puede comprender un primer indicador y un segundo indicador que indica si la información de estado de canal se incluye en la comunicación. Si el primer indicador y/o el segundo indicador indican que la información de estado de canal está incluida, el primer indicador y/o el segundo indicador también indica si la información de estado de canal comprende información representativa de una diferencia entre la información de estado de canal actual y la información de estado de canal recibida previamente. El primer y segundo indicadores pueden comprender dos o más de un campo nulo de CSI, un campo NDPA/NDP no recibido, un campo nulo SF, un campo SF anterior de uso y/o un campo nulo de CSI y de diferencia, como se describió anteriormente con respecto a la FIG. 12. La comunicación se puede recibir utilizando el módulo de recepción 1304, por ejemplo. La comunicación puede ser procesada por el módulo de procesamiento de CSI 1314, por ejemplo, para determinar si se incluye información de CSI y/o para determinar si se utilizará CSI almacenada en el AP.

[0160] La FIG. 16 ilustra un aspecto 1600 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede ser implementado por el AP 1200, por ejemplo, para notificar a una STA de MCS para transmitir CSI. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos del AP 1200, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

[0161] En el paso 1602, se determina un esquema de codificación de modulación (MCS) o una velocidad para recibir información de estado de canal. En algunos aspectos, el módulo NDPA 1302 puede llevar a cabo la determinación. En otros aspectos, el módulo de sondeo 1308 puede determinar realizar la determinación. En algunos aspectos, el módulo de procesamiento de CSI 1312 puede configurarse para realizar una parte o la totalidad de la determinación, por ejemplo, basándose en las comunicaciones recibidas desde una STA, por ejemplo, si el estado de un canal ha cambiado. Las comunicaciones pueden recibirse utilizando el módulo de recepción 1304, por ejemplo.

[0162] A continuación, en el paso 1604, se transmite una trama de envoltura. La trama de envoltura puede comprender un campo de control que indica el MCS o la velocidad determinados y al menos un campo que indica que se solicita al menos una parte de la información de estado de canal. La trama de envoltura puede comprender una trama NDPA envuelta, como se analizó anteriormente con respecto a la FIG. 9A, o un mensaje de sondeo envuelto, como se ha descrito anteriormente con respecto a la FIG. 10. La trama de envoltura puede ser determinada por el módulo de procesamiento 1306, por ejemplo.

[0163] La FIG. 17 ilustra un aspecto de una estación (STA) 1700 para uso dentro del sistema 100. La STA 1700 puede comprender cualquiera de los terminales de usuario 120 ilustrados en la FIG. 1 o la FIG. 2. Como se analizó anteriormente, la STA 1700 puede implementarse como un dispositivo inalámbrico, por ejemplo como un dispositivo inalámbrico 302 ilustrado en la FIG. 3. La STA 1700 puede usarse para comunicarse con un AP como se ha descrito anteriormente con respecto a las FIGs. 4-12.

[0164] La STA 1700 puede comprender un módulo de recepción 1702 para recibir una trama NDPA y/o una sondeo de CSI. Por ejemplo, el módulo de recepción 1702 se puede configurar para recibir la trama NDPA 402 o 422 y/o cualquiera de las sondeos de CSI 412, 416. Además, el módulo receptor 1702 puede configurarse para recibir una trama NDP y tramas que comprenden tramas NDPA envueltas o mensajes de sondeo envueltos. Los datos recibidos pueden ser desmodulados, convertidos a la baja o procesados de otra manera por el módulo receptor 1702 u otro módulo. El módulo de recepción 1702 puede implementarse usando un receptor, por ejemplo el receptor 312 ilustrado en la FIG. 3, o una combinación de receptores, por ejemplo los receptores 254m-254mu o 254xa-254xu ilustrados en la FIG. 2. El módulo de recepción 1702 puede implementarse en un transceptor, y puede comprender un desmodulador y/o un procesador de datos de recepción, por ejemplo el procesador de datos RX 270. En algunos aspectos, el módulo receptor 1702 comprende una antena y un transceptor, por ejemplo la antena 252 y el transceptor 254. El transceptor puede estar configurado para desmodular los mensajes inalámbricos entrantes. Los mensajes pueden ser recibidos a través de la antena.

[0165] La STA 1700 puede comprender además un módulo de retroalimentación de CSI 1704 para determinar la retroalimentación de CSI. El módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede configurarse para determinar la retroalimentación de CSI basándose en una trama NDP recibida asociada con una trama NDPA recibida. La CSI se puede representar como una matriz, como se analizó anteriormente. Los parámetros de la retroalimentación de CSI se pueden determinar en algunos aspectos mediante el módulo de retroalimentación de CSI 1704. En algunos aspectos, el módulo de retroalimentación de CSI está configurado para determinar el MCS a partir de una comunicación tal como una envoltura de control recibida a través del módulo receptor 1702. Por ejemplo, el módulo de retroalimentación de CSI puede determinar MCS para CSI a partir de un campo de control de HT incluido en una trama NDPA envuelta, como se describió anteriormente con respecto a la FIG. 9A.

[0166] El módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede configurarse para determinar si calcular CSI regular/completo, o si calcular una diferencia entre una CSI anterior y una CSI actual. Por ejemplo, el módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede evaluar un último campo almacenado de SF o un campo almacenado de SF

- anterior en un NDPA, así como las condiciones de un canal, como se analizó anteriormente. Si una condición del canal es sustancialmente similar a una condición en la que se almacenó una SF anterior, el módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede decidir no enviar ninguna CSI. En algunos aspectos, el módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede determinar que SF se ha almacenado en un AP, y puede calcular los datos de diferencia para enviarlos al AP para calcular la SF actual. Las determinaciones del módulo de retroalimentación de CSI 1704 pueden incluirse en la retroalimentación de CSI, por ejemplo en la retroalimentación de CSI 408 ilustrada en las FIGs. 11 y 12. En algunos aspectos, las determinaciones pueden estar indicadas por un campo nulo de CSI, un campo de CSI de diferencia, un campo nulo SF, un campo de SF anterior al uso, un campo de nulo de CSI y de diferencia y/o uno o más valores en un campo reservado como como un campo de primer segmento y un campo de segmentos restantes. Una razón que hizo que el módulo de retroalimentación de CSI 1704 no envíe CSI puede indicarse mediante un campo NDPA/NDP no recibido, un campo de CSI de diferencia, un campo nulo SF, un campo de SF anterior al uso, un campo nulo de CSI y de diferencia y/o en campos que se reservan una vez que se determina que no se transmitirá ninguna CSI, por ejemplo, en una comunicación de retroalimentación de CSI transmitida al AP. En algunos aspectos, el módulo de retroalimentación de CSI 1704 está configurado para generar una comunicación de retroalimentación de CSI que tiene una longitud que indica que la CSI no se transmitirá. En algunos aspectos, el módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede determinar que la retroalimentación de CSI no se transmitirá debido a una limitación de transmisión, tal como una limitación de PDU o TXOP.
- [0167]** El módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede configurarse además para generar o determinar cualquiera de la otra información descrita anteriormente con respecto a la retroalimentación de CSI 408. En algunos aspectos, la funcionalidad del módulo de retroalimentación de CSI 1704 se implementa utilizando al menos el controlador 280 y/o el estimador de canal 278. En algunos aspectos, el módulo de retroalimentación de CSI 1704 comprende un cuantificador para cuantificar ángulos y/o entradas en una matriz que representa la CSI.
- [0168]** La STA 1700 puede comprender además un módulo de ajuste de velocidad 1706 para determinar un ajuste de una velocidad utilizada para enviar la retroalimentación de CSI determinada por el módulo de retroalimentación de CSI 1704. Por ejemplo, el módulo de ajuste de velocidad 1706 puede aumentar la velocidad de PHY para enviar la retroalimentación de CSI cuando un último campo recibido de SF en una o más tramas NDPA recibidas indica que la retroalimentación de CSI que la STA 1700 ha estado transmitiendo se ha recibido exitosamente. De manera similar, el módulo de ajuste de velocidad 1706 puede disminuir una velocidad como la velocidad de PHY si un último campo recibido de SF, un último campo almacenado de SF, o un campo almacenado de SF anterior indica que una SF transmitida previamente no fue recibida o no pudo ser almacenada. En algunos aspectos, el módulo de ajuste de velocidad 1706 puede ajustar otros parámetros de la retroalimentación de CSI, por ejemplo, una modulación de la retroalimentación de CSI. El módulo de ajuste de velocidad 1706 puede determinar o ajustar una velocidad basada en un campo de control en una envoltura, como se analizó anteriormente. El módulo de ajuste de velocidad 1706 también puede configurarse para determinar una velocidad a la que se recibe un mensaje, por ejemplo un mensaje de sondeo, por ejemplo en el módulo de recepción 1702.
- [0169]** El módulo de ajuste de velocidad 1706 puede configurarse para realizar cualquiera de los procedimientos de ajuste de velocidad descritos anteriormente con respecto a la FIG. 7. En algunos aspectos, la funcionalidad del módulo de ajuste de velocidad 1706 se implementa utilizando al menos el controlador 280. En algunos aspectos, el módulo de ajuste de velocidad 1706 busca valores o parámetros en una memoria, como la memoria 282, por ejemplo, para determinar una velocidad o ajuste apropiado.
- [0170]** La STA 1700 comprende además un módulo de transmisión 1708 para transmitir retroalimentación de CSI. Por ejemplo, el módulo de transmisión 1708 puede configurarse para transmitir la retroalimentación de CSI determinada por el módulo de retroalimentación de CSI 1704. El módulo de transmisión puede configurarse para transmitir a una velocidad determinada por el módulo de ajuste de velocidad 1706 o usando otro parámetro determinado por el módulo de ajuste de velocidad 1706. En algunos aspectos, el módulo de transmisión 1708 está configurado para transmitir de manera inalámbrica la retroalimentación de CSI, por ejemplo, al AP 110. El módulo de transmisión 1708 puede implementarse utilizando un transmisor, por ejemplo, el transmisor 310 ilustrado en la FIG. 3, o una combinación de transmisores, por ejemplo los transmisores 254m-254mu o 254xa-254xu ilustrados en la FIG. 2. El módulo de transmisión 1708 puede implementarse en un transceptor, y puede comprender un modulador y/o un procesador de datos de transmisión, por ejemplo el procesador de datos de TX 288. En algunos aspectos, el módulo de transmisión 1708 comprende una antena y un transceptor, por ejemplo, la antena 252 y el transceptor 254. El transceptor puede configurarse para modular los mensajes inalámbricos salientes que van a un AP. Los mensajes pueden ser transmitidos a través de la antena.
- [0171]** Los expertos en la técnica apreciarán diversos circuitos, chips, módulos y/o componentes, que pueden comprender software o hardware o ambos, que pueden usarse para implementar los módulos descritos anteriormente con respecto a la STA 1700. Uno o más de los módulos de la STA 1700 pueden implementarse parcial o totalmente en el procesador 304 ilustrado en la FIG. 3.
- [0172]** Aunque se describen por separado, debe apreciarse que los bloques funcionales descritos con respecto al AP 1300 y la STA 1700 no necesitan ser elementos estructurales separados. De manera similar, uno o más de

los bloques funcionales o partes de la funcionalidad de varios bloques pueden incorporarse en un solo chip. De forma alternativa, la funcionalidad de un bloque particular puede implementarse en dos o más chips. Además, se pueden implementar módulos o funciones adicionales en el AP 1300 y la STA 1700. De manera similar, se pueden implementar menos módulos o funcionalidades en el AP 1300 y la STA 1700, y los componentes del AP 1300 y/o la STA 1700 se pueden disponer en cualquiera de una pluralidad de configuraciones. Pueden implementarse acoplamientos adicionales o en menor cantidad entre los diversos módulos ilustrados en las FIGs. 2, 3, 13 y 17 o entre módulos adicionales.

[0173] La FIG. 18 ilustra un aspecto 1800 de un procedimiento para comunicación. La STA 1700 puede implementar el procedimiento, por ejemplo, para determinar si las SF transmitidas se han recibido y/o almacenado en un AP. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos de la STA 1700, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

[0174] En el paso 1802, se recibe una primera petición de información de estado de canal, por ejemplo, utilizando el módulo de recepción 1702. La primera petición puede comprender un anuncio de paquete de datos nulos o un mensaje de sondeo, por ejemplo.

[0175] En el paso 1804, se transmite una trama que comprende la información de estado de canal. La información de estado de canal se puede determinar usando el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo, y se puede transmitir usando el módulo de transmisión 1708, por ejemplo. La retroalimentación de CSI se puede determinar utilizando la primera petición recibida en el paso 1802.

[0176] Continuando con el paso 1806, se recibe una segunda petición. La segunda petición comprende un primer indicador que indica si la información de estado de canal se ha recibido en respuesta a la primera petición o si la información de estado de canal se ha almacenado después de la transmisión. La segunda petición puede recibirse utilizando el módulo de recepción 1702, por ejemplo. La segunda petición puede comprender una trama NDPA. En algunos aspectos, la segunda petición es procesada por el módulo de retroalimentación de CSI 1704 y/o el módulo de ajuste de velocidad 1706 para determinar si enviar retroalimentación de CSI o ajustar un parámetro tal como una velocidad utilizada para enviar la CSI.

[0177] La FIG. 19 ilustra un aspecto 1900 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede ser implementado por la STA 1700, por ejemplo, para determinar si transmitir CSI, y en algunos aspectos para indicar a un AP si la CSI transmitida comprende una CSI de diferencia. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos de la STA 1700, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

[0178] En el paso 1902, se recibe un mensaje que indica que se solicita información de estado de canal, por ejemplo, utilizando el módulo de recepción 1702. En algunos aspectos, el mensaje comprende una trama NDPA o un mensaje de sondeo. El mensaje puede indicar si la SF transmitida previamente se almacena en un AP.

[0179] A partir de entonces, en el paso 1904 se determina si se debe transmitir la información de estado de canal. La determinación puede realizarse mediante el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo. El módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede evaluar si una condición de canal ha cambiado y si CSI está almacenada en el AP, por ejemplo, como se describió anteriormente.

[0180] Pasando al paso 1906, se transmite una comunicación. La comunicación puede comprender un primer indicador y un segundo indicador que indique un resultado de la determinación. Si el primer indicador y/o el segundo indicador significa que la información de estado de canal se transmitirá, el primer indicador y/o el segundo indicador pueden indicar si la información de estado de canal comprende información representativa de una diferencia entre la información de estado de canal actual y la información de estado de canal transmitida previamente. El primer indicador puede comprender un campo nulo de CSI, un campo nulo SF y/o una parte de un campo nulo de CSI y de diferencia, por ejemplo. El segundo indicador puede comprender un campo CSI de diferencia, un campo SF anterior al uso y/o una parte de un campo nulo de CSI y de diferencia, por ejemplo. Los indicadores pueden determinarse mediante el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo. La comunicación puede comprender retroalimentación de CSI, por ejemplo la retroalimentación de CSI 408, u otra comunicación que indique si se transmitirá CSI. La comunicación puede transmitirse usando el módulo de transmisión 1708, por ejemplo.

[0181] La FIG. 20 ilustra un aspecto 2000 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede ser implementado por la STA 1700, por ejemplo, para determinar MCS para transmitir CSI. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos de la STA 1700, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

[0182] En el paso 2002, se recibe una trama de envoltura, por ejemplo, utilizando el módulo de recepción 1702. La trama de envoltura puede comprender un campo de control que indica un esquema de codificación de

modulación (MCS) para transmitir información de estado de canal, y al menos un campo que indica que se solicita al menos una parte de la información de estado de canal. La trama de envoltura puede comprender una trama NDPA envuelta, como se analizó anteriormente con respecto a la FIG. 9A, o un mensaje de sondeo envuelto, como se ha descrito anteriormente con respecto a la FIG. 10

5

[0183] Posteriormente, en el paso 2004, al menos la parte de la información de estado de canal solicitada por la trama se transmite, por ejemplo, utilizando el módulo de transmisión 1708. El módulo de retroalimentación de CSI 1704 y/o el módulo de ajuste de frecuencia pueden extraer MCS del campo de control en la trama de envoltura recibida para determinar cómo enviar la CSI. La información de estado de canal se puede transmitir como retroalimentación de CSI tal como la retroalimentación de CSI 408. La información de estado de canal puede determinarse mediante el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente.

10

[0184] La FIG. 21 ilustra un aspecto 2100 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede implementarse mediante el AP 1200, por ejemplo, para determinar que la información de estado de canal no se recibirá, y para determinar por qué la información de estado de canal no se está transmitiendo desde una STA. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos del AP 1200, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

15

20

[0185] En el paso 2102, se transmite una petición de información de estado de canal, por ejemplo, mediante el módulo de transmisión 1306. Después, en el paso 2104, se recibe una comunicación. La comunicación puede comprender un indicador. La comunicación se puede recibir utilizando el módulo de recepción 1304, por ejemplo.

25

[0186] Después de la recepción de la comunicación, se determina que la comunicación no incluye información de estado de canal basada en la longitud de la comunicación en el paso 2106. Además, en el paso 2108, se determina una condición que hizo que la información de estado de canal no se reciba basándose en un valor del indicador. El indicador puede comprender un campo NDPA/NDP no recibido, un campo SF anterior al uso y/o un campo nulo de CSI y de diferencia, como se describió anteriormente con respecto a la FIG. 12. El indicador puede comprender además un campo de bit, u otro significante indicativo de si se excederá una limitación de transmisión mediante la transmisión de la información de estado de canal. La determinación en el paso 2106 y/o en el paso 2108 puede ser realizada por el módulo de procesamiento de CSI 1314, por ejemplo.

30

[0187] La FIG. 22 ilustra un aspecto 2200 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede ser implementado por la STA 1700, por ejemplo, para determinar si transmitir CSI, y para indicar a un AP una razón por la cual no se está transmitiendo CSI. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos de la STA 1700, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

35

[0188] En el paso 2202, se recibe un mensaje que indica que se solicita información de estado de canal, por ejemplo, utilizando el módulo de recepción 1702. En algunos aspectos, el mensaje comprende una trama NDPA o un mensaje de sondeo. El mensaje puede indicar si la SF transmitida previamente se almacena en un AP.

40

[0189] A partir de entonces, en el paso 2204 se determina que no se transmite la información de estado de canal. La determinación puede realizarse mediante el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo. El módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede evaluar si una condición de canal ha cambiado, si CSI está almacenada en el AP, y/o si una trama que incluye la CSI sería demasiado larga para la transmisión, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente.

45

[0190] Avanzando al paso 2206, se genera una comunicación que comprende un indicador. La longitud de la comunicación se basa en la determinación del paso 2204. Por ejemplo, se puede omitir un campo de retroalimentación de CSI para hacer que la comunicación tenga una cierta longitud. Además, el valor del indicador se basa en una condición que hizo que la información de estado de canal no se transmitiera. El indicador puede comprender un campo CSI de diferencia, un campo SF anterior al uso y/o una parte de un campo nulo de CSI y de diferencia, por ejemplo. El indicador puede comprender además un bit, campo u otro significante indicativo de si una limitación de transmisión se excederá transmitiendo la información de estado de canal. La generación, y/o una determinación de la longitud o el valor del indicador puede ser determinada por el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo. La comunicación puede comprender retroalimentación de CSI, por ejemplo, la retroalimentación de CSI 408, u otra comunicación que indique que no se transmitirá CSI. El indicador se puede incluir en un campo de control de la retroalimentación de CSI.

50

55

60

[0191] En el bloque 2208, se transmite la comunicación. La comunicación puede transmitirse usando el módulo de transmisión 1708, por ejemplo.

[0192] La FIG. 23 ilustra un aspecto 2300 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede implementarse mediante el AP 1200, por ejemplo, para determinar que la información de estado de canal no se

65

recibirá, y para determinar por qué la información de estado de canal no se está transmitiendo desde una STA. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos del AP 1200, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

5

[0193] En el paso 2302, se transmite una petición de información de estado de canal, por ejemplo, mediante el módulo de transmisión 1306. Después, en el paso 2304, se recibe una comunicación. La comunicación puede comprender un primer campo para indicar si se está recibiendo un primer segmento de información de estado de canal en la comunicación, y un segundo campo para indicar un número de segmentos de la información de estado de canal que queda por recibir. El primer y segundo campo pueden ser partes de un campo reservado, como un campo de primer segmento y un campo de segmentos restantes. La comunicación se puede recibir utilizando el módulo de recepción 1304, por ejemplo.

10

[0194] Después de la recepción de la comunicación, se determina si la comunicación incluye información de estado de canal basada en el primer campo y el segundo campo en el paso 2306. Por ejemplo, se puede determinar que no se incluye información de estado de canal en la comunicación si el primer campo indica que un primer segmento de información de estado de canal no está incluido en la comunicación y que un valor del segundo campo es al menos tan grande como un Número máximo de segmentos restantes.

15

[0195] Además, en el paso 2308, se determina una condición que hizo que la información de estado de canal no se reciba si el primer campo y el segundo campo indican que la comunicación no incluye información de estado de canal. La condición puede determinarse basándose al menos en parte en dos o más bits adyacentes al primer campo o al segundo campo. Por ejemplo, los bits que pueden usarse para un propósito diferente pueden reservarse cuando el primer campo y el segundo campo indican que la comunicación no incluye la información de estado de canal, como se describió anteriormente con respecto a la FIG. 12. La determinación en el paso 2306 y/o en el paso 2308 puede ser realizada por el módulo de procesamiento de CSI 1314, por ejemplo.

20

25

[0196] La FIG. 24 ilustra un aspecto 2400 de un procedimiento para comunicación. El procedimiento puede ser implementado por la STA 1700, por ejemplo, para determinar si transmitir CSI, y para indicar a un AP una razón por la cual no se está transmitiendo CSI. Aunque el procedimiento siguiente se describirá con respecto a los elementos de la STA 1700, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden usar otros componentes para implementar una o más de los pasos descritos en el presente documento.

30

[0197] En el paso 2402, se recibe un mensaje que indica que se solicita información de estado de canal, por ejemplo, utilizando el módulo de recepción 1702. En algunos aspectos, el mensaje comprende una trama NDPA o un mensaje de sondeo. El mensaje puede indicar si la SF transmitida previamente se almacena en un AP.

35

[0198] Después, en el paso 2404 se genera una comunicación. La comunicación puede comprender un primer campo para indicar si se está transmitiendo un primer segmento de información de estado de canal y un segundo campo para indicar un número de segmentos de la información de estado de canal que queda por transmitir. El primer y segundo campo pueden ser partes de un campo reservado, como un campo de primer segmento y un campo de segmentos restantes. La generación puede ser realizada por el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo. El módulo de retroalimentación de CSI 1704 puede evaluar si una condición de canal ha cambiado, si CSI está almacenada en el AP, y/o si una trama que incluye la CSI sería demasiado larga para la transmisión, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente. La comunicación puede comprender retroalimentación de CSI, por ejemplo la retroalimentación de CSI 408.

40

45

[0199] Avanzando al paso 2406, se establece una pluralidad de bits en la comunicación para indicar una condición que hizo que la información de estado de canal no se incluyera si el primer campo y el segundo campo indican que la comunicación no incluye información de estado de canal. La pluralidad de bits puede significar que no se recibió una petición previa de información de estado de canal, que la información de estado de canal actual es sustancialmente similar a la información de estado de canal transmitida previamente, o que se sobrepasaría una limitación de transmisión al transmitir la información de estado de canal, por ejemplo. El ajuste de la pluralidad de bits puede realizarse mediante el módulo de retroalimentación de CSI 1704, por ejemplo. La pluralidad de bits se puede incluir en un campo de control de la retroalimentación de CSI.

50

55

[0200] En el bloque 2408, se transmite la comunicación. La comunicación puede transmitirse usando el módulo de transmisión 1708, por ejemplo.

[0201] Los expertos en la técnica apreciarán que se ha descrito aquí un formato de trama simple y limpio para las comunicaciones de retroalimentación de CSI. En algunos aspectos, las STA AID pueden estar indicadas en el NDPA. Puede ser que no haya ninguna indicación sobre un número de STA en el NDPA en algunos aspectos, aunque esta información se puede inferir de la longitud del NDPA. En algunos aspectos, la información sobre si se ha recibido o almacenado SF en un AP puede incluirse en el NDPA. En algunos aspectos, la información sobre si una STA está transmitiendo CSI se incluye en la retroalimentación de CSI transmitida al AP. En algunos aspectos, se utiliza una envoltura para indicar los parámetros que debe utilizar una STA cuando se transmite SF.

60

65

[0202] En algunos aspectos, no se especifica ningún campo para una STA de "primera respuesta". La primera STA-AID relacionada puede representar implícitamente al primer respondedor en un aspecto. El sondeo de CSI y NDPA puede llevar un número de secuencia correspondiente para permitir que las STA hagan corresponder el sondeo de CSI con el NDPA correspondiente. De manera similar, el número de secuencia puede copiarse en un campo de control transmitido por la STA.

[0203] Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden realizarse mediante cualquier medio adecuado capaz de 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, donde haya operaciones, módulo o pasos ilustrados en las figuras, esas operaciones pueden tener unos componentes de medios más función correspondientes, con una numeración similar. Por ejemplo, un terminal de usuario puede comprender medios para recibir una petición de información de estado de canal, medios para determinar parámetros de la información de estado de canal basándose en información incluida en la petición, medios para determinar información de estado de canal basándose al menos en parte en el parámetros y medios para transmitir una trama que comprende al menos una parte de la información de estado de canal determinada.

[0204] La FIG. 25 ilustra un diagrama de bloques de un terminal de usuario de ejemplo 2500 de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. El terminal de usuario 2500 comprende un módulo de recepción 2505 que puede configurarse para realizar las funciones de los medios de recepción analizados anteriormente. En algunos aspectos, el módulo de recepción puede corresponder a uno o más de los receptores 254 de la Fig. 2. El terminal de usuario 2500 comprende además un módulo determinante 2510 que puede configurarse para realizar las funciones de los medios para determinar analizados anteriormente. En algunos aspectos, el módulo de determinación puede corresponder al controlador 280 de la Fig. 2. El terminal de usuario 2500 comprende además un módulo de transmisión 2515 que puede configurarse para realizar las funciones de los medios de transmisión descritos anteriormente. En algunos aspectos, el módulo de transmisión puede corresponder a uno o más de los transmisores 254 de la Fig. 2.

[0205] Como se usa en el presente documento, el término «determinar» abarca una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, «determinar» puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. Asimismo, «determinar» puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Asimismo, «determinar» puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

[0206] Como se usa en el presente documento, una frase que se refiera 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 entre: a, b o c" está concebido para incluir: a, b, c, a-b, a-c, b-c, y a-b-c.

[0207] Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden ser realizados por cualquier medio adecuado capaz de realizar las operaciones, tal como diversos componentes, circuitos y/o módulos de hardware y/o software. En general, cualquier operación ilustrada en las figuras puede ser realizada por correspondientes medios funcionales capaces de realizar las operaciones.

[0208] Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una señal de formación de puertas programables in situ (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas discretas o de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de estos 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.

[0209] En uno o más aspectos, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. Si se implementan en software, las funciones, como una o más instrucciones o código, se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador. 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 de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse 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 pueda utilizarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda

accederse mediante un ordenador. Además, cualquier conexión recibe debidamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otro origen remoto utilizando 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
 5 óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usa en el presente documento, incluyen disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Por tanto, en algunos aspectos, el medio legible por ordenador puede comprender un medio no
 10 transitorio legible por ordenador (por ejemplo, medios tangibles). Además, en algunos aspectos, el medio legible por ordenador puede comprender un medio transitorio legible por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de lo anterior también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0210] Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden uno o más pasos o acciones para lograr el procedimiento descrito. Los pasos y/o acciones del 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.

[0211] Las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de estos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse 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
 25 almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. 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.

[0212] 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.

[0213] El software o las instrucciones pueden transmitirse también por un medio de transmisión. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto mediante 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 se incluyen en la definición de medio de transmisión.

[0214] 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 mediante 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 de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de tal 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
 55 dispositivo los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento.

[0215] Se ha de entender que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y a los componentes precisos ilustrados anteriormente. Se pueden realizar diversas modificaciones, cambios y variantes en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los procedimientos y el aparato descritos anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

[0216] Aunque lo anterior está dirigido a aspectos de la presente divulgación, pueden concebirse 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.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:
- 5 recibir una petición radiodifundida de información de estado de canal en un aparato;
- determinar los parámetros de la información de estado de canal basándose en la información incluida en la petición;
- 10 determinar la información de estado de canal basándose al menos en parte en los parámetros determinados; y
- 15 transmitir una trama que comprende al menos una parte de la información de estado de canal determinada, en el que al menos uno de los parámetros comprende varias columnas de una matriz para la información de estado de canal que se solicita, y en el que la petición comprende un primer campo que indica el número.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la petición comprende además un segundo campo que indica un identificador de asociación de un aparato desde el que se solicita la información de estado de canal; y
- 20 en el que el segundo campo comprende 12 bits; o
- en el que la petición se recibe en un primer aparato, y en el que el procedimiento comprende además determinar que el primer aparato se identifica mediante el identificador de asociación.
- 25
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer campo comprende al menos 3 bits; y
- 30 en el que al menos una parte de la información de estado de canal determinada se representa como una matriz que comprende un número de columnas igual al número indicado en el primer campo.
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la información comprende al menos un bit que indica si la información de estado de canal se usará para un protocolo de usuario único o un protocolo de multiusuario; o
- 35 en el que la petición comprende un anuncio de paquete de datos nulos, con el anuncio de paquete de datos nulos que comprende un número de secuencia, y en el que la trama transmitida comprende datos que indican el número de secuencia; o
- 40 en el que la trama transmitida comprende un campo de control que indica los parámetros determinados.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además determinar un ancho de banda de la información de estado de canal determinada basándose en los parámetros determinados; y
- 45 en el que la petición comprende un primer indicador que indica si la información de estado de canal se solicita para un solo usuario o multiusuario, y un segundo indicador que indica un número de columnas de una matriz para la información de estado de canal que se solicita; o
- 50 en el que el ancho de banda determinado se indica en la trama.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- 55 recibir un mensaje de sondeo solicitando una parte adicional de la información de estado de canal determinada; y
- transmitir una trama adicional que comprende la parte adicional de la información de estado de canal determinada.
7. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
- 60 medios para recibir una petición radiodifundida de información de estado de canal;
- medios para determinar los parámetros de la información de estado de canal basándose en la información incluida en la petición;
- 65

medios para determinar la información de estado de canal basándose al menos en parte en los parámetros determinados; y

5 medios para transmitir una trama que comprende al menos una parte de la información de estado de canal determinada, en el que al menos uno de los parámetros comprende varias columnas de una matriz para la información de estado de canal que se solicita, y en el que la petición comprende un primer campo que indica el número.

10 8. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:

transmitir una petición radiodifundida de información de estado de canal a uno o más aparatos, en el que la petición comprende un segundo campo que identifica cada uno de los uno o más aparatos e indica parámetros para cada uno de los uno o más aparatos a usar al determinar la información de estado de canal; y

15 recibir una trama que comprende información de estado de canal de al menos uno de los uno o más aparatos en respuesta a la petición, habiéndose determinado la información de estado de canal basándose al menos en parte en los parámetros indicados por la petición, en el que al menos uno de los parámetros comprende varias columnas de una matriz para la información de estado de canal que se solicita, y en el que la petición comprende un primer campo que indica el número.

20 9. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además determinar uno o más de los parámetros indicados por la petición basándose en si la información de estado de canal se utilizará para un protocolo de usuario único o un protocolo multiusuario.

25 10. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que el segundo campo que identifica cada aparato del uno o más aparatos comprende un identificador de asociación para cada aparato, comprendiendo cada identificador de asociación 12 bits; o

30 en el que el primer campo comprende al menos 3 bits; o

en el que la petición comprende un anuncio de paquete de datos nulos, con el anuncio de paquete de datos nulos que comprende un número de secuencia, y en el que la trama recibida comprende datos que indican el número de secuencia.

35 11. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además procesar la información de estado de canal recibida usando los parámetros indicados por la petición transmitida.

40 12. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que la trama recibida comprende un campo de control que indica parámetros de la información de estado de canal recibida, en el que los parámetros indicados en el campo de control se basan al menos en parte en los parámetros indicados por la petición transmitida; y

que comprende además procesar la información de estado de canal recibida utilizando los parámetros indicados por el campo de control.

45 13. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además:

50 transmitir un mensaje de sondeo que solicita información de estado de canal adicional de al menos uno de los uno o más aparatos; y

recibir una trama adicional que comprende la información de estado de canal adicional.

14. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

55 medios para transmitir una petición radiodifundida de información de estado de canal a uno o más aparatos, en el que la petición de radiodifusión comprende un segundo campo que identifica cada uno de los uno o más aparatos y que indica parámetros para cada uno de los uno o más aparatos a usar al determinar la información de estado de canal; y

60 medios para recibir una trama que comprende información de estado de canal de al menos uno de los uno o más aparatos en respuesta a la petición, habiéndose determinado la información de estado de canal basándose al menos en parte en los parámetros indicados por la petición, en el que al menos uno de los parámetros comprende varias columnas de una matriz para la información de estado de canal que se solicita, y en el que la petición comprende un primer campo que indica el número.

65

15. Un producto de programa informático para la comunicación inalámbrica que comprende un medio legible por ordenador que comprende instrucciones en el mismo, con las instrucciones que comprenden el código para llevar a cabo los pasos del procedimiento de las reivindicaciones 1-6 u 8-13.

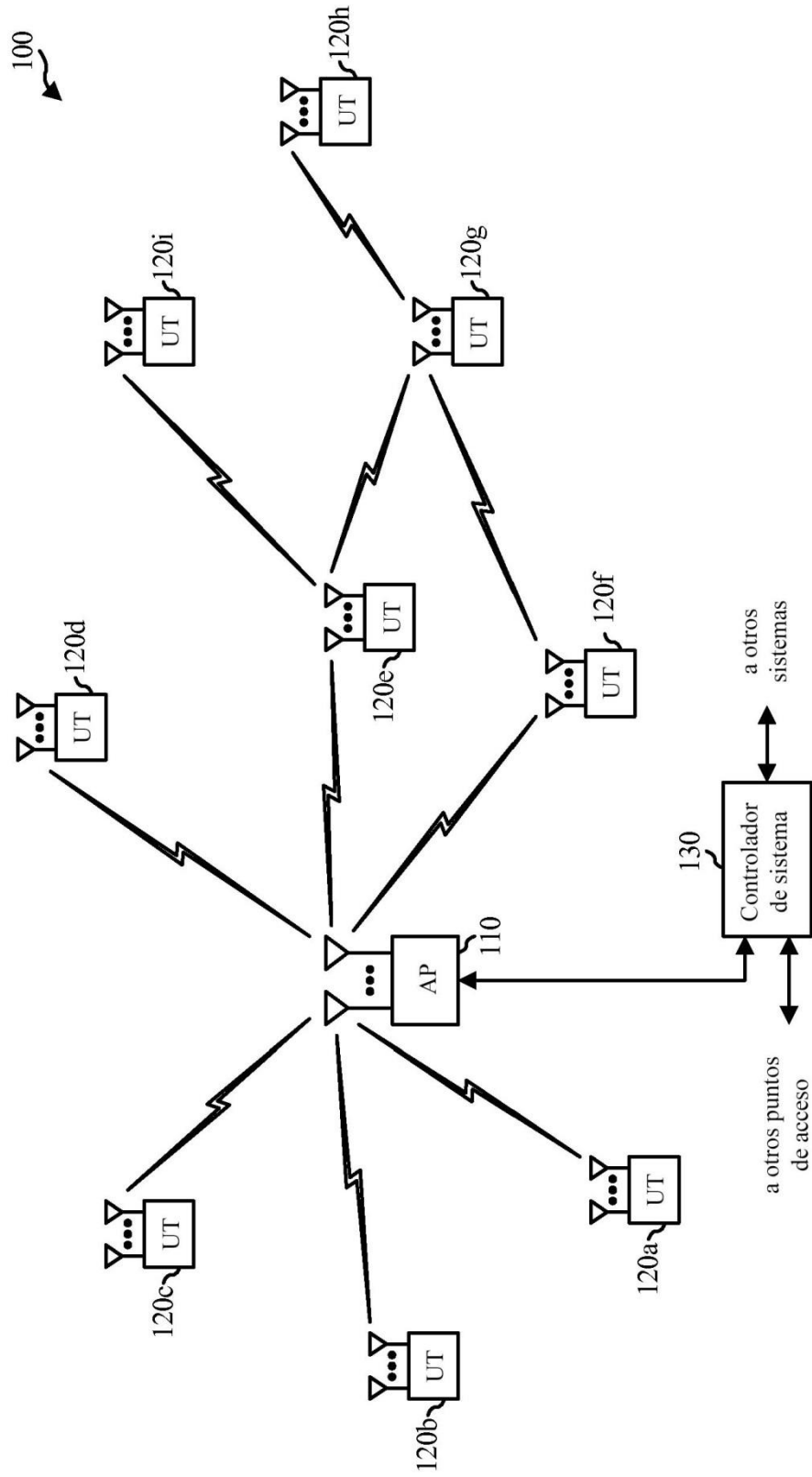


FIG. 1

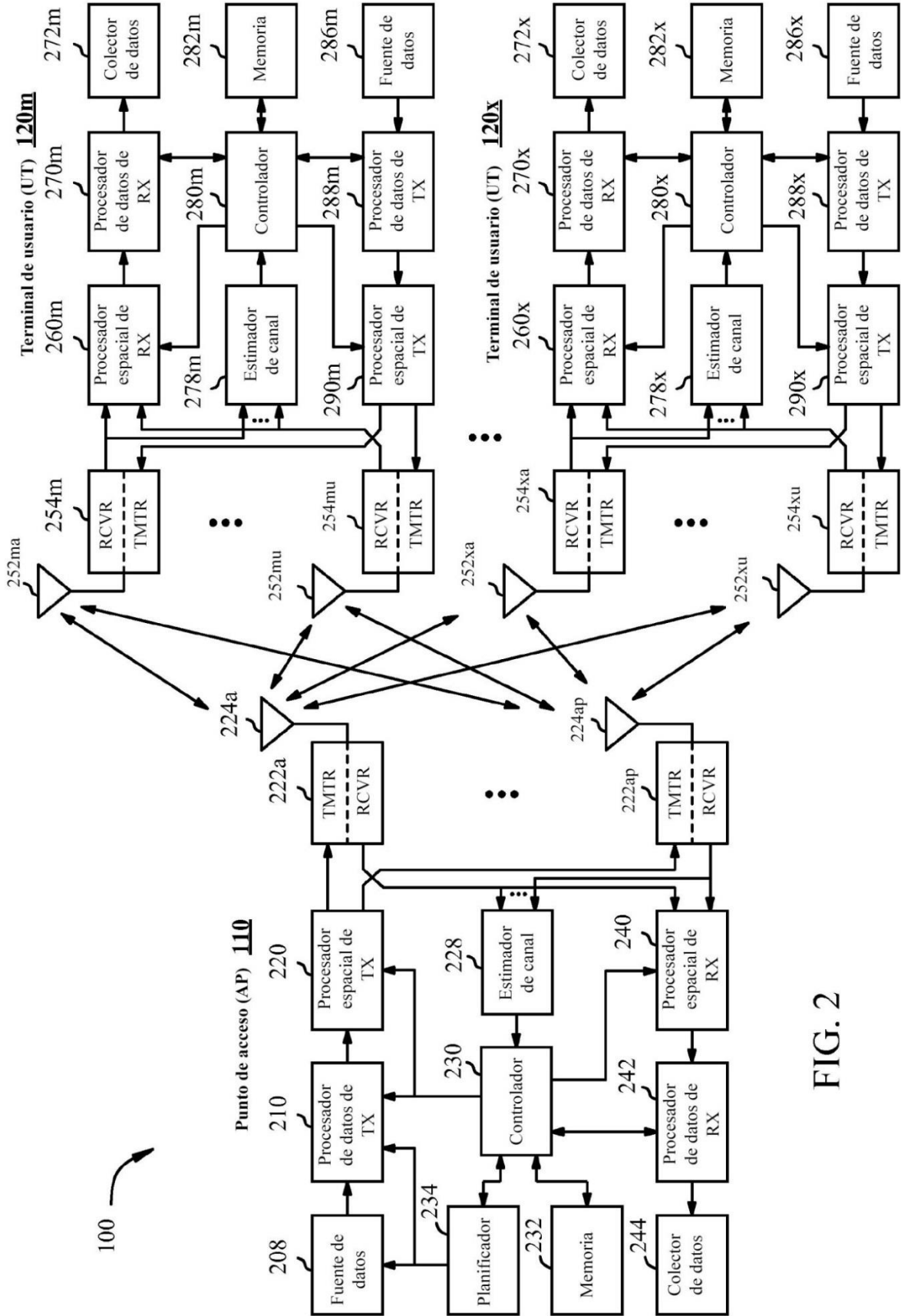


FIG. 2

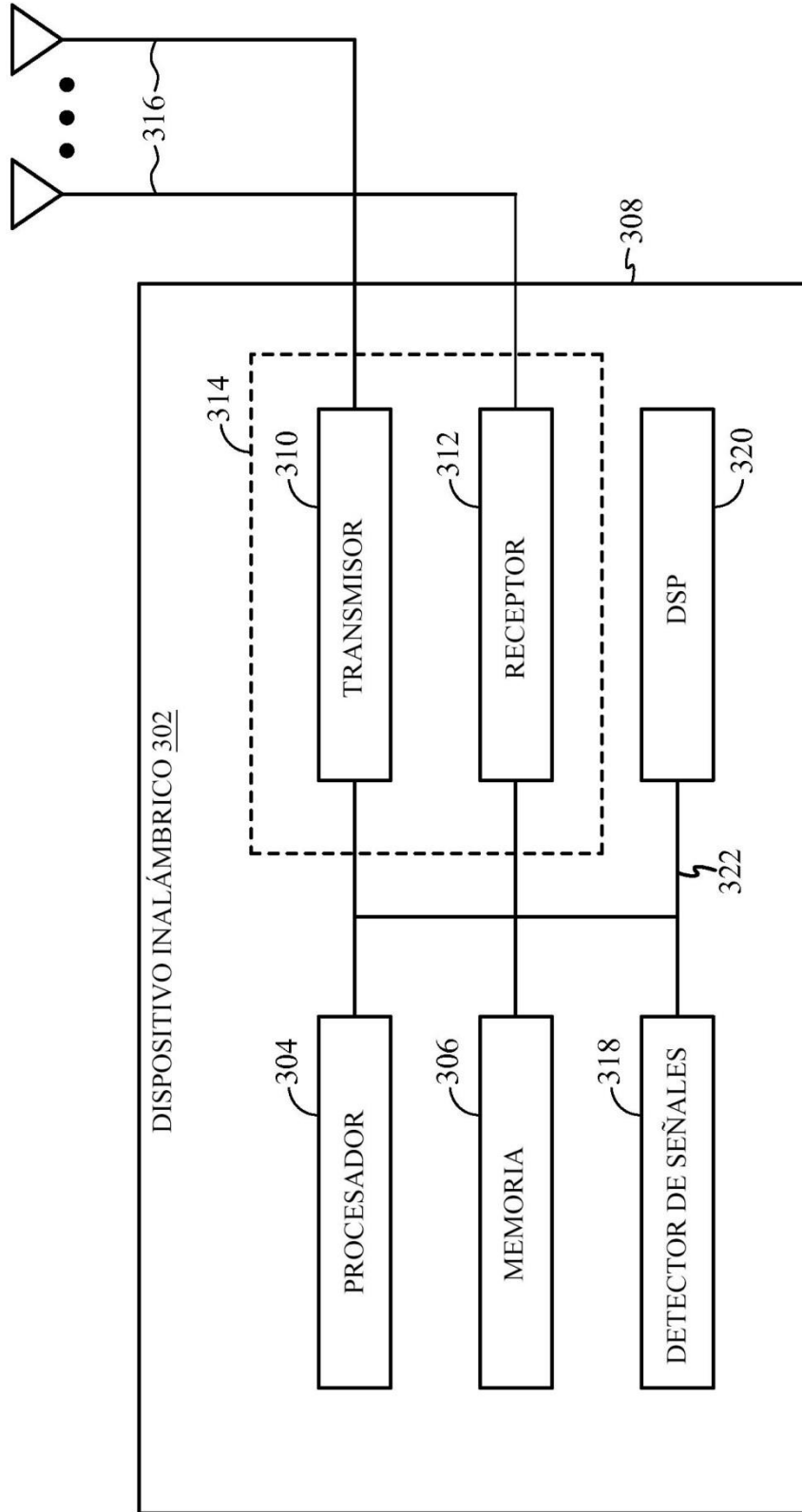


FIG. 3

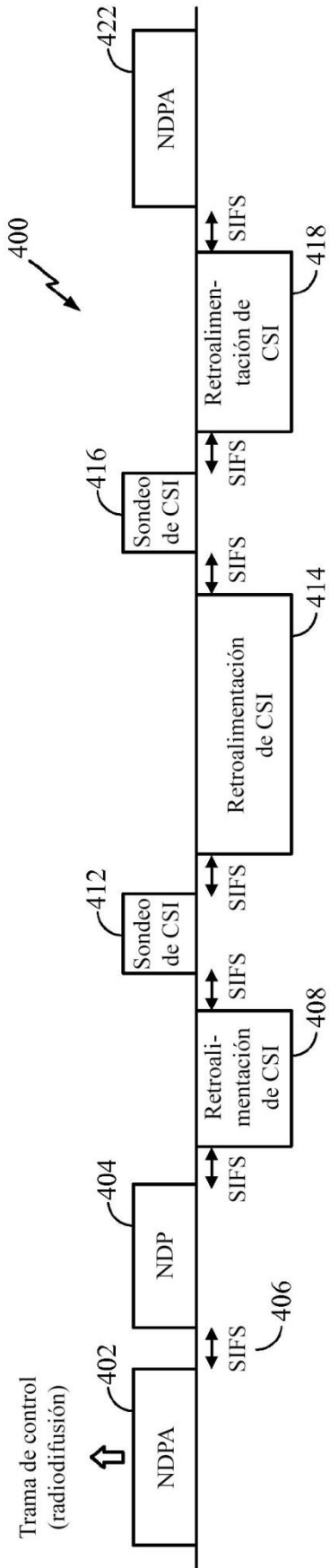


FIG. 4

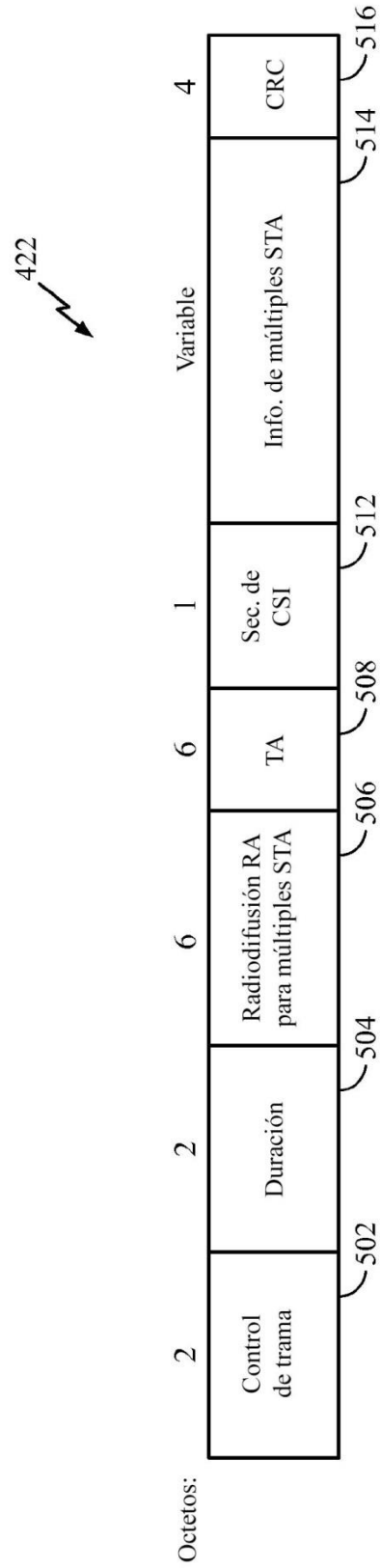


FIG. 5

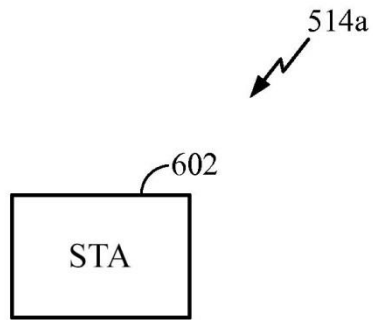


FIG. 6A

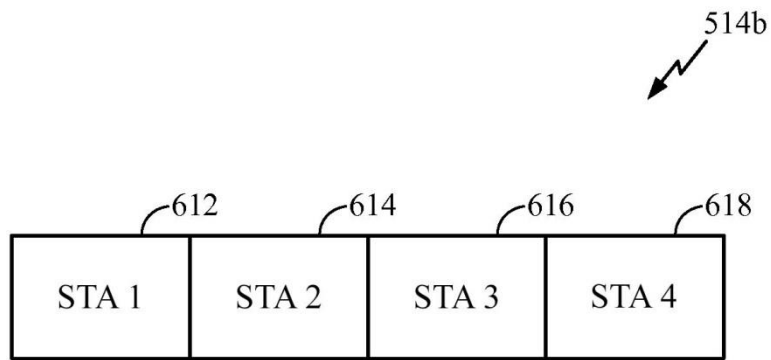


FIG. 6B

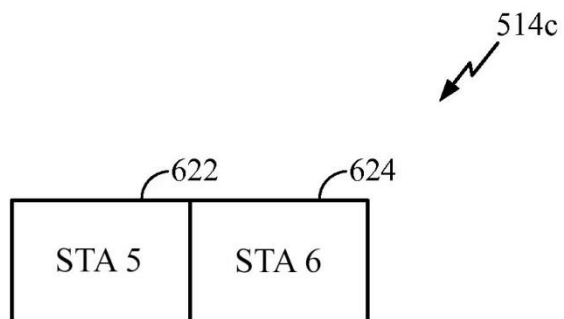


FIG. 6C

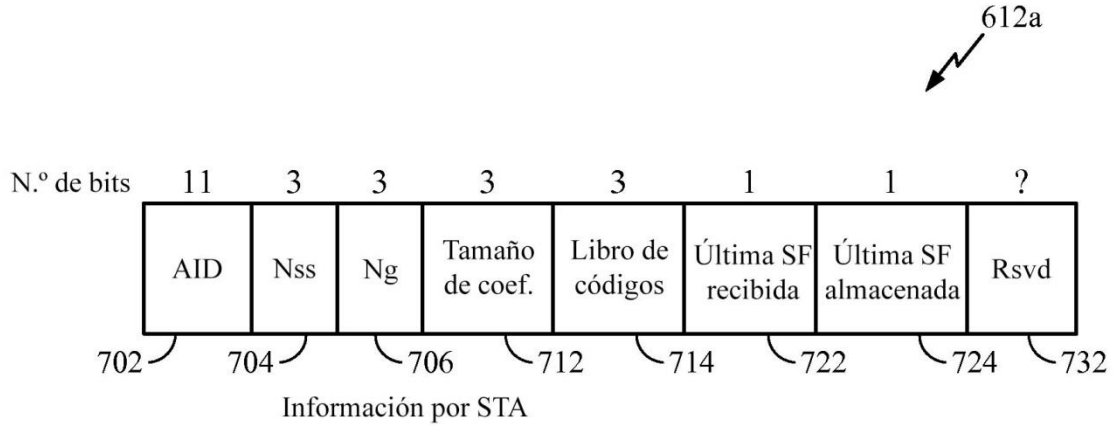


FIG. 7A

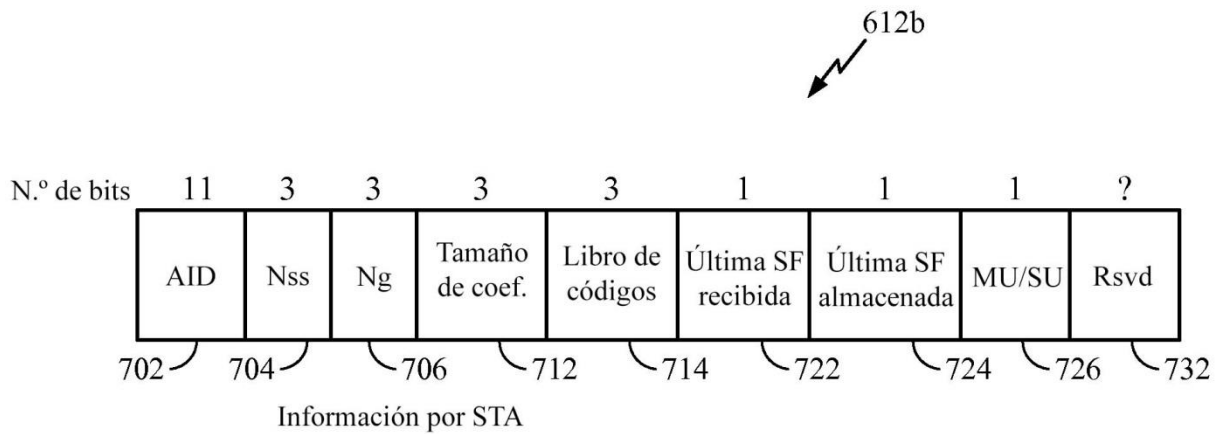


FIG. 7B

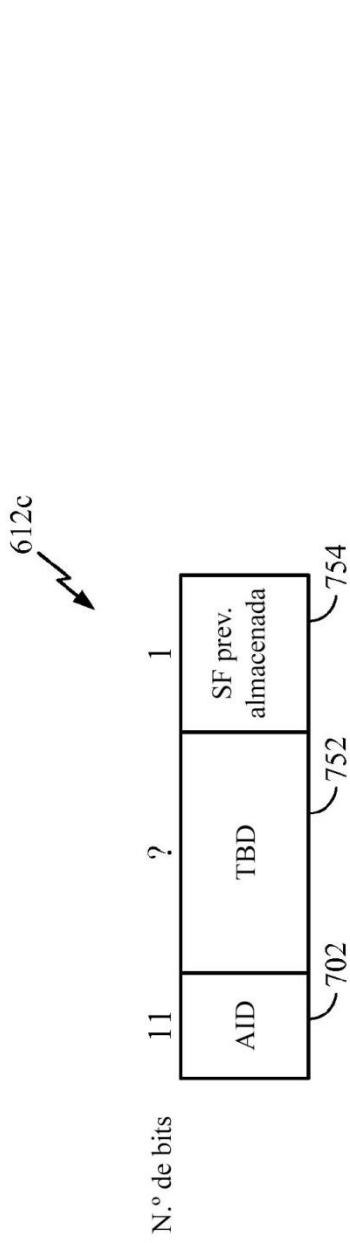


FIG. 7C

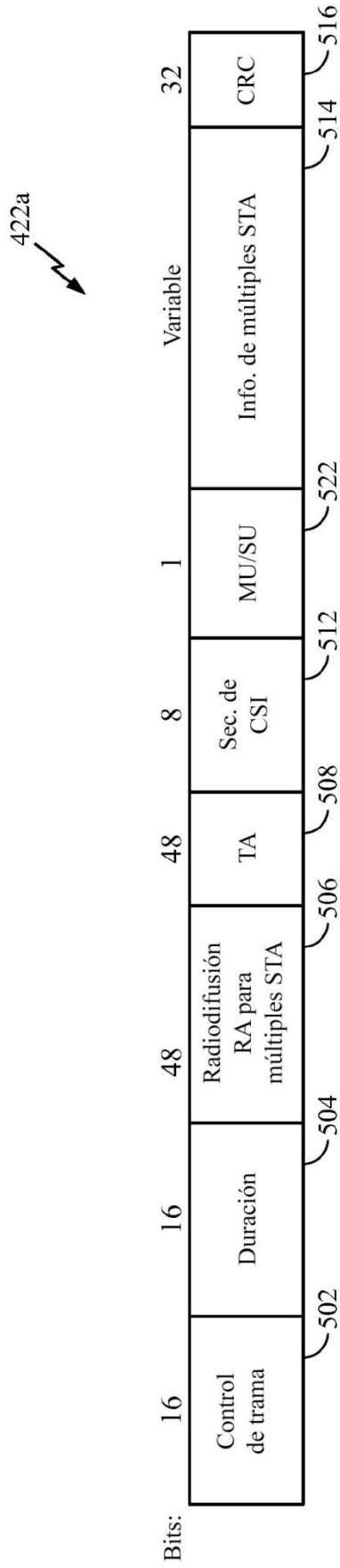


FIG. 8

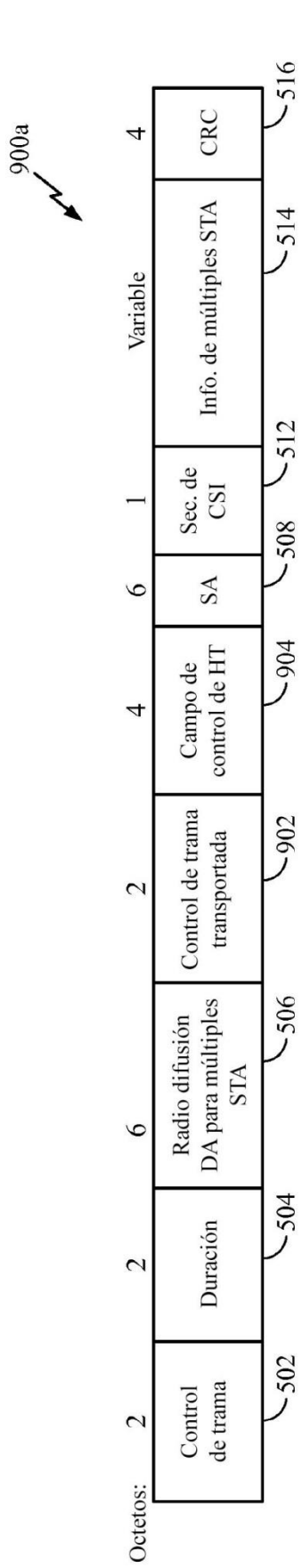


FIG. 9A

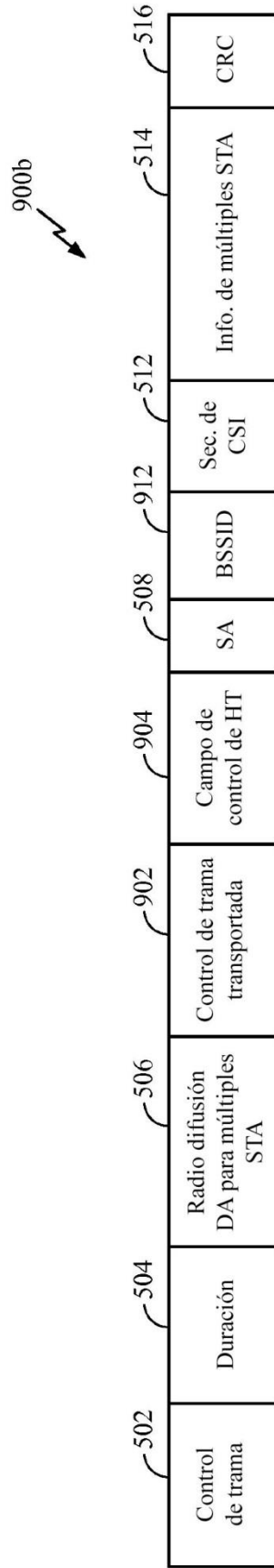


FIG. 9B

1000 ↘

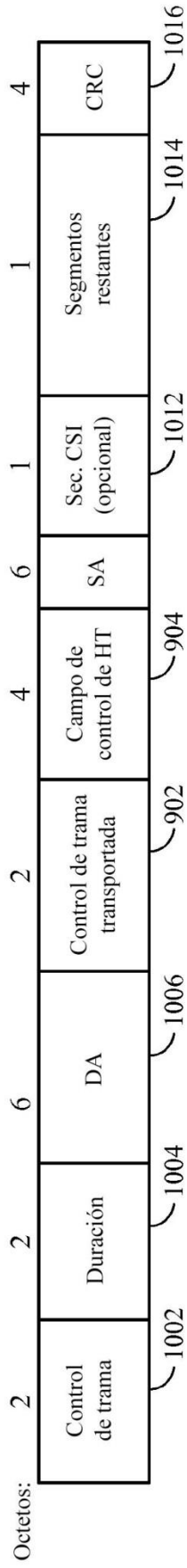


FIG. 10

408 ↘

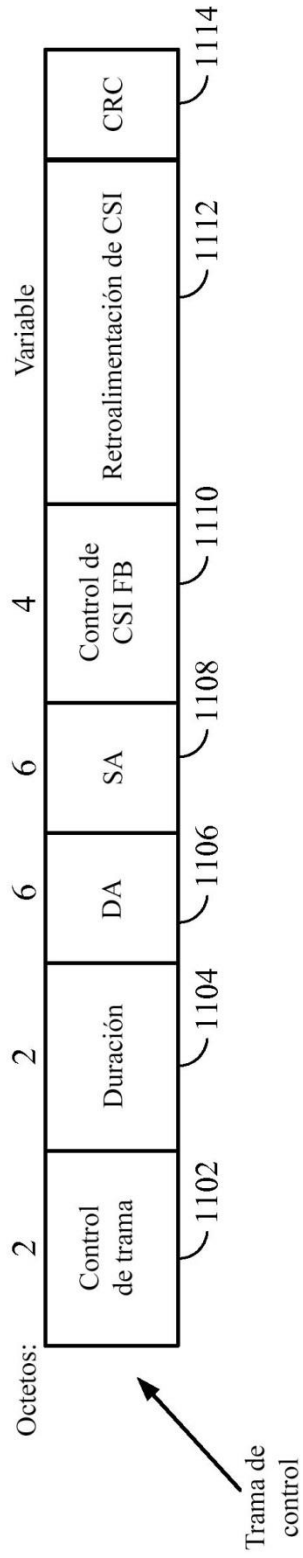


FIG. 11

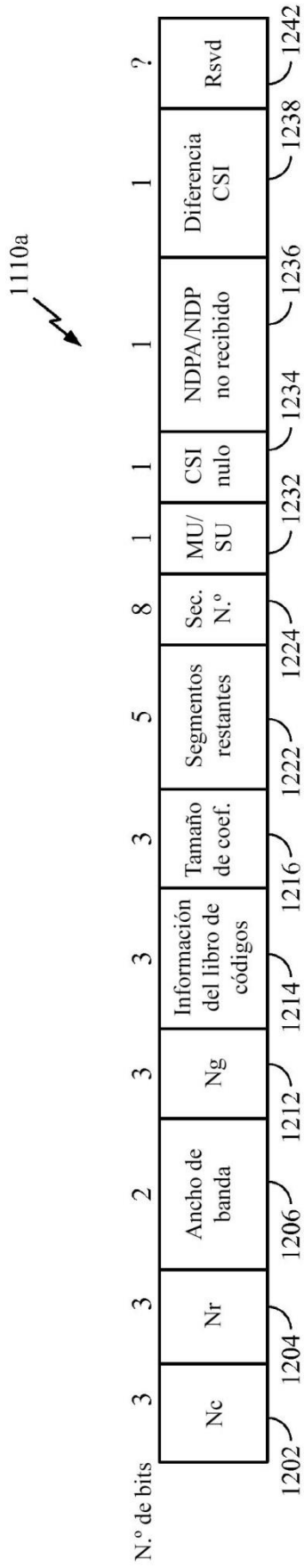


FIG. 12A

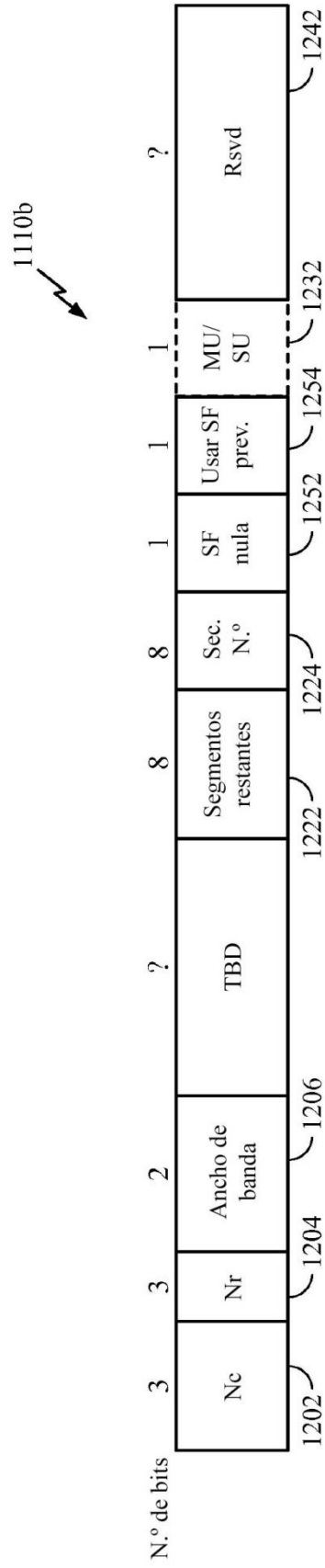


FIG. 12B

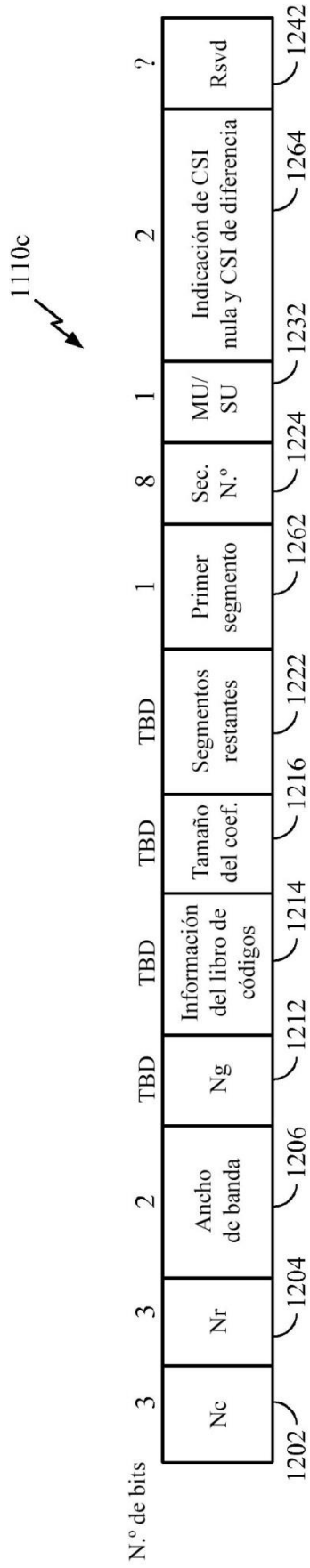


FIG. 12C

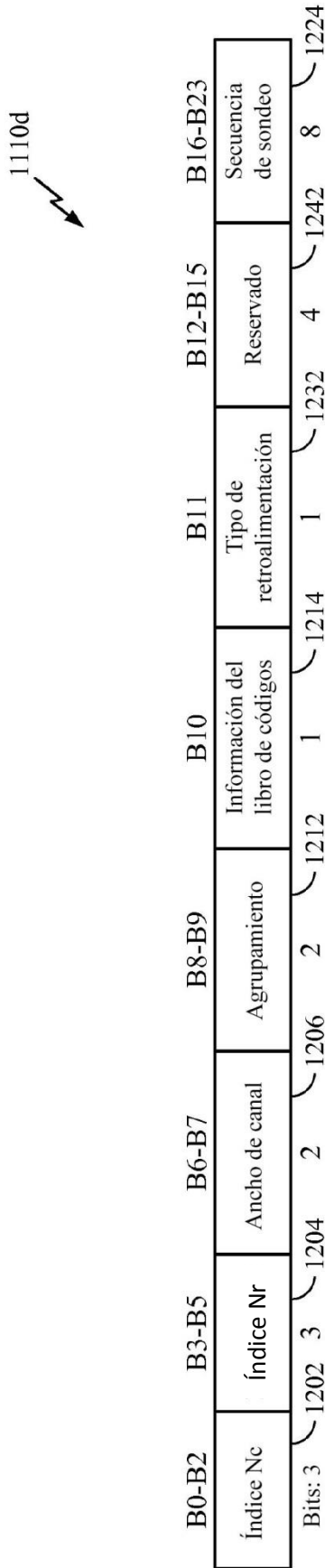


FIG. 12D

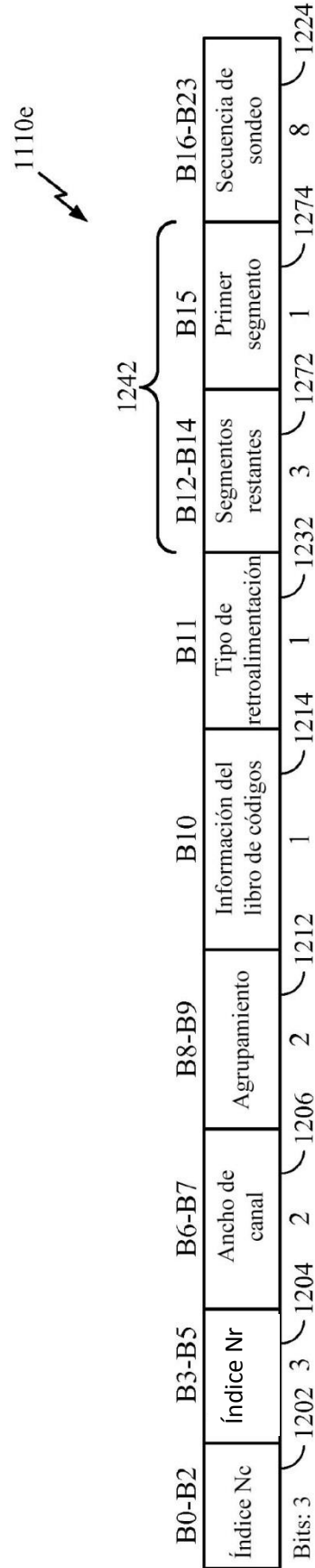


FIG. 12E

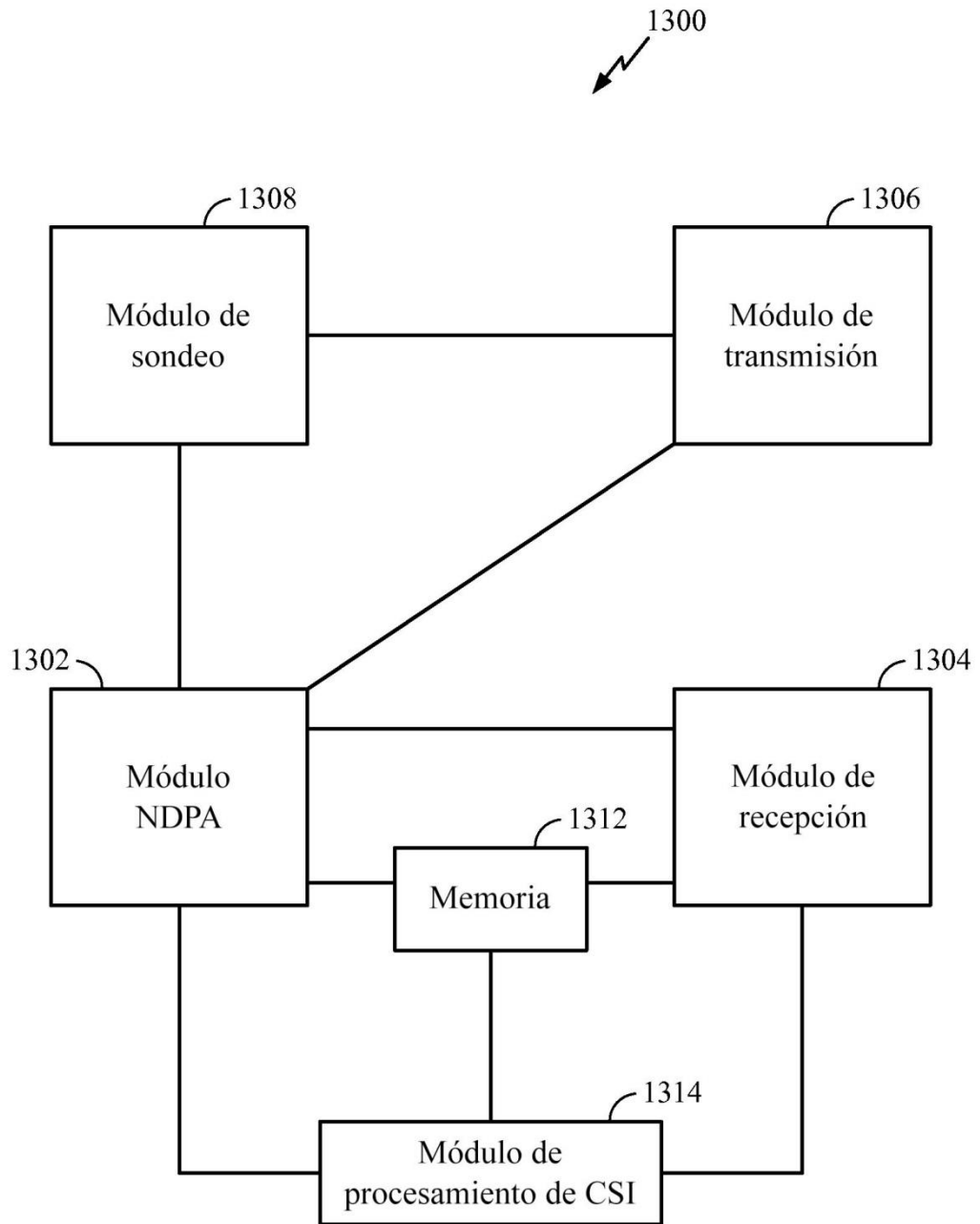


FIG. 13

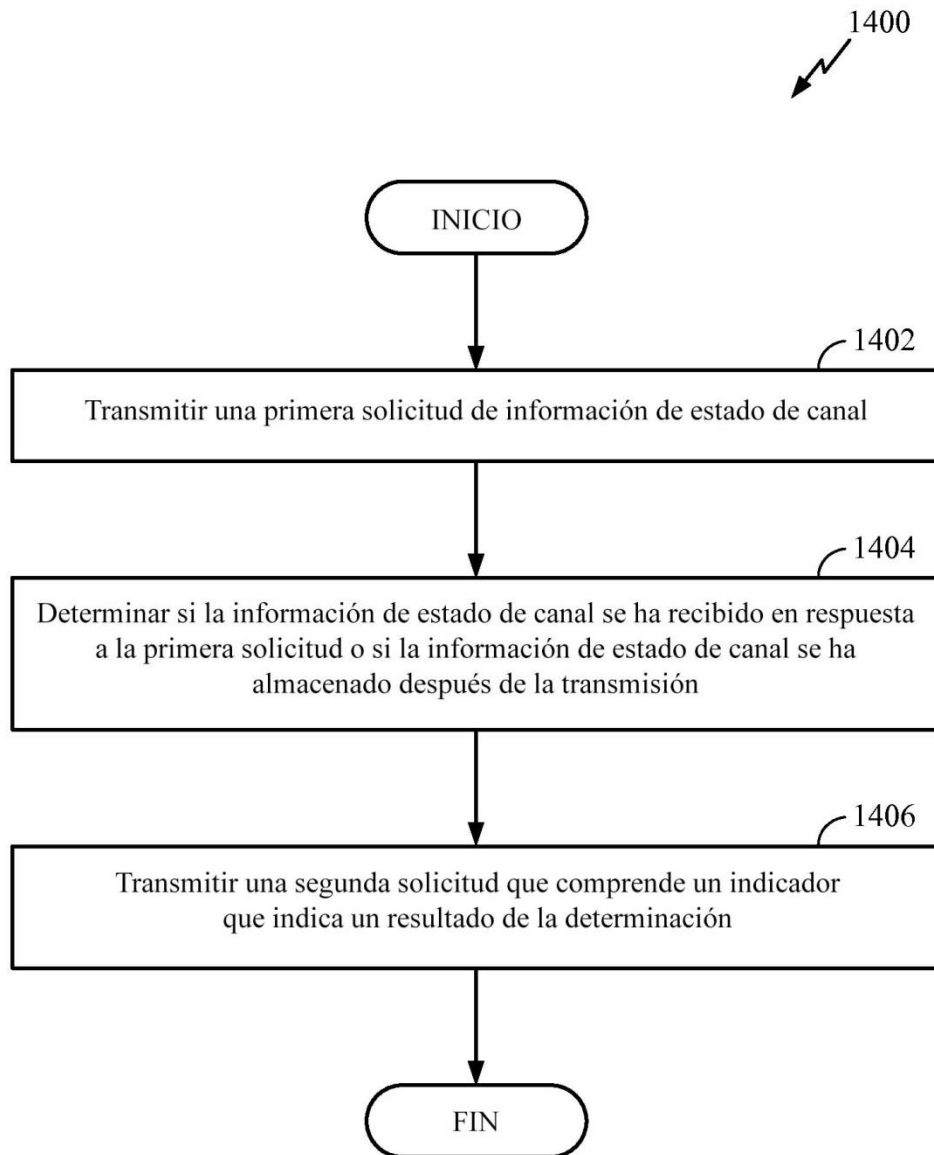


FIG. 14

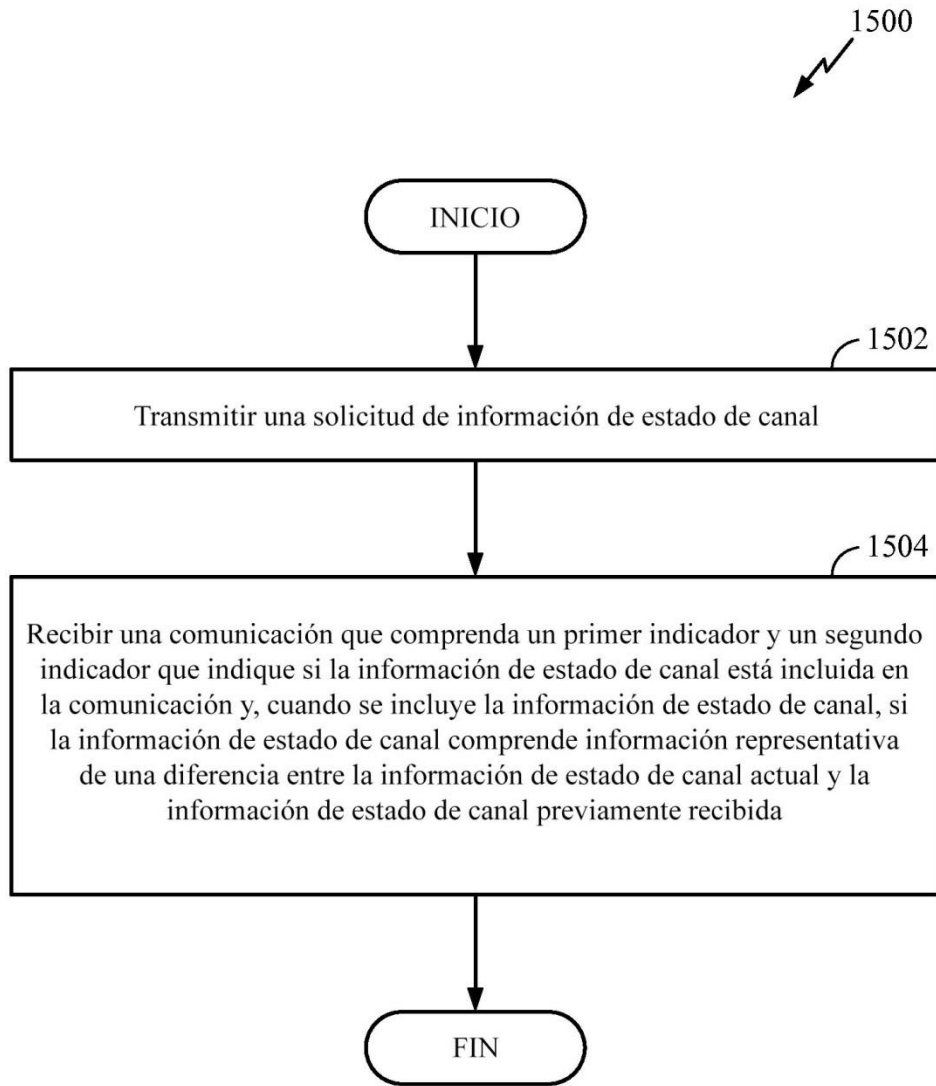


FIG. 15

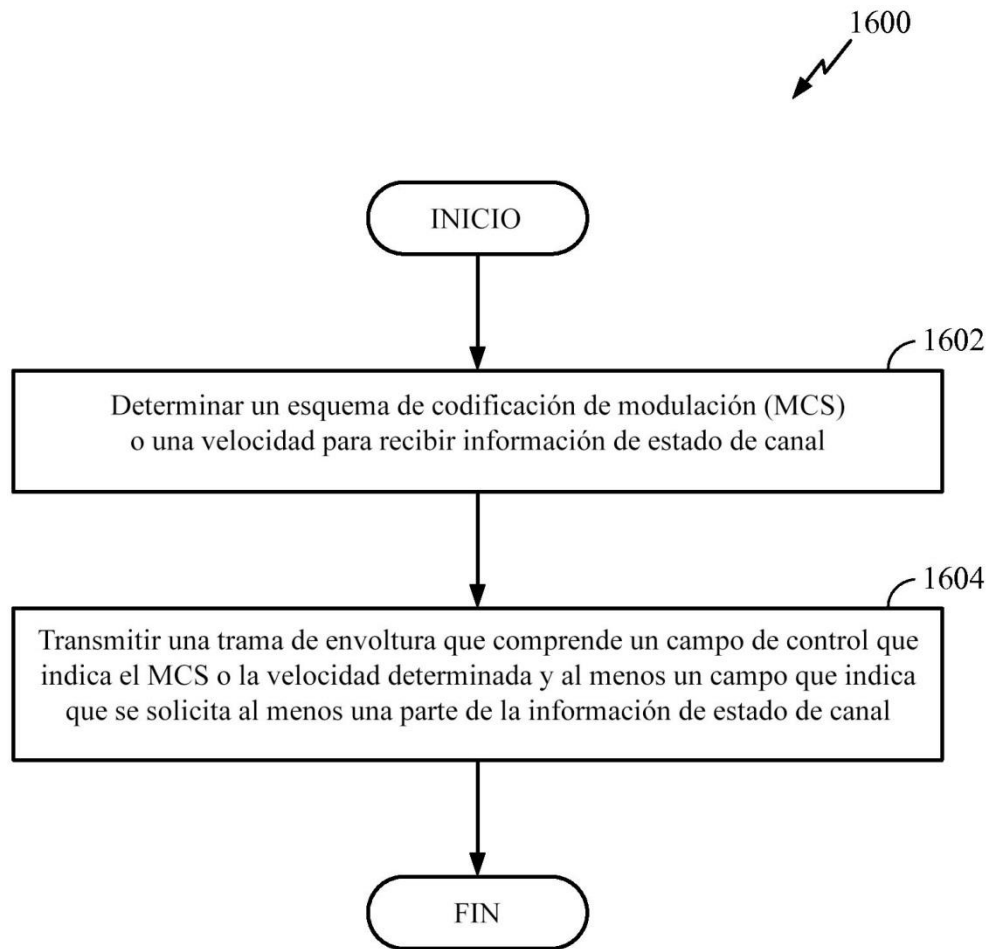


FIG. 16

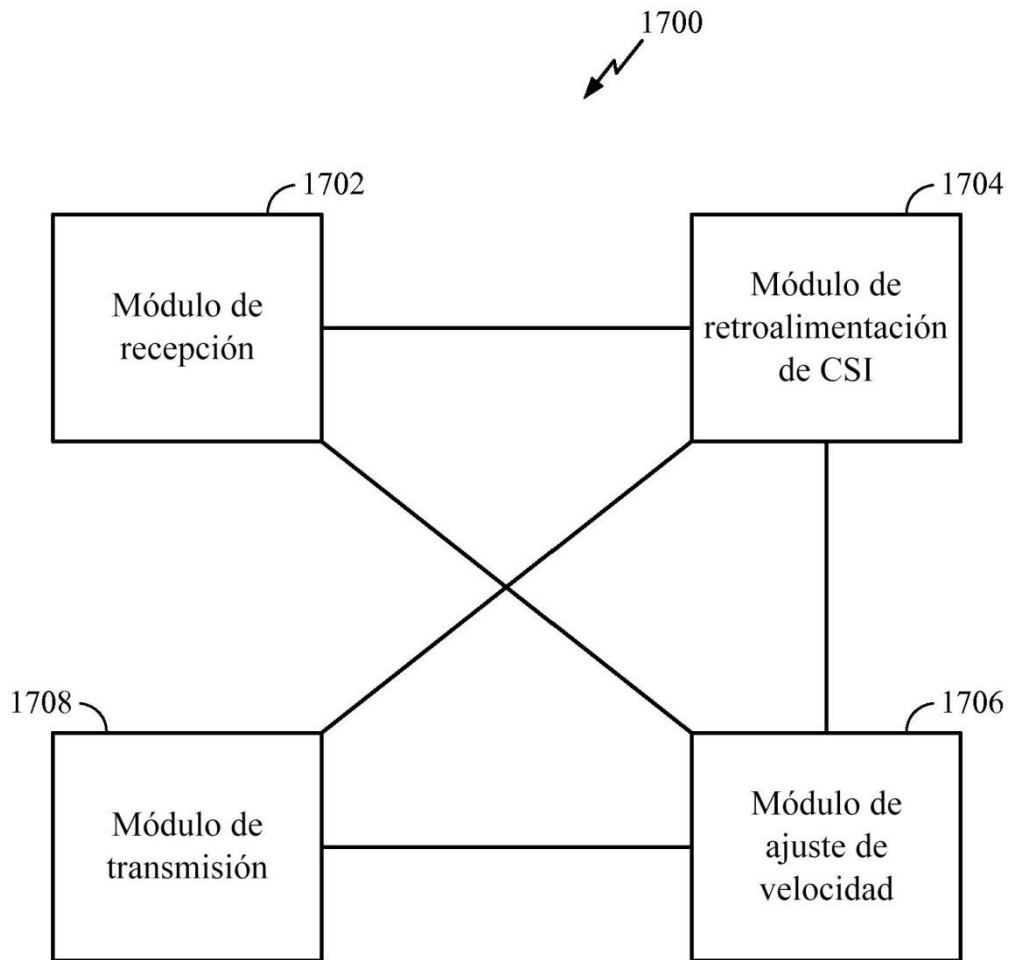


FIG. 17

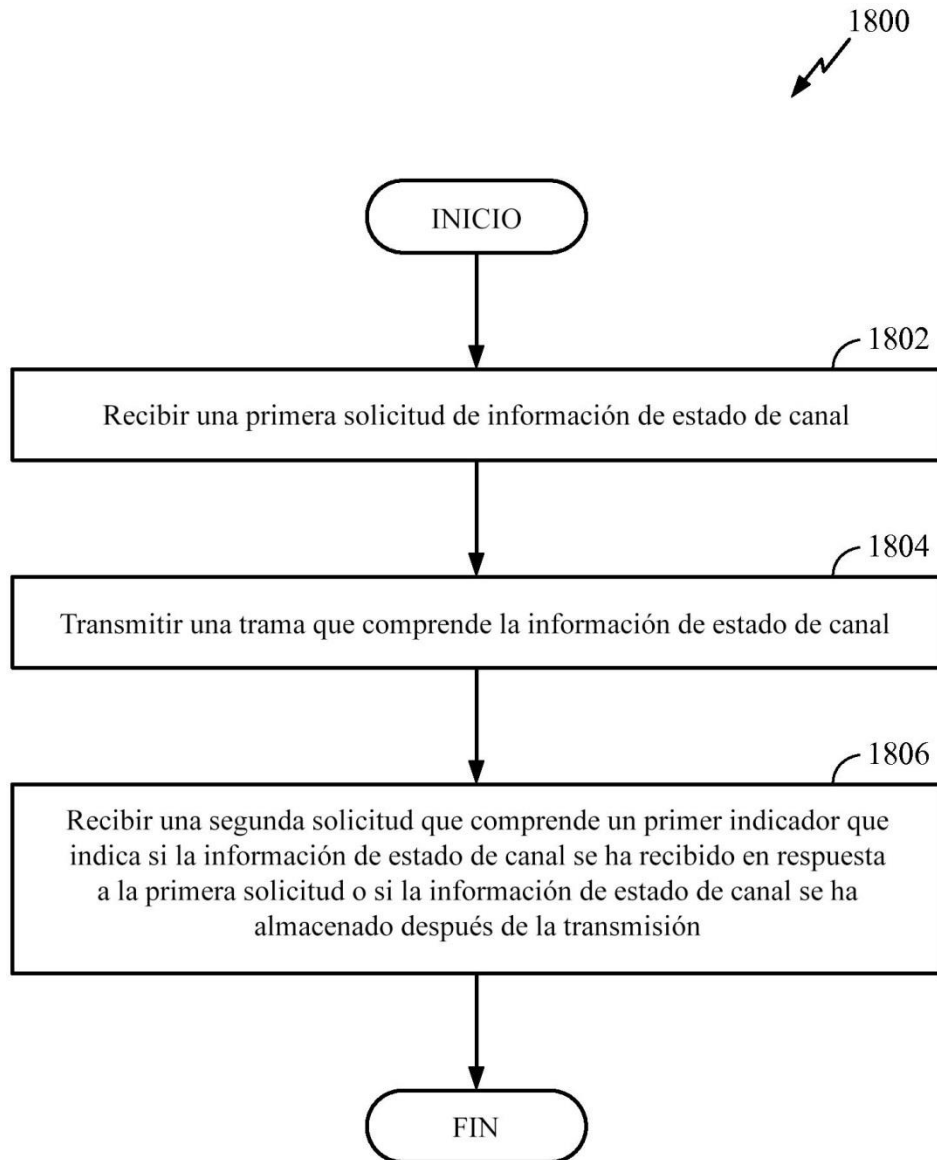


FIG. 18

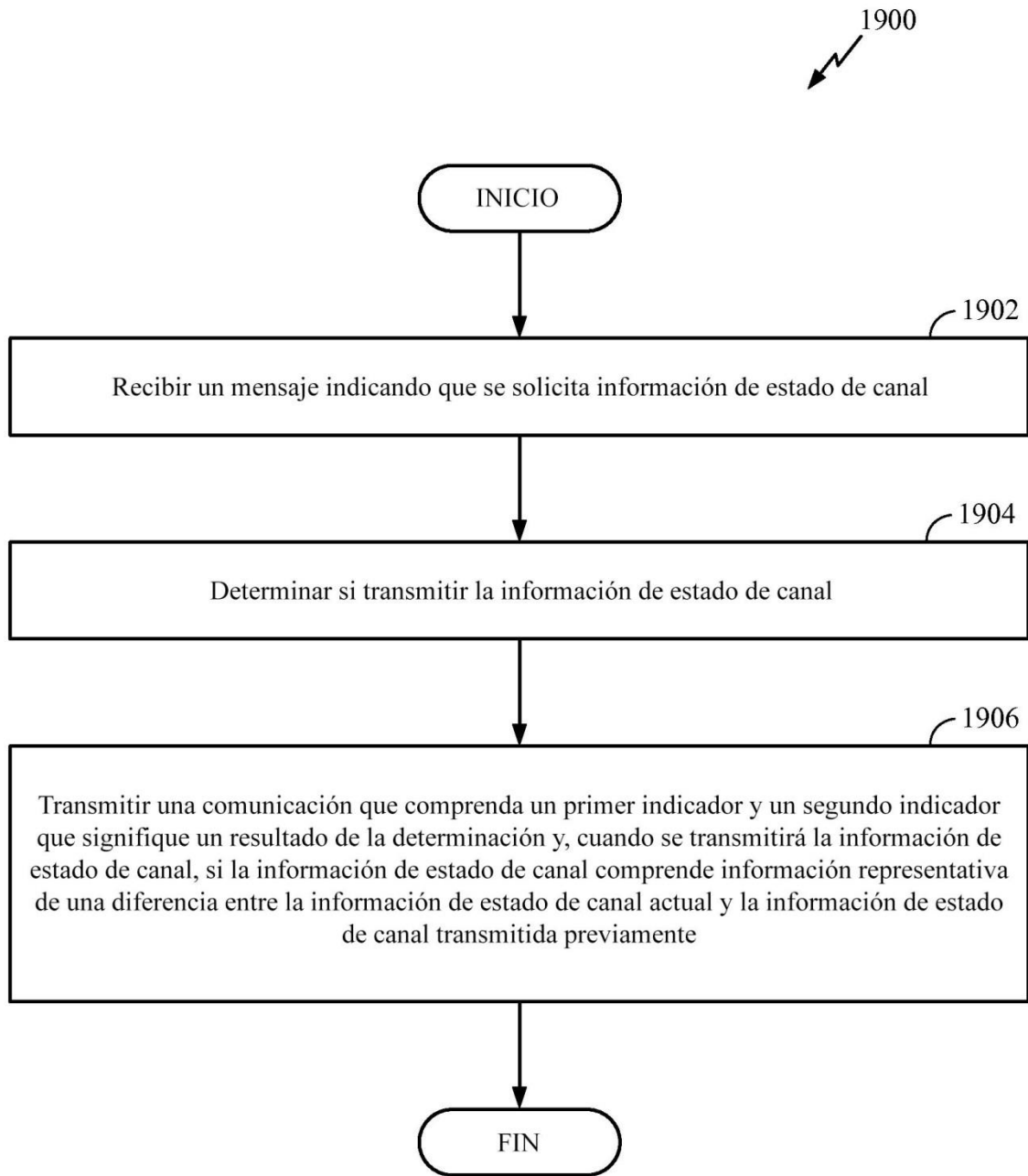


FIG. 19

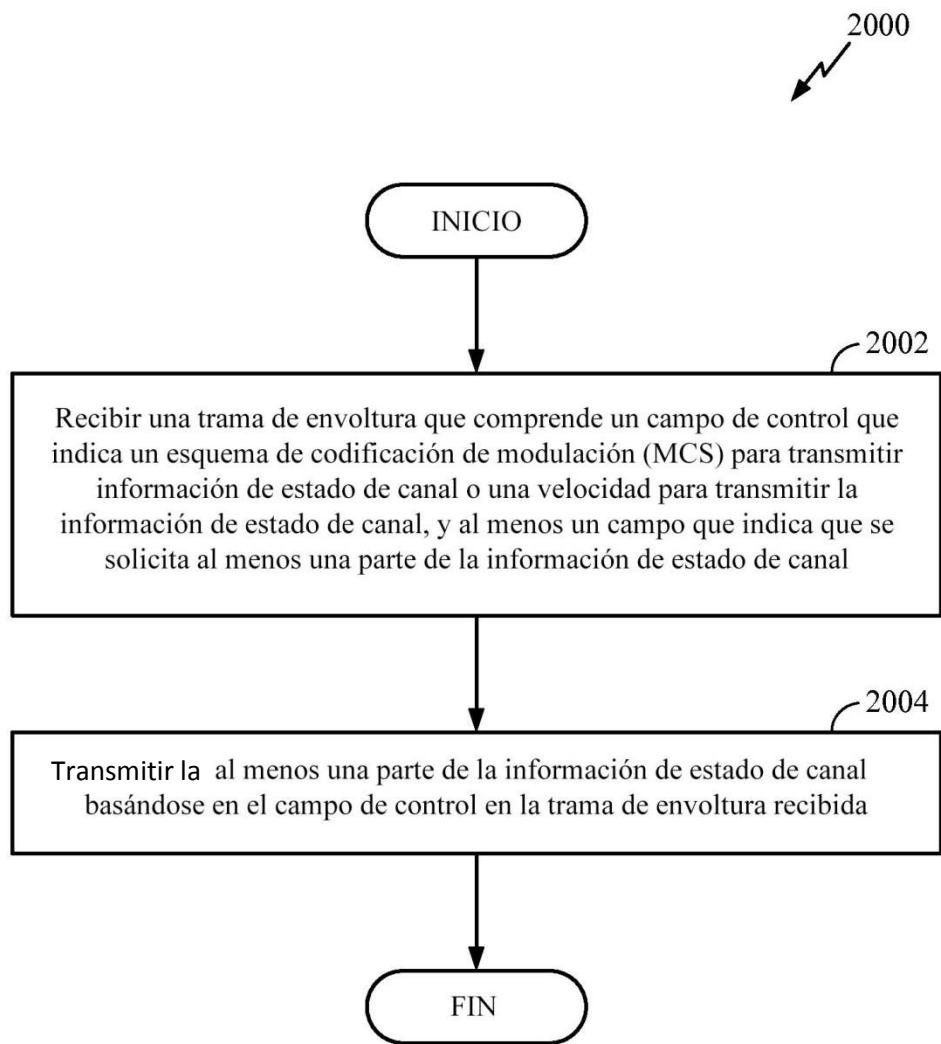


FIG. 20

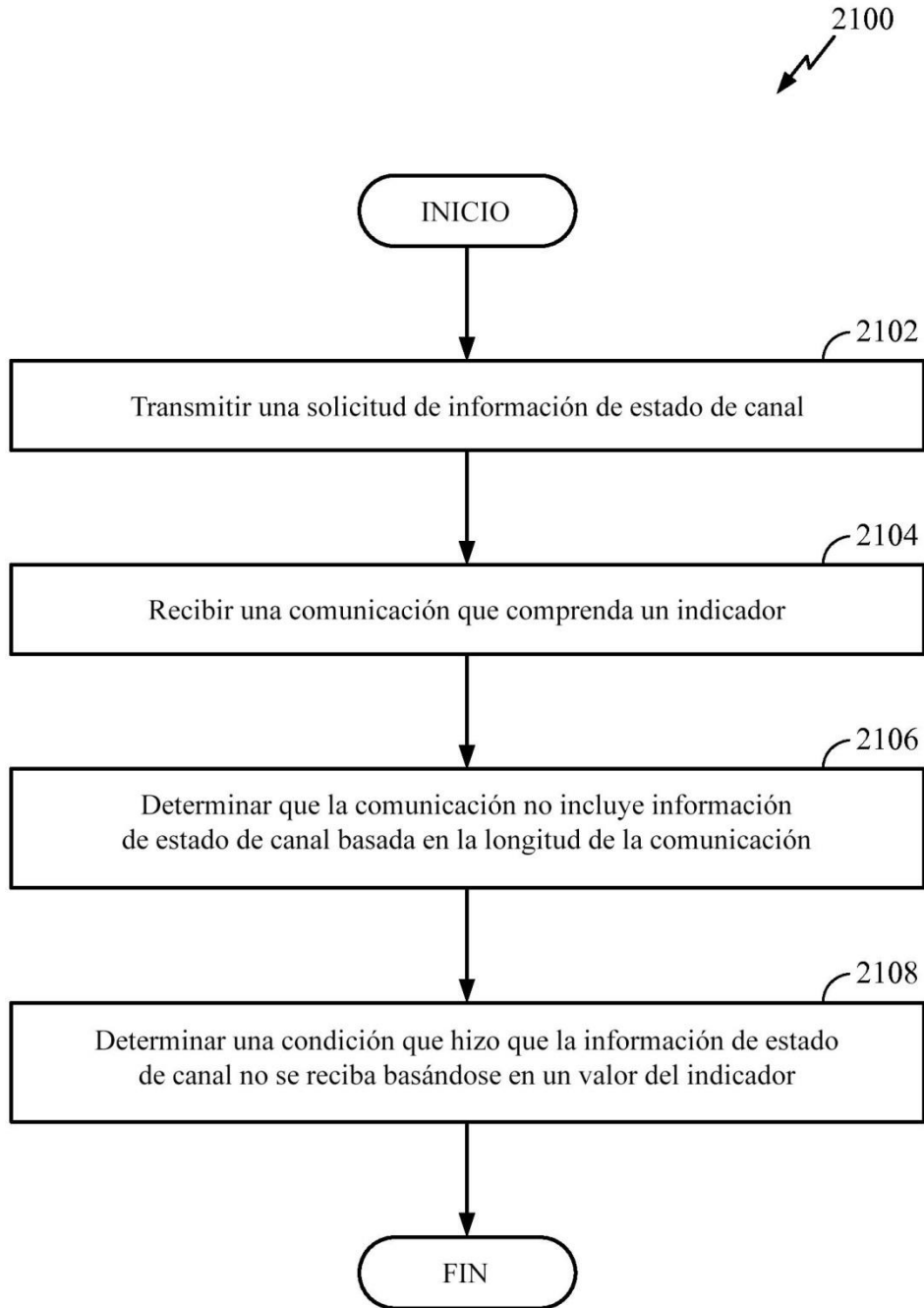


FIG. 21

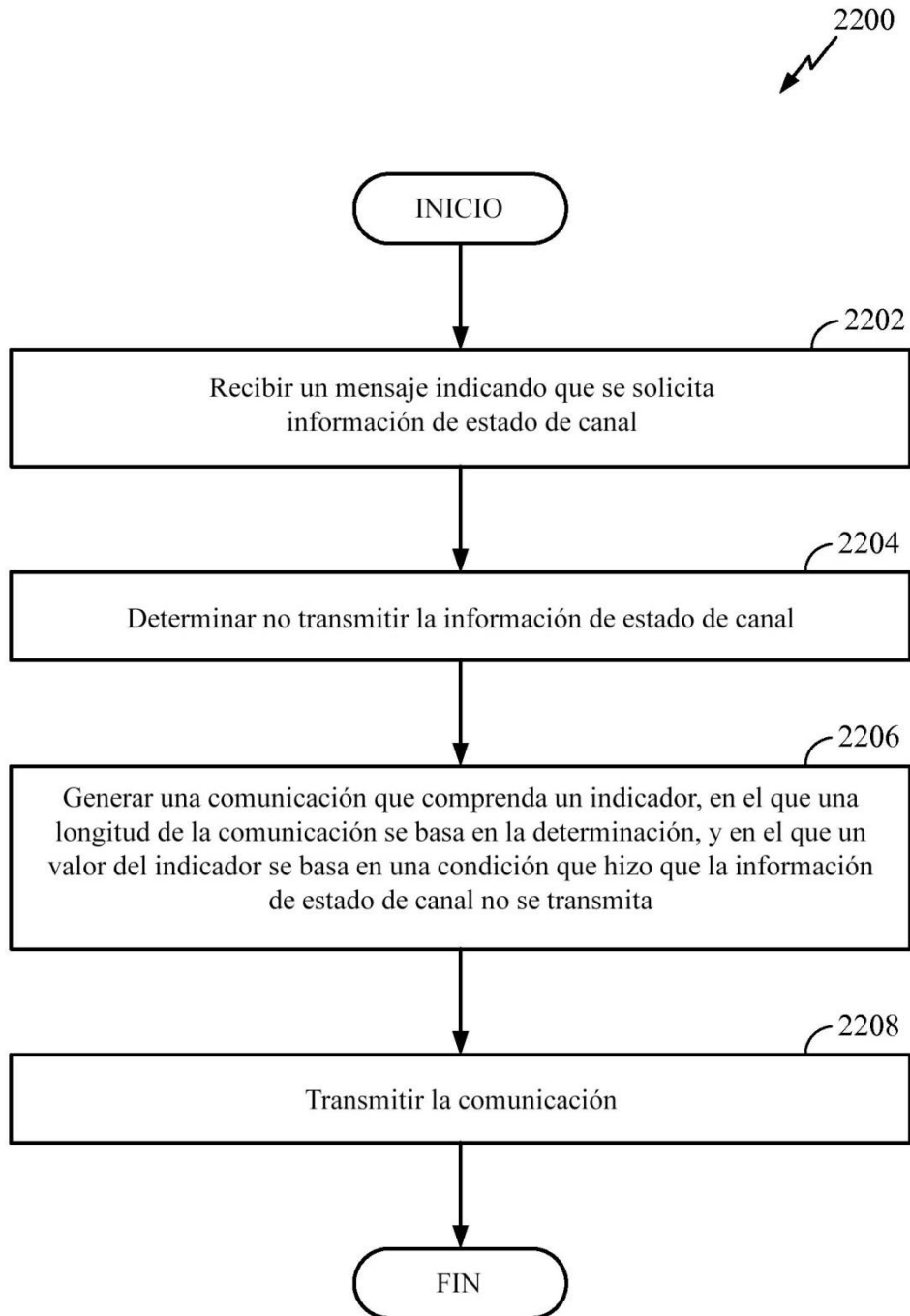


FIG. 22

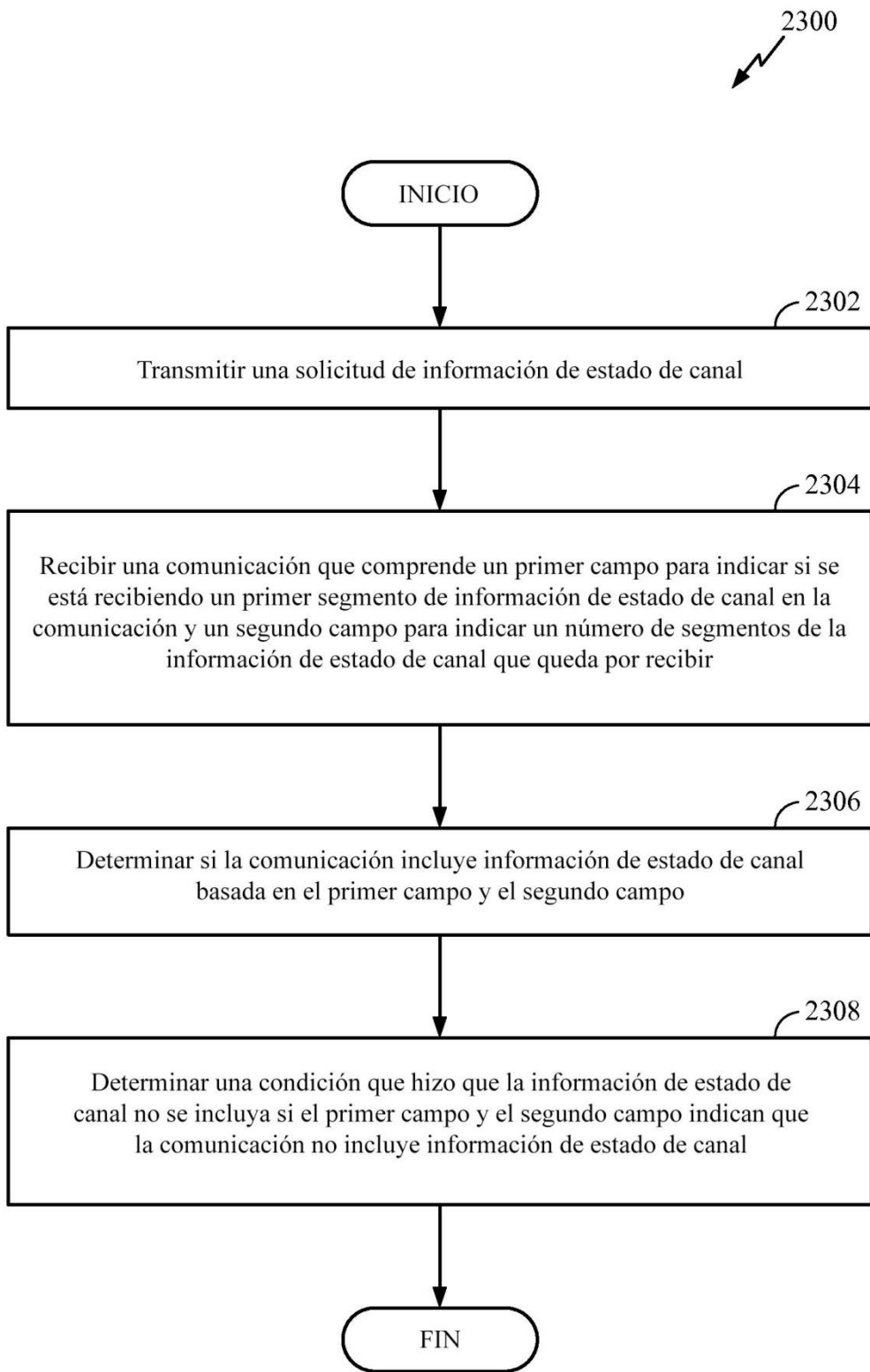


FIG. 23

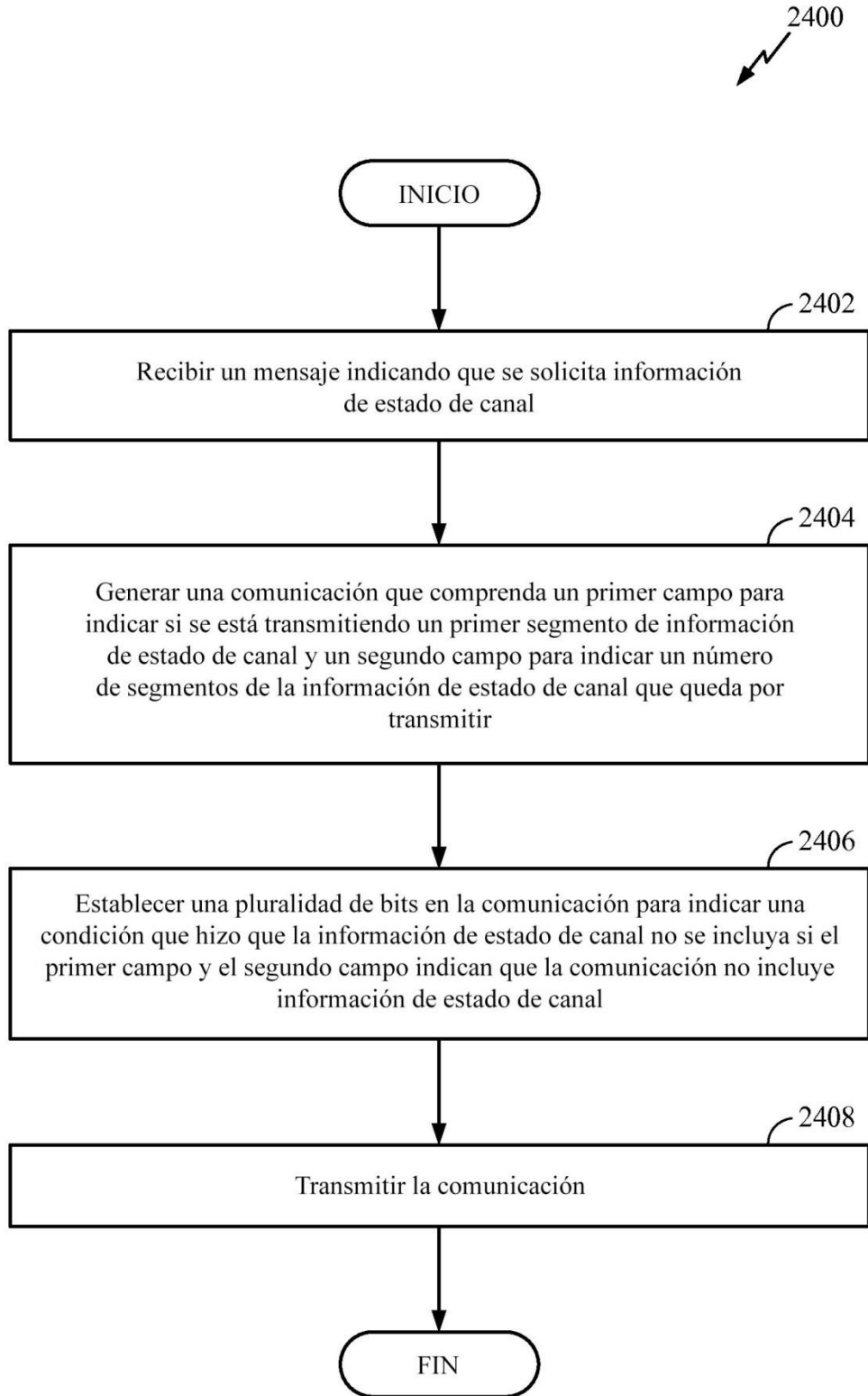


FIG. 24

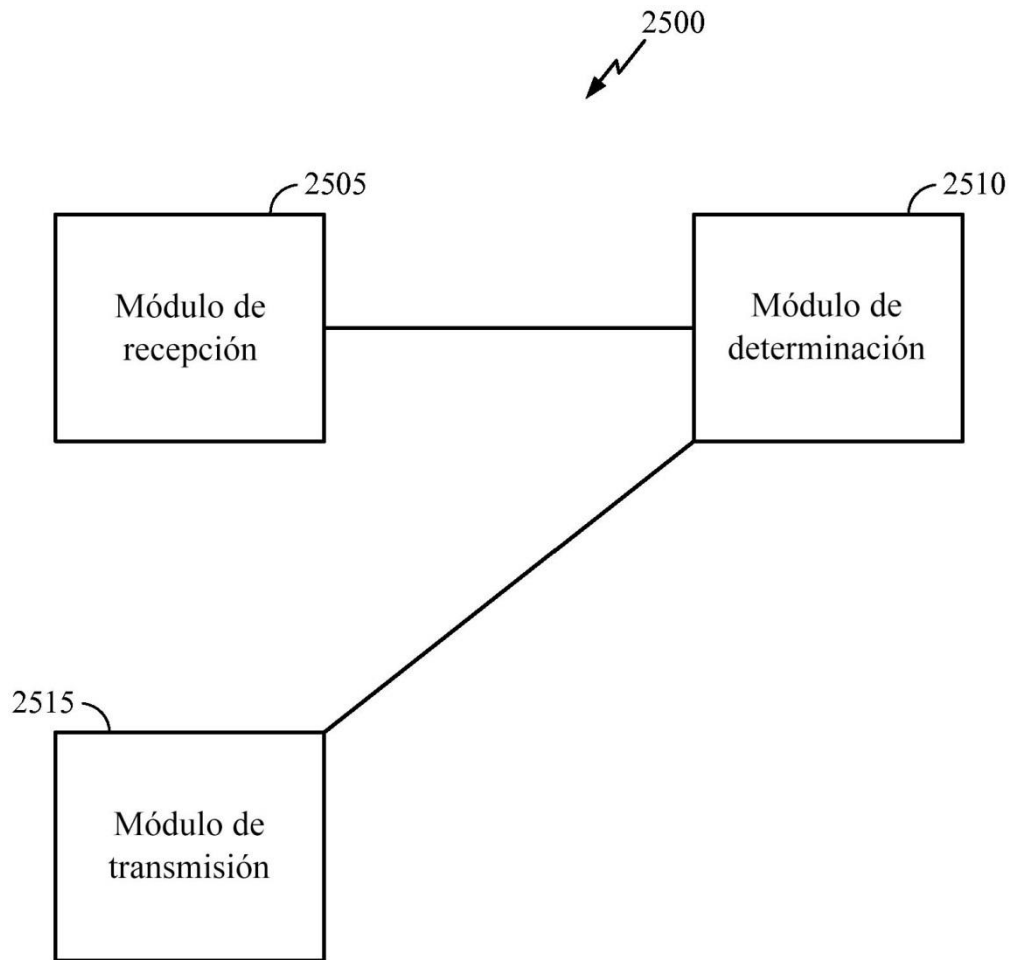


FIG. 25