(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 745 300**

(51) Int. CI.:

H04W 72/12 (2009.01)
H04B 7/04 (2007.01)
H04L 1/18 (2006.01)
H04L 12/801 (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2014 PCT/US2014/052889**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15031466**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2014 E 14766839 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3039933**

(54) Título: **Procedimientos y aparatos para enlace ascendente de múltiples usuarios**

(30) Prioridad:

28.08.2013 US 201361871269 P
26.08.2014 US 201414468929

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2020

(73) Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

(72) Inventor/es:

MERLIN, SIMONE;
BARRIAC, GWENDOLYN DENISE;
SAMPATH, HEMANTH y
VERMANI, SAMEER

(74) Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

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

Procedimientos y aparatos para enlace ascendente de múltiples usuarios

ANTECEDENTES

Campo

[0001] Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a comunicaciones inalámbricas y, más en particular, a procedimientos y aparatos para la comunicación de enlace ascendente de múltiples usuarios en una red inalámbrica.

Antecedentes

[0002] En muchos sistemas de telecomunicación, las redes de comunicaciones se usan para intercambiar mensajes entre varios dispositivos espacialmente independientes que interactúan. Las redes pueden clasificarse de acuerdo al alcance geográfico, que podría ser, por ejemplo, un área metropolitana, un área local o un área personal. Dichas redes pueden designarse, respectivamente, red de área amplia (WAN), red de área metropolitana (MAN), red de área local (LAN) o red de área personal (PAN). Las redes difieren también de acuerdo a la técnica de conmutación/encaminamiento usada para interconectar los diversos nodos y dispositivos de red (por ejemplo, conmutación de circuitos frente a conmutación de paquetes), el tipo de medios físicos empleados para la transmisión (por ejemplo, cableados frente a inalámbricos) y el conjunto de protocolos de comunicación usados (por ejemplo, el conjunto de protocolos de Internet, SONET (Redes ópticas síncronas), Ethernet, etc.).

[0003] A menudo se prefieren las redes inalámbricas cuando los elementos de red son móviles y por lo tanto tienen necesidades de conectividad dinámica, o si la arquitectura de red está formada en una topología ad hoc, en lugar de una fija. Las redes inalámbricas emplean medios físicos intangibles en una modalidad de propagación no guiada, usando ondas electromagnéticas en las bandas de frecuencia de radio, de microondas, de infrarrojos, óptica, etc. Las redes inalámbricas facilitan de forma ventajosa la movilidad del usuario y el rápido despliegue sobre el terreno en comparación con las redes cableadas fijas. Un ejemplo se puede encontrar en el documento WO 2008/155624.

[0004] Con el fin de abordar la cuestión de los crecientes requisitos de ancho de banda que se demandan para los sistemas de comunicaciones inalámbricas, se están desarrollando diferentes esquemas que permiten a múltiples terminales de usuario comunicarse con un único punto de acceso compartiendo los recursos de canal, obteniendo al mismo tiempo altos caudales de datos. Con recursos de comunicación limitados, es deseable reducir la cantidad de tráfico que pasa entre el punto de acceso y los múltiples terminales. Por ejemplo, cuando múltiples terminales envían comunicaciones de enlace ascendente al punto de acceso, es deseable minimizar la cantidad de tráfico para completar el enlace ascendente de todas las transmisiones. Por lo tanto, existe la necesidad de un protocolo mejorado de transmisiones de enlace ascendente procedentes de múltiples terminales.

RESUMEN

[0005] Diversas implementaciones de sistemas, procedimientos y dispositivos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas tienen, cada una, varios aspectos, ninguno de los cuales es responsable individualmente de los atributos deseables descritos en el presente documento. Algunas características destacadas se describen en el presente documento, sin limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

[0006] Los detalles de una o más implementaciones de la materia en cuestión, descrita en esta memoria descriptiva, se estipulan en los dibujos adjuntos y en la descripción siguiente. Otras características, aspectos y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones. Obsérvese que las dimensiones relativas de las figuras siguientes pueden no estar trazadas a escala.

[0007] Un aspecto de la divulgación proporciona un procedimiento de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye transmitir un mensaje de programación a una o más estaciones. El mensaje de programación solicita a una o más estaciones que transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación. El procedimiento incluye además recibir una pluralidad de mensajes de información de la estación. Los mensajes de información de la estación indican información de la estación. El procedimiento incluye además la transmisión de un mensaje de programación de multiusuario de control de acceso de medios (MAC MU) a dos o más estaciones (lo que se puede denominar CTX en varios aspectos de esta y otras divulgaciones). El mensaje de programación de MAC MU se incluye en una parte de la carga útil de una unidad de datos de capa física (PPDU) e indica una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicita a las dos o más estaciones que transmitan simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

[0008] En diversas realizaciones, el mensaje de programación puede incluir un mensaje de programación de MAC MU. El mensaje de programación puede incluir una solicitud explícita de información de la estación. El mensaje de

programación puede asignar una cantidad de tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente que indica que solo se solicita información de la estación.

[0009] En diversas realizaciones, el mensaje de programación puede incluir un paquete multiusuario de enlace descendente. El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de múltiples entradas y múltiples salidas (MU MIMO). El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal o multiplexación por división de frecuencia (MU OFDMA/FDM).

[0010] En diversas realizaciones, la información de la estación incluye uno o más de: información de la memoria intermedia de indicación de tráfico (TID), una potencia de transmisión y un esquema de codificación y modulación solicitado (MCS). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un mensaje listo para enviarse (RTX). El RTX puede omitir un campo de destino y/o duración.

[0011] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un paquete de datos nulos (NDP). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir una trama nula de calidad de servicio (QoS). La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de QoS que incluye información adicional de la estación. La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de secuencia que incluye información adicional de la estación.

[0012] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un acuse de recibo de bloque (BACK). En diversas realizaciones, los mensajes de información de la estación incluyen al menos uno de: un mensaje de enlace ascendente (UL) multiusuario (MU) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), un mensaje de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal UL MU (OFDMA), un mensaje de acceso múltiple programado por división de tiempo (TDMA), y un mensaje de multiplexación por división de frecuencia UL MU (FDM).

[0013] Otro aspecto proporciona un aparato configurado para comunicarse de manera inalámbrica. El aparato incluye un procesador configurado para prepararse para la transmisión de un mensaje de programación a una o más estaciones. El mensaje de programación solicita a una o más estaciones que transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación. El aparato incluye además un receptor configurado para recibir una pluralidad de mensajes de información de la estación. Los mensajes de información de la estación indican información de la estación. El aparato incluye además un transmisor configurado para transmitir un mensaje de programación multiusuario de control de acceso de medios (MAC MU) a dos o más estaciones. El mensaje de programación de MAC MU se incluye en una parte de la carga útil de una unidad de datos de capa física (PPDU) e indica una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicita a las dos o más estaciones que transmitan simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

[0014] En diversas realizaciones, el mensaje de programación puede incluir un mensaje de programación de MAC MU. El mensaje de programación puede incluir una solicitud explícita de información de la estación. El mensaje de programación puede asignar una cantidad de tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente que indica que solo se solicita información de la estación.

[0015] En diversas realizaciones, el mensaje de planificación puede incluir un paquete multiusuario de enlace descendente. El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de múltiples entradas y múltiples salidas (MU MIMO). El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal o multiplexación por división de frecuencia (MU OFDMA/FDM).

[0016] En diversas realizaciones, la información de la estación incluye uno o más de: información de la memoria intermedia de indicación de tráfico (TID), una potencia de transmisión y un esquema de codificación y modulación solicitado (MCS). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un mensaje listo para enviarse (RTX). El RTX omite un campo de destino y/o duración.

[0017] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un paquete de datos nulos (NDP). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir una trama nula de calidad de servicio (QoS). La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de QoS que incluye información adicional de la estación. La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de secuencia que incluye información adicional de la estación.

[0018] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un acuse de recibo de bloque (BACK). En diversas realizaciones, los mensajes de información de la estación incluyen al menos uno de: un mensaje de enlace múltiple (UL) multiusuario (MU) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), un mensaje de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal UL MU (OFDMA), un mensaje de acceso múltiple programado por división de tiempo (TDMA), y un mensaje de multiplexación por división de frecuencia UL MU (FDM).

[0019] Otro aspecto proporciona otro aparato para la comunicación inalámbrica. El aparato incluye además medios para transmitir un mensaje de programación a una o más estaciones. El mensaje de programación solicita a una o más estaciones que transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación. El aparato incluye además medios para recibir una pluralidad de mensajes de información de la estación. Los mensajes de información de la estación indican información de la estación. El aparato incluye además medios para transmitir un mensaje de programación multiusuario de control de acceso de medios (MAC MU) a dos o más estaciones. El mensaje de programación de MAC MU se incluye en una parte de la carga útil de una unidad de datos de capa física (PPDU) e indica una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicita a las dos o más estaciones que transmitan simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

[0020] En diversas realizaciones, el mensaje de programación puede incluir un mensaje de programación de MAC MU. El mensaje de programación puede incluir una solicitud explícita de información de la estación. El mensaje de programación puede asignar una cantidad de tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente que indica que solo se solicita información de la estación.

[0021] En diversas realizaciones, el mensaje de planificación puede incluir un paquete multiusuario de enlace descendente. El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de múltiples entradas y múltiples salidas (MU MIMO). El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal o multiplexación por división de frecuencia (MU OFDMA/FDM).

[0022] En diversas realizaciones, la información de la estación incluye uno o más de: información de la memoria intermedia de indicación de tráfico (TID), una potencia de transmisión y un esquema de codificación y modulación solicitado (MCS). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un mensaje listo para enviarse (RTX). El RTX omite un campo de destino y/o duración.

[0023] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un paquete de datos nulos (NDP). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir una trama nula de calidad de servicio (QoS). La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de QoS que incluye información adicional de la estación. La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de secuencia que incluye información adicional de la estación.

[0024] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un acuse de recibo de bloque (BACK). En diversas realizaciones, los mensajes de información de la estación incluyen al menos uno de: un mensaje de enlace múltiple (UL) multiusuario (MU) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), un mensaje de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal UL MU (OFDMA), un mensaje de acceso múltiple programado por división de tiempo (TDMA), y un mensaje de multiplexación por división de frecuencia UL MU (FDM).

[0025] Otro aspecto proporciona un medio no transitorio legible por ordenador. El medio incluye código que, cuando se ejecuta, hace que un aparato transmita un mensaje de programación a una o más estaciones. El mensaje de programación solicita a una o más estaciones que transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación. El medio incluye además código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato reciba una pluralidad de mensajes de información de la estación. Los mensajes de información de la estación indican información de la estación. El medio incluye además un código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato transmita un mensaje de programación multiusuario de control de acceso de medios (MAC MU) a dos o más estaciones. El mensaje de programación de MAC MU se incluye en una parte de la carga útil de una unidad de datos de capa física (PPDU) e indica una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicita a las dos o más estaciones que transmitan simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

[0026] En diversas realizaciones, el mensaje de programación puede incluir un mensaje de programación de MAC MU. El mensaje de programación puede incluir una solicitud explícita de información de la estación. El mensaje de programación puede asignar una cantidad de tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente que indica que solo se solicita información de la estación.

[0027] En diversas realizaciones, el mensaje de planificación puede incluir un paquete multiusuario de enlace descendente. El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de múltiples entradas y múltiples salidas (MU MIMO). El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal o multiplexación por división de frecuencia (MU OFDMA/FDM).

[0028] En diversas realizaciones, la información de la estación incluye uno o más de: información de la memoria intermedia de indicación de tráfico (TID), una potencia de transmisión y un esquema de codificación y modulación solicitado (MCS). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un mensaje listo para enviarse (RTX). El RTX omite un campo de destino y/o duración.

[0029] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un paquete de datos nulos (NDP). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir una trama nula de calidad de servicio (QoS). La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de QoS que incluye información adicional de la estación. La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de secuencia que incluye información adicional de la estación.

[0030] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un acuse de recibo de bloque (BACK). En diversas realizaciones, los mensajes de información de la estación incluyen al menos uno de: un mensaje de enlace múltiple (UL) multiusuario (MU) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), un mensaje de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal UL MU (OFDMA), un mensaje de acceso múltiple programado por división de tiempo (TDMA), y un mensaje de multiplexación por división de frecuencia UL MU (FDM).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0031]

La figura 1 ilustra un sistema de acceso múltiple de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) con puntos de acceso y terminales de usuario.

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques del punto de acceso 110 y dos terminales de usuario 120m y 120x en un sistema de MIMO.

La figura 3 ilustra varios componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico que puede emplearse dentro de un sistema de comunicación inalámbrica.

La figura 4A muestra un diagrama de tiempo de un intercambio ejemplar de trama de una comunicación de (UL) MU-MIMO.

La figura 4B muestra un diagrama de tiempo de un intercambio ejemplar de trama de una comunicación de (UL) MU-MIMO.

La figura 5 muestra un diagrama de tiempo de otro intercambio ejemplar de trama de una comunicación de UL-MU-MIMO.

La figura 6 muestra un diagrama de tiempo de otro intercambio ejemplar de trama de una comunicación de UL-MU-MIMO.

La figura 7 muestra un diagrama de tiempo de otro intercambio ejemplar de trama de una comunicación de UL-MU-MIMO.

La figura 8A es un diagrama de temporización de mensajes de un modo de realización de una comunicación de enlace ascendente de múltiples usuarios.

La figura 8B muestra un diagrama de un modo de realización de una trama de solicitud de transmisión (RTX).

La figura 9A es un diagrama de secuencia de tiempo que ilustra un ejemplo de un intercambio SSF/SIF en un sistema FDMA.

La figura 9B es un diagrama de secuencia de tiempo que ilustra un ejemplo de un intercambio SSF/SIF en un sistema TDMA.

La figura 9C es un diagrama de un ejemplo de una estructura de trama SSF.

La figura 9D muestra un campo de control de QoS para una trama SIF, de acuerdo con una realización.

La figura 9E muestra otro campo de control de QoS para una trama SIF, de acuerdo con una realización.

La figura 10 muestra un diagrama de un modo de realización de una trama listo para transmitir (CTX).

La figura 11 muestra un diagrama de otro modo de realización de una trama CTX.

La figura 12 muestra un diagrama de otro modo de realización de una trama CTX.

La figura 13 muestra un diagrama de otro modo de realización de una trama CTX.

La figura 14 es un diagrama de flujo de un aspecto de un procedimiento ejemplar que proporciona una comunicación inalámbrica.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0032] En lo sucesivo se describen de forma más detallada diversos aspectos de los sistemas, aparatos y procedimientos novedosos, con referencia a los dibujos adjuntos.

[0033] Sin embargo, aspectos de la divulgación están concebidos para ser ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes, y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferidos. La descripción detallada y los dibujos son simplemente ilustrativos de la divulgación, en lugar de limitar el alcance de la divulgación definido por las reivindicaciones adjuntas y equivalentes de las mismas.

[0034] Las tecnologías de redes inalámbricas pueden incluir diversos tipos de redes inalámbricas de área local (WLAN). Se puede usar una WLAN para interconectar entre sí dispositivos cercanos, empleando protocolos de red ampliamente usados. Los diversos aspectos descritos en el presente documento pueden aplicarse a cualquier norma de comunicación, tal como Wi-Fi o, de forma más general, a cualquier miembro de la familia IEEE 802.11 de protocolos inalámbricos.

[0035] En algunos aspectos, las señales inalámbricas pueden transmitirse de acuerdo a un protocolo 802.11 de alta eficacia usando el multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM), comunicaciones de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS), una combinación de OFDM y comunicaciones de DSSS u otros sistemas. Las implementaciones del protocolo 802.11 de alta eficacia pueden usarse para el acceso a Internet, sensores, medición, redes rejilla inteligentes u otras aplicaciones inalámbricas. De forma ventajosa, los aspectos de ciertos dispositivos que implementan este protocolo inalámbrico particular pueden consumir menos energía que dispositivos que implementan otros protocolos inalámbricos, pueden usarse para transmitir señales inalámbricas a través de distancias cortas y/o pueden transmitir señales con menos probabilidad de ser bloqueadas por objetos, tales como las personas.

[0036] En algunas implementaciones, una WLAN incluye diversos dispositivos que son los componentes que acceden a la red inalámbrica. Por ejemplo, puede haber dos tipos de dispositivos: puntos de acceso ("AP") y clientes (también denominados estaciones o "STA"). En general, un AP sirve como concentrador o estación base para la WLAN y una STA sirve como usuario de la WLAN. Por ejemplo, una STA puede ser un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA), un teléfono móvil, etc. En un ejemplo, una STA se conecta a un AP mediante un enlace inalámbrico compatible con Wi-Fi (por ejemplo, un protocolo IEEE 802.11, tal como 802.11ah) para obtener conectividad general a Internet o a otras redes de área amplia. En algunas implementaciones, puede usarse también una STA como AP.

[0037] Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluidos sistemas de comunicación que están basados en un esquema de multiplexado ortogonal. 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 de TDMA puede permitir que múltiples terminales de usuario compartan el mismo canal de frecuencia dividiendo la señal de transmisión en intervalos temporales diferentes, estando asignado cada intervalo temporal a un terminal de usuario diferente. Un sistema de TDMA puede implementar el GSM o algunas otras normas conocidas en la técnica. Un sistema de OFDMA utiliza el 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, recipientes, etc. Con OFDM, cada subportadora puede modularse con datos de forma independiente. Un sistema de OFDM puede implementar la norma IEEE 802.11 o algunas otras normas conocidas en la técnica. Un sistema de SC-FDMA puede utilizar el FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir en subportadoras que están distribuidas por el ancho de banda del sistema, el FDMA localizado (LFDMA) para transmitir en un bloque de subportadoras adyacentes o el FDMA mejorado (EFDMA) para transmitir en múltiples bloques de subportadoras adyacentes. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDMA. Un sistema de SC-FDMA puede implementar la norma 3GPP-LTE (Evolución a Largo Plazo del Proyecto de Asociación de Tercera Generación) u otras normas.

[0038] Las enseñanzas en el presente documento pueden incorporarse en (por ejemplo, implementarse dentro de, o realizarse mediante) diversos aparatos cableados o inalámbricos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo inalámbrico implementado de acuerdo a las enseñanzas en el presente documento puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

[0039] Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse como o conocerse como, un nodo B, un controlador de red de radio ("RNC"), un eNodoB, un controlador de estación base ("BSC"), una estación transceptora base ("BTS"), una estación base ("BS"), una función transceptora ("TF"), un encaminador 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 alguna otra terminología.

[0040] Una estación "STA" también puede comprender, implementarse como o conocerse como, un terminal de usuario, un terminal de acceso ("AT"), una estación de abonado, una unidad de abonado, una estación móvil, una estación remota, un terminal remoto, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo de usuario, o utilizando alguna otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono celular, un teléfono sin cable, un teléfono del 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 o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. En consecuencia, uno o más aspectos divulgados en el presente documento se pueden incorporar a un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular o un teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), un dispositivo de comunicación portátil, un auricular, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente personal de datos), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o de vídeo o una radio por satélite), un dispositivo o sistema de juegos, un dispositivo de sistema de localización global o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse a través de un medio inalámbrico.

[0041] La figura 1 es un diagrama que 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 figura 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 o una STA puede ser fijo/a 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 a, y proporciona coordinación y control para, los puntos de acceso.

[0042] Aunque partes de la siguiente divulgación describirán terminales de usuario 120 capaces de comunicarse mediante el acceso múltiple por división espacial (SDMA), en ciertos aspectos los terminales de usuario 120 pueden incluir también algunos terminales de usuario que no prestan soporte al SDMA. Por tanto, en lo que respecta a 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 prestan soporte al 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.

[0043] El sistema 100 emplea múltiples antenas transmisoras y múltiples antenas receptoras para la transmisión de datos en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El punto de acceso 110 está equipado con 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 colectivamente 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 subbandas 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 punto de acceso. 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.

[0044] El sistema de SDMA 100 puede ser un sistema de dúplex por división de tiempo (TDD) o un sistema de dúplex por división de frecuencia (FDD). En un sistema de TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencia. En un sistema de FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente usan bandas de frecuencia diferentes. El sistema de 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, cuando pueda soportarse el coste adicional). El sistema 100 también puede ser un sistema de TDMA si los terminales de usuario 120 comparten el mismo canal de frecuencia dividiendo la transmisión/recepción en diferentes intervalos temporales, donde cada intervalo temporal puede estar asignado a un terminal de usuario diferente 120.

[0045] La figura 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 252_{ma} a 252_{mu}, y el terminal de usuario 120x está equipado con $N_{ut,x}$ antenas 252_{xa} a 252_{xu}. 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 operado de forma independiente, capaz de transmitir datos mediante un canal inalámbrico, y una "entidad receptora" es un aparato o dispositivo operado de forma independiente, 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, N_{up} terminales de usuario se seleccionan para una transmisión simultánea en el enlace ascendente y N_{dn} terminales de usuario se seleccionan para una transmisión simultánea en el enlace descendente. N_{up} puede ser igual, o no, a N_{dn}, y N_{up} y N_{dn} pueden ser valores estáticos o pueden cambiar para cada intervalo de planificación. Se puede usar la orientación de haces o alguna otra técnica de procesamiento espacial en el punto de acceso 110 y/o en el terminal de usuario 120.

[0046] En el enlace ascendente, en cada terminal de usuario 120 seleccionado para la transmisión de enlace ascendente, un procesador de datos de TX 288 recibe datos de tráfico desde un origen 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 la transmisión al punto de acceso 110.

[0047] 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 respectivo flujo de símbolos de datos y transmitir al punto de acceso 110 su respectivo conjunto de flujos de símbolos de transmisión en el enlace ascendente.

[0048] En el punto de acceso 110, N_{up} antenas 224a a 224_{ap} 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 de recepción en los N_{up} flujos de símbolos recibidos desde las N_{up} unidades receptoras 222 y proporciona N_{up} flujos recuperados de símbolos de datos de enlace ascendente. El procesamiento espacial de recepción puede realizarse de acuerdo a 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, demodula, desintercala y decodifica) cada flujo recuperado de símbolos de datos de enlace ascendente, de acuerdo a la velocidad usada para ese flujo, para obtener datos decodificados. Los datos decodificados para cada terminal de usuario pueden proporcionarse a un sumidero de datos 244 para su almacenamiento y/o a un controlador 230 para su procesamiento adicional.

[0049] 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 ser enviados 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 conformación de haces) en los N_{dn} flujos de símbolos de datos de enlace descendente y proporciona N_{up} flujos de símbolos de transmisión para las N_{up} antenas. Cada unidad transmisora 222 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace descendente. N_{up} unidades transmisoras 222 pueden proporcionar N_{up} señales de enlace descendente para su transmisión desde N_{up} antenas 224, por ejemplo, para la transmisión a los terminales de usuario 120.

[0050] En cada terminal de usuario 120, $N_{ut,m}$ antenas 252 reciben las N_{up} señales de enlace descendente desde el punto de acceso 110. Cada unidad receptora 254 procesa una señal recibida desde una antena asociada 252 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial de RX 260 realiza el procesamiento espacial de recepción en los $N_{ut,m}$ flujos de símbolos recibidos desde las $N_{ut,m}$ unidades receptoras 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 a CCMI, MMSE o alguna otra técnica. Un procesador de datos de RX 270 procesa (por ejemplo, demodula, desintercala y decodifica) el flujo recuperado de símbolos de datos de enlace descendente para obtener datos decodificados para el terminal de usuario.

[0051] 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 habitualmente 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.

[0052] La figura 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.

[0053] 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.

[0054] 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, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), formaciones de compuertas programables in situ (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), controladores, máquinas de estados, lógica de compuertas, 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.

[0055] 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, microcódigo, 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.

[0056] El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir también una cubierta 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 transceptoras 316 pueden conectarse a la cubierta 308 y acoplarse eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores (no mostrados).

[0057] 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 señales tales como energía total, energía por sub-portadora 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.

[0058] 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, además de un bus de datos.

[0059] Ciertos aspectos de la presente divulgación prestan soporte a la transmisión de una señal de enlace ascendente (UL) desde múltiples STA a un AP. En algunos modos de realización, la señal de UL puede transmitirse en un sistema de MIMO de múltiples usuarios (MU-MIMO). De forma alternativa, la señal de UL puede transmitirse en un sistema de FDMA de múltiples usuarios (MU-FDMA) o un sistema de FDMA similar. Específicamente, las figuras 4 a 8, y 10 ilustran transmisiones de UL-MU-MIMO 410A, 410B, 1050A y 1050B que se aplicarían igualmente a las transmisiones de UL-FDMA. En estos modos de realización, las transmisiones de UL-MU-MIMO o de UL-FDMA pueden enviarse simultáneamente desde múltiples STA a un AP y pueden crear eficacias en la comunicación inalámbrica.

[0060] Un número creciente de dispositivos inalámbricos y móviles pone cada vez más presión en los requisitos de ancho de banda que se exigen para los sistemas de comunicaciones inalámbricas. Con recursos de comunicación limitados, es deseable reducir la cantidad de tráfico que pasa entre el AP y las múltiples STA. Por ejemplo, cuando múltiples terminales envían comunicaciones de enlace ascendente al punto de acceso, es deseable minimizar la cantidad de tráfico para completar el enlace ascendente de todas las transmisiones. Por lo tanto, los modos de realización descritos en el presente documento prestan soporte a la utilización de intercambios de comunicación, la planificación y ciertas tramas para aumentar el caudal de las transmisiones de enlace ascendente al AP.

[0061] La figura 4A es un diagrama de secuencia de tiempo que ilustra un ejemplo de un protocolo de UL-MU-MIMO 400 que se puede usar para comunicaciones de UL. Como se muestra en la figura 4A y junto con la figura 1, el AP 110 puede transmitir un mensaje de "despejado para transmitir" (CTX) 402 a los terminales de usuario 120, indicando cuales de los STA pueden participar en el esquema de UL-MU-MIMO, de manera que un STA particular sepa iniciar un UL-MU-MIMO. En algunos modos de realización, el mensaje de CTX puede transmitirse en una parte de carga útil de las unidades de datos del protocolo (PPDU) del protocolo de convergencia de capa física (PLCP). Un ejemplo de una estructura de trama CTX se describe posteriormente en mayor detalle con referencia a las figuras 12-15.

[0062] Una vez que un terminal de usuario 120 recibe un mensaje CTX 402 desde el AP 110 en el que figura el terminal de usuario, el terminal de usuario puede transmitir la transmisión de UL-MU-MIMO 410. En la figura 4A, la STA 120A y la STA 120B transmiten transmisión de UL-MU-MIMO 410A y 410B que contienen unidades de datos de protocolo (PPDU) del protocolo de convergencia de capa física (PLCP). Tras recibir la transmisión de UL-MU-MIMO 410ª, el AP 110 puede transmitir acuses de recibo en bloque (BA) 470 a los terminales de usuario 120.

[0063] La figura 4B es un diagrama de secuencia de tiempo que ilustra un ejemplo de un protocolo de UL-MU-MIMO que se puede usar para comunicaciones de UL. En la figura 4B, una trama CTX se agrega en un mensaje A-MPDU 407. El mensaje A-MPDU agregado 407 puede proporcionar tiempo a un terminal de usuario 120 para procesarlo antes de transmitir las señales UL o puede permitir que el AP 110 envíe datos a los terminales de usuario 120s antes de recibir datos de enlace ascendente.

[0064] No todos los AP o los terminales de usuario 120 pueden prestar soporte al funcionamiento de UL-MU-MIMO o UL-FDMA. Una indicación de capacidad de un terminal de usuario 120 puede indicarse en un elemento de capacidad inalámbrica de alta eficacia (HEW) que se incluye en una solicitud de asociación o solicitud de sondeo y puede incluir un bit de indicación de capacidad, el número máximo de flujos espaciales que un terminal de usuario 120 puede usar en una transmisión de UL-MU-MIMO, las frecuencias que un terminal de usuario 120 puede usar en una transmisión de UL-FDMA, la potencia mínima y máxima y la granularidad en la reducción de potencia, y el ajuste de tiempo mínimo y máximo que puede realizar un terminal de usuario 120.

[0065] Una indicación de capacidad de un AP puede indicarse en un elemento de capacidad HEW que se incluye en una respuesta de asociación, baliza o respuesta de sondeo y puede incluir un bit de indicación de capacidad, el número máximo de flujos espaciales que un solo terminal de usuario 120 puede usar en una transmisión de UL-MU-MIMO, las frecuencias que un solo terminal de usuario 120 puede usar en una transmisión de UL-FDMA, la granularidad de control de potencia requerida y el ajuste de tiempo mínimo y máximo requerido que un terminal de usuario 120 debería poder realizar.

[0066] En un modo de realización, los terminales de usuario capaces 120 pueden solicitar a un AP capaz de ser parte del protocolo UL-MU-MIMO (o UL-FDMA) enviando una trama de administración al AP que indica la solicitud de habilitación del uso de la característica UL-MU-MIMO. En un aspecto, un AP 110 puede responder otorgando el uso de la característica UL-MU-MIMO o negándolo. Una vez se concede el uso del UL-MU-MIMO, el terminal de usuario 120 puede esperar un mensaje CTX 402 en varios momentos. Además, una vez que un terminal de usuario 120 está habilitado para operar la característica de UL-MU-MIMO, el terminal de usuario 120 puede estar sujeto a seguir una cierta modalidad de funcionamiento. Si son posibles múltiples modos de operación, un AP puede indicar al terminal de usuario 120 qué modo usar en un elemento de capacidad HEW, una trama de gestión o en un elemento de operación. En un aspecto, los terminales de usuario 120 pueden cambiar las modalidades de funcionamiento y los parámetros dinámicamente durante el funcionamiento, enviando un elemento operativo diferente al AP 110. En otro aspecto, el AP 110 puede conmutar las modalidades de funcionamiento dinámicamente durante el funcionamiento, enviando un elemento operativo actualizado o una trama de gestión a un terminal de usuario 120 o en una baliza. En otro aspecto, las modalidades de funcionamiento pueden indicarse en la fase de configuración y puede configurarse por cada terminal de usuario 120 o para un grupo de terminales de usuario 120. En otro aspecto, la modalidad de funcionamiento puede especificarse por cada identificador de tráfico (TID).

[0067] La figura 5 es un diagrama de secuencia de tiempo que, junto con la figura 1, ilustra un ejemplo de una modalidad de funcionamiento de transmisión de UL-MU-MIMO. En esta realización, un terminal de usuario 120 recibe un mensaje CTX 402 desde un AP 110 y envía una respuesta inmediata al AP 110. La respuesta puede estar en forma de un mensaje de despejado para enviar (CTS) 408 u otro mensaje similar. En un aspecto, el requisito de enviar un CTS puede estar indicado en el mensaje CTX 402 o puede estar indicado en la fase de configuración de la comunicación. Como se muestra en la figura 5, STA 120 A y STA 120B pueden transmitir un mensaje CTS 1 408A y CTS 2 408B en respuesta a la recepción del mensaje CTX 402. El esquema de modulación y codificación (MCS) del

CTS 1 408A y el CTS 2 408B pueden basarse en el MCS del mensaje CTX 402. En este modo de realización, el CTS 1 408A y el CTS 2 408B contienen los mismos bits y la misma secuencia de aleatorización, por lo que pueden transmitirse al AP 110 al mismo tiempo. El campo de duración de las señales CTS 408 puede basarse en el campo de duración en el CTX, eliminando el tiempo para la PPDU del CTX. Las transmisiones UL-MU-MIMO 410A y 410B luego son enviadas por las STA 120A y 120B como se indica en las señales CTX 402. El AP 110 puede enviar después señales de acuse de recibo (ACK) a las STA 120A y 120B. En algunos aspectos, las señales de ACK pueden ser señales de ACK en serie para cada estación o BA. En algunos aspectos, los ACK pueden ser sondeados. Esta realización crea eficiencias al transmitir simultáneamente señales de CTS 408 desde múltiples STA a un AP 110 en lugar de secuencialmente, lo que ahorra tiempo y reduce la posibilidad de interferencia.

[0068] La figura 6 es un diagrama de secuencia de tiempo que, junto con la figura 1, ilustra otro ejemplo de una modalidad de funcionamiento de transmisión de UL-MU-MIMO. En este modo de realización, los terminales de usuario 120A y 120B reciben un mensaje CTX 402 desde un AP 110 y se les permite iniciar una transmisión UL-MU-MIMO en un momento (T) 406 después del final de la PPDU que lleva el mensaje CTX 402. El T 406 puede ser un espacio entre tramas corto (SIFS), espacio entre tramas de punto (PIFS), u otro tiempo potencialmente ajustado con desplazamientos adicionales como lo indica un AP 110 en el mensaje CTX 402 o mediante una trama de administración. El tiempo SIFS y PIFS puede fijarse en una norma o indicado por un AP 110 en el mensaje CTX 402 o en una trama de gestión. El beneficio de T 406 puede ser mejorar la sincronización o permitir que los terminales de usuario 120A y 120B tengan tiempo para procesar el mensaje CTX 402 u otros mensajes antes de la transmisión.

[0069] Con referencia a las figuras 4 a 6, junto con la figura 1, la transmisión de UL-MU-MIMO 410 puede tener una duración común. La duración de la transmisión de UL-MU-MIMO 410 para los terminales de usuario que utilizan la función UL-MU-MIMO puede indicarse en el mensaje CTX 402 o durante la fase de configuración. Para generar una PPDU de la duración requerida, un terminal de usuario 120 puede construir una unidad de datos de servicio PLCP (PSDU) para que la longitud de la PPDU coincida con la longitud indicada en el mensaje CTX 402. En otro aspecto, un terminal de usuario 120 puede ajustar el nivel de agrupación de datos en una unidad de datos de protocolo (A-MPDU) de control de acceso al medio (MAC) o el nivel de agrupación de datos en unas unidades de datos de servicio de MAC (A-MSDU), para aproximarse a la longitud de destino. En otro aspecto, un terminal de usuario 120 puede agregar delimitadores de relleno de fin de archivo (EOF) para alcanzar la longitud deseada. En otro enfoque, los campos de relleno o de relleno EOF se agregan al comienzo de la A-MPDU. Uno de los beneficios de tener todas las transmisiones UL-MU-MIMO de la misma longitud es que el nivel de potencia de la transmisión permanecerá constante.

[0070] En algunos modos de realización, un terminal de usuario 120 puede tener datos que cargar en el AP, pero el terminal de usuario 120 no ha recibido un mensaje CTX 402 u otra señal que indique que el terminal de usuario 120 puede iniciar una transmisión de UL-MU-MIMO.

[0071] En una modalidad de funcionamiento, los terminales de usuario 120 no pueden transmitir fuera de una oportunidad de transmisión (TXOP) de UL-MU-MIMO (por ejemplo, después del mensaje CTX 402). En otra modalidad de funcionamiento, los terminales de usuario 120 pueden transmitir tramas para inicializar una transmisión de UL-MU-MIMO y después pueden transmitir durante la TXOP de UL-MU-MIMO si, por ejemplo, se les indica que lo hagan en un mensaje CTX 402. En un modo de realización, la trama para inicializar una transmisión de UL-MU-MIMO puede ser una solicitud de transmisión (RTX), una trama diseñada específicamente con este fin (un ejemplo de una estructura de trama RTX se describe posteriormente más en detalle con referencia a las figuras 8 y 9). Las tramas RTX pueden ser las únicas que un terminal de usuario 120 puede usar para iniciar un UL MU MIMO TXOP. En un modo de realización, el terminal de usuario no puede transmitir fuera de una TXOP de UL-MU-MIMO, si no es mediante el envío de un RTX. En otro modo de realización, una trama para inicializar una transmisión de UL MU MIMO puede ser cualquier trama que indique a un AP 110 que un terminal de usuario 120 tiene datos que enviar. Puede ser negociado previamente que estas tramas indiquen una solicitud UL MU MIMO TXOP. Por ejemplo, se puede usar lo siguiente para indicar que un terminal de usuario 120 tiene datos que enviar y está solicitando una TXOP de UL MU MIMO: un RTS, una trama de datos o un conjunto de trama nulo de QoS con bits 8-15 de la trama de control de QoS para indicar más datos, o un sondeo de PS. En un modo de realización, el terminal de usuario no puede transmitir fuera de una TXOP de UL MU MIMO si no es enviando tramas para desencadenar esta TXOP, donde esta trama puede ser un RTS, un sondeo de PS o una trama nula de QoS. En otro modo de realización, el terminal de usuario puede enviar datos de enlace ascendente de usuario único de la manera habitual, y puede indicar una solicitud de una TXOP de UL-MU-MIMO activando bits en la trama de control de QoS de su paquete de datos. La figura 7 es un diagrama de secuencia de tiempo 700 que ilustra, junto con la figura 1, un ejemplo donde la trama para inicializar un UL-MU-MIMO es un RTX 701. En este modo de realización, el terminal de usuario 120 envía al AP 110 un RTX 701 que incluye información con respecto a la transmisión UL-MU-MIMO. Como se muestra en la figura 7, el AP 110 puede responder al RTX 701 con un mensaje CTX 402 que concede una TXOP de UL-MU-MIMO para enviar la transmisión de UL-MU-MIMO 410 inmediatamente después del mensaje CTX 402. En otro aspecto, el AP 110 puede responder con un CTS que concede una TXOP de UL de un solo usuario (SU). En otro aspecto, el AP 110 puede responder con una trama (por ejemplo, ACK o CTX con una indicación especial) que confirma la recepción del RTX 701 pero no concede una TXOP de UL-MU-MIMO inmediata. En otro aspecto, el AP 110 puede responder con una trama que confirma la recepción del RTX 701, no concede una TXOP de UL-MU-MIMO inmediata, pero concede una TXOP de UL-MU-MIMO

retardada y puede identificar el momento en que se concede la TXOP. En este modo de realización, el AP 110 puede enviar un mensaje CTX 402 para iniciar la transmisión de UL-MU-MIMO en el momento concedido.

[0072] En otro aspecto, el AP 110 puede responder al RTX 701 con un ACK u otra señal de respuesta que no conceda al terminal de usuario 120 una transmisión de UL-MU-MIMO, sino que indique que el terminal de usuario 120 deberá esperar un tiempo (T) antes de intentar otra transmisión (p. ej., enviar otro RTX). En este aspecto, el AP 110 puede indicar el tiempo (T) en la fase de configuración o en la señal de respuesta. En otro aspecto, un AP 110 y un terminal de usuario 120 pueden acordar un momento en el que el terminal de usuario 120 puede transmitir un RTX 701, un RTS, un sondeo de PS, o cualquier otra solicitud para una TXOP de UL-MU-MIMO.

[0073] En otra modalidad de funcionamiento, los terminales de usuario 120 pueden transmitir solicitudes de transmisiones de UL-MU-MIMO 410 de acuerdo al protocolo de contienda normal. En otro aspecto, los parámetros de contienda para los terminales de usuario 120 que usan UL-MU-MIMO se fijan en un valor diferente al de otros terminales de usuario que no usan la característica de UL-MU-MIMO. En este modo de realización, el AP 110 puede indicar el valor de los parámetros de contienda en una baliza, respuesta de asociación o mediante una trama de gestión. En otro aspecto, el AP 110 puede proporcionar un temporizador de retardo que impide que un terminal de usuario 120 transmita durante un cierto tiempo después de cada TXOP exitosa de UL-MU-MIMO o después de cada RTX, RTS, sondeo de PS o trama nula de QoS. El temporizador se puede reiniciar después de cada TXOP exitosa de UL-MU-MIMO. En un aspecto, el AP 110 puede indicar el temporizador de retardo a los terminales de usuario 120 en la fase de configuración, o el temporizador de retardo puede ser diferente para cada terminal de usuario 120. En otro aspecto, el AP 110 puede indicar el temporizador de retardo en el mensaje CTX 402 o el temporizador de retardo puede depender del orden de los terminales de usuario 120 en el mensaje CTX 402, y puede ser diferente para cada terminal.

[0074] En otra modalidad operativa, el AP 110 puede indicar un intervalo de tiempo durante el cual los terminales de usuario 120 están autorizados para transmitir una transmisión de UL-MU-MIMO. En un aspecto, el AP 110 indica un intervalo de tiempo a los terminales de usuario 120 durante el cual los terminales de usuario están autorizados para enviar un RTX, o un RTS u otra solicitud al AP 110, para solicitar una transmisión de UL-MU-MIMO. En este aspecto, los terminales de usuario 120 pueden usar un protocolo de contienda normal. En otro aspecto, los terminales de usuario no pueden iniciar una transmisión de UL-MU-MIMO durante el intervalo de tiempo, pero el AP 110 puede enviar un CTX u otro mensaje a los terminales de usuario para iniciar la transmisión de UL-MU-MIMO.

[0075] En ciertos modos de realización, un terminal de usuario 120 habilitado para UL-MU-MIMO puede indicar a un AP 110 que solicita una TXOP de UL-MU-MIMO porque tiene datos pendientes para el UL. En un aspecto, el terminal de usuario 120 puede enviar un RTS o un sondeo de PS para solicitar una TXOP de UL-MU-MIMO. En otro modo de realización, el terminal de usuario 120 puede enviar cualquier trama de datos, incluida una trama nula de datos de calidad de servicio (QoS), donde los bits 8 a 15 del campo de control de QoS indican una cola no vacía.

[0076] En un modo de realización, el terminal de usuario 120 puede determinar durante la fase de configuración qué tramas de datos (por ejemplo, RTS, encuesta de PS, nula de QoS, trama de datos de QoS, etc.) activarán una transmisión UL-MU-MIMO. En un modo de realización, las tramas RTS, encuesta de PS o de QoS nulas pueden incluir una indicación de 1 bit que permite o no permite que el AP 110 responda con un mensaje CTX 402. En un modo de realización, las tramas que se usan para activar una transmisión UL_MU pueden no requerir un ACK. En otro modo de realización, con referencia a las figuras 1 y 7, el terminal de usuario 120 puede enviar un RTX 701 para solicitar una TXOP de UL-MU-MIMO.

[0077] En respuesta a la recepción de un RTS, un RTX, un sondeo de PS, una trama nula de QoS u otra trama de activación, como se ha descrito anteriormente, un AP 110 puede enviar un mensaje CTX 402. En un modo de realización, con referencia a la figura 7, después de la transmisión del mensaje CTX 402 y de la finalización de las transmisiones de UL-MU-MIMO 410A y 410B, la TXOP vuelve a las STA 120A y 120B, que pueden decidir cómo usar la TXOP restante. En otro modo de realización, con referencia a la figura 7, después de la transmisión del mensaje CTX 402 y la finalización de las transmisiones de UL-MU-MIMO 410A y 410B, la TXOP vuelve con el AP 110 y el AP110 puede usar la TXOP restante para transmisiones de UL-MU-MIMO adicionales, mediante el envío de otro mensaje CTX 402 a las STA 120A y 120B o bien a otras STA.

[0078] La figura 8 es un diagrama de temporización de mensajes de un modo de realización de comunicación de enlace ascendente de múltiples usuarios. El intercambio de mensajes 800 muestra la comunicación de mensajes inalámbricos entre un AP 110 y tres estaciones 120a-c. El intercambio de mensajes 800 indica que cada una de las STA 120a-c transmite un mensaje de solicitud de transmisión (RTX) 802a-c al AP 110. Cada uno de los mensajes de RTX 802a-c indica que la estación de transmisión 120a-c tiene datos disponibles para ser transmitidos al AP 110.

[0079] Después de recibir cada uno de los mensajes RTX 802a-c, el AP 110 puede responder con un mensaje que indica que el AP 110 ha recibido el RTX. Como se muestra en la figura 8, el AP 110 transmite los mensajes ACK 803a-c en respuesta a cada mensaje RTX 802a-c. En algunos modos de realización, el AP 110 puede transmitir un mensaje (por ejemplo, un mensaje CTX) que indica que se ha recibido cada uno de los mensajes RTX 802a-c, pero que el AP 110 no ha otorgado una oportunidad de transmisión para las estaciones 120a-c de datos de enlace ascendente. En la

figura 8, después de enviar el mensaje ACK 803c, el AP 110 transmite un mensaje CTX 804. En algunos aspectos, el mensaje CTX 804 se transmite al menos a las estaciones STA 120a-c. En algunos aspectos, el mensaje CTX 804 es una difusión. En algunos aspectos, el mensaje CTX 804 indica qué estaciones tienen permiso para transmitir datos al AP 110 durante una oportunidad de transmisión. El tiempo de inicio de la oportunidad de transmisión y su duración pueden indicarse en el mensaje CTX 804 en algunos aspectos. Por ejemplo, el mensaje CTX 804 puede indicar que las estaciones STA 120a-c deberían establecer sus vectores de asignación de red para que sean congruentes con NAV 812.

[0080] En un momento indicado por el mensaje CTX 804, las tres estaciones 120a-c transmiten los datos 806a-c al AP 110. Los datos 806a-c se transmiten de forma al menos parcialmente simultánea durante la oportunidad de transmisión. Las transmisiones de datos 806a-c pueden utilizar transmisiones de múltiples entradas y múltiples salidas de múltiples usuarios de enlace ascendente (UL-MU-MIMO) o acceso múltiple por división de frecuencia de enlace ascendente (UL-FDMA).

[0081] En algunos aspectos, las estaciones STA 120a-c pueden transmitir datos de almohadilla, tales como las transmisiones de cada estación que transmiten durante una oportunidad de transmisión tienen aproximadamente la misma duración. El intercambio de mensajes 800 muestra la información de la almohadilla de transmisión de la STA 120a 808a, mientras que la STA 120c transmite la información de la almohadilla 808c. La transmisión de datos de relleno garantiza que las transmisiones desde cada una de las STA 120a-c finalicen aproximadamente al mismo tiempo. Esto puede proporcionar una potencia de transmisión más equitativa a lo largo de toda la duración de la transmisión, optimizando la eficacia de recepción del AP 110.

[0082] Después de que el AP 110 reciba las transmisiones de datos 806a-c, el AP 110 transmite mensajes de acuse de recibo 810a-c a cada una de las estaciones 120a-c. En algunos aspectos, los mensajes de acuse de recibo 810a-c pueden transmitirse al menos parcialmente de forma concurrente, utilizando DL-MU-MIMO o DL-FDMA.

[0083] La figura 8B es un diagrama de un modo de realización de una trama RTX 900. La trama RTX 900 incluye un campo de control de trama (FC) 910, un campo de duración 915 (opcional), un campo de dirección de transmisor (TA)/identificador de asignación (AID) 920, un campo de dirección de receptor (RA)/identificador de conjunto de servicios básicos (BSSID) 925, un campo de TID 930, un campo de tiempo de transmisión (TX) estimado 950 y un campo de potencia de TX 970. El campo FC 910 indica un subtipo de control o un subtipo de extensión. El campo de duración 915 indica a cualquier receptor de la trama RTX 900 que establezca el vector de asignación de red (NAV). En un aspecto, la trama RTX 900 puede no tener un campo de duración 915. El campo TA/AID 920 indica la dirección de origen, que puede ser un AID o una dirección de MAC completa. El campo RA/BSSID 925 indica el RA o BSSID de las STA para transmitir simultáneamente datos de enlace ascendente. En un aspecto, la trama RTX puede no contener un campo RA/BSSID 925. El campo TID 930 indica la categoría de acceso (AC) para la cual el usuario tiene datos. El campo de tiempo de TX estimado 950 indica un tiempo solicitado para la TXOP de UL, y puede ser el tiempo requerido para que un terminal de usuario 120 envíe todos los datos en su almacén temporal según el MCS planificado actual. El campo de potencia de TX 970 indica la potencia a la que se transmite la trama y puede ser utilizado por el AP para estimar la calidad de enlace y adaptar la indicación de reducción de potencia en una trama CTX.

[0084] En varios modos de realización, antes de que el AP 110 programe una transmisión UL MU, puede determinar qué STA 120 tienen datos para enviar. Si el AP no tiene ya suficiente información para programar una transmisión UL MU, puede recopilar esta información. Cuanto más eficientemente pueda recopilar esta información, más ganancias se pueden ver en las transmisiones UL MU. El uso de una trama de trama de programación de estaciones (SSF) para programar la recopilación de información de las STA 120 es una forma eficiente de obtener la información necesaria de las STA 120.

[0085] En un modo de realización, un AP 110 puede usar una trama de programación de estaciones (SSF) para programar la transmisión de múltiples tramas de información de estaciones (SIF) desde los terminales de usuario 120. La trama SSF puede ser una trama corta para permitir una comunicación más rápida para desencadenar una respuesta desde los terminales de usuario. La SSF puede incluir cualquier trama de programación de control de acceso de medios multiusuario (MAC MU), tal como el mensaje CTX 402 u otro mensaje que indique que los terminales de usuario 120 envían una SIF. Por ejemplo, la SSF puede incluir cualquiera de las tramas CTX descritas en el presente documento con respecto a las figuras 10-13, más una indicación que solicita que las STA 120 solo envíen información de retroalimentación. En otro modo de realización, la SSF puede incluir un CTX que permite solo un corto período de tiempo para que las STA 120 transmitan. En consecuencia, las STA 120 pueden determinar que deben enviar información de retroalimentación solamente. En otro ejemplo, la SSF puede incluir una trama DL MU.

[0086] La SIF contiene información que indica que los terminales de usuario 120 tienen datos, cuántos datos tienen y qué tipo de datos (por ejemplo, una clase de acceso). También puede incluir la potencia de transmisión que se está utilizando para enviar esa SIF. En un modo de realización, la SIF es un paquete de datos nulos (NDP). En otro modo de realización, la SIF puede incluir un paquete nulo de QoS, un RTX o un RTX sin la dirección de destino o el campo de duración. Más específicamente, la SIF puede ser un paquete nulo de QoS con el campo de control de QoS y/o el campo de control de secuencia modificado para incluir información adicional (ver las figuras 9C-9D). Esta información adicional puede incluir tamaños de memoria intermedia para múltiples TID, la potencia de TX, MCS deseado, etc. En

varias realizaciones, la SIF puede incluir cualquier trama con información adicional sobre el tamaño de la memoria intermedia de la STA incluida, por ejemplo, un bloque ACK con información adicional podría ser una SIF.

[0087] El intercambio de SIF/SSF puede optimizarse utilizando un TDMA, FDMA, SDMA, OFDMA, UL-MU-MIMO, o cualquier otro sistema de comunicación que se base en un esquema de multiplexación ortogonal.

[0088] La figura 9A es un diagrama de secuencia de tiempo que ilustra un ejemplo de un intercambio SSF/SIF en un sistema FDMA. En esta realización, la SSF 1405 contiene una lista de terminales de usuario 120 para enviar las SIF 1410 a un AP 110. La SSF 1405 también puede contener información de ajuste de potencia para controlar la potencia de las señales de transmisión 1410 del FDMA. Las SIF 1410A y 1410B, así como el número máximo de bloques de información TID permitidos en una SIF 1410, pueden negociarse previamente, de modo que la respuesta de la SIF sea siempre una duración de tiempo fija. Alternativamente, la cantidad de tiempo para la respuesta de la SIF 1410 puede negociarse previamente. La cantidad de tiempo para la respuesta de la SIF 1410 también puede incluirse en la SSF 1405. Cuando se conoce el tiempo de respuesta, los terminales de usuario 120 podrían enviar a MCS más altos y, por lo tanto, enviar más TID. La asignación de frecuencia basada en el orden del terminal de usuario 120 en la SSF también se puede negociar previamente para determinar qué terminal de usuario 120 obtiene qué bloque de 20 MHz para la comunicación.

[0089] La figura 9B es un diagrama de secuencia de tiempo que ilustra un ejemplo de un intercambio SSF/SIF en un sistema TDMA. En esta realización, la SSF 1405 contiene una lista de terminales de usuario 120 para enviar las SIF 1410 a un AP 110. En esta realización, las SIF 1410A y 1410B se envían secuencialmente por los terminales de usuario 120A y 120B, respectivamente. El MCS de las SIF 1410A y 1410B, así como el número máximo de TID permitidos en una SIF 1410 se pueden negociar previamente para determinar el tiempo de cada SIF 1410. Por ejemplo, si un terminal de usuario 120 tiene menos que el número máximo de TID para completar, el terminal de usuario 120 puede llenar los TID restantes con relleno para que todos las SIF tengan la misma longitud. Alternativamente, la cantidad de tiempo para la respuesta de la SIF 1410 puede negociarse previamente. La cantidad de tiempo para la respuesta de la SIF 1410 también puede incluirse en la SSF 1405. Cuando se conoce el tiempo de respuesta, los terminales de usuario 120 podrían enviar a MCS más altos y, por lo tanto, enviar más bloques de información TID.

[0090] En otro modo de realización, el intercambio SSF/SIF puede tener lugar en el sistema OFDMA. En este modo de realización, la SSF 1410 contiene el número total de terminales de usuario 120 a los que se les pide que envíen las SIF 1410 y una lista de terminales de usuario 120 para enviar las SIF 1410 a un AP 110. La SSF 1405 también puede contener información de ajuste de potencia para controlar la potencia de las señales de transmisión 1410 de la SIF. En este modo de realización, el MCS de las SIF 1410 y el número de bloques de información TID en la SIF 1410 pueden ser negociados previamente. Alternativamente, la cantidad de tiempo para la respuesta de la SIF 1410 también puede incluirse en la SSF 1405 o negociarse previamente. Cuando el terminal de usuario 120 conoce el tiempo de respuesta, los terminales de usuario 120 podrían enviar a MCS más altos y, por lo tanto, enviar más TID. En un aspecto, el mapeo del orden de los terminales de usuario 120 a las subportadoras puede ser negociado previamente y sería una función de la cantidad de terminales de usuario 120 a los que se les pide que envíen una SIF 1410.

[0091] En otro modo de realización, el intercambio SSF/SIF puede tener lugar en un sistema UL-MU-MIMO. En esta realización, la SSF 1410 contiene una lista de terminales de usuario 120 para enviar las SIF 1410 a un AP 110. La SSF 1405 también puede contener información de ajuste de potencia para controlar la potencia de las señales de transmisión 1410 de la SIF. En esta realización, el MCS de las SIF 1410 puede ser negociado previamente. En un aspecto, el mapeo de los terminales de usuario 120 ordenados a flujos espaciales puede ser negociado previamente y sería una función de la cantidad de terminales de usuario 120 que se le pide que envíe una SIF 1410. Además, el número máximo de TID permitidos en una SIF 1410 y la cantidad de tiempo para la respuesta de la SIF 1410 pueden negociarse previamente. Alternativamente, la cantidad de tiempo para la respuesta de la SIF 1410 también puede incluirse en la SIF 1410, o negogiarse previamente. Cuando el terminal de usuario 120 conoce el tiempo de respuesta, los terminales de usuario 120 podrían enviar a MCS más altos y, por lo tanto, enviar más TID.

[0092] La figura 9C es un diagrama de un ejemplo de una estructura de trama SSF 1400C. En este modo de realización, la trama SSF 1000 es una trama de control que incluye un campo de control de trama (FC) 1005, un campo de duración 1010, un campo de dirección de transmisor (TA) 1015, un campo de control (CTRL) 1020, un campo de duración de PPDU 1025, un campo de indicación SSF 1027, un campo de información (info) de STA 1030 y un campo de secuencia de comprobación de trama (FCS) 1080. Aunque se muestran varios campos, un experto en la técnica medio puede apreciará que la trama SSF 1400C puede incluir campos adicionales, campos que se pueden reordenar, eliminar y/o redimensionar, y variarse el contenido de los campos. Por ejemplo, en diversos modos de realización, los campos de información de STA 1030-1075 se pueden omitir, o la indicación SSF 1027 se puede incluir dentro de los campos de información de STA 1030-1075 en una base por STA.

[0093] El campo FC 1005 indica un subtipo de control o un subtipo de extensión. El campo de duración 1010 indica a cualquier receptor de la trama SSF 1400C que establezca el vector de asignación de red (NAV). El campo TA 1015 indica la dirección de transmisor o un BSSID. El campo CTRL 1020 es un campo genérico que puede incluir información acerca del formato de la parte restante de la trama (por ejemplo, el número de campos de información de STA y la presencia o ausencia de cualquier subcampo dentro de un campo de información de STA), indicaciones para

la adaptación de la velocidad para los terminales de usuario 100, indicación del TID permitido e indicación de que se debe enviar un SSF inmediatamente después de la trama CTX 1400C. Las indicaciones para la adaptación de la velocidad pueden incluir información de la velocidad de datos, tal como un número que indica cuánto debería reducir la STA sus MCS, en comparación con el MCS que la STA habría utilizado en una única transmisión de usuario. El campo CTRL 1020 también puede indicar si la trama SSF 1400C se está utilizando para UL-MU-MIMO o para UL-FDMA, o ambos, lo que indica si un campo de asignación de Nss o de tono está presente en el campo de información de STA 1030.

[0094] De forma alternativa, la indicación de si el SSF es para UL MU MIMO o para UL FDMA puede basarse en el valor del subtipo. Obsérvese que las operaciones de UL-MU-MIMO y de UL-FDMA se pueden realizar conjuntamente especificando para un STA tanto los flujos espaciales que se utilizarán como el canal que se utilizará, en cuyo caso ambos campos están presentes en el SSF; en este caso, la indicación Nss se refiere a una asignación de tono específica.

[0095] El campo de duración de PPDU 1025 indica la duración de la siguiente PPDU de UL-MU-MIMO que los terminales de usuario 120 pueden enviar. En diversos modos de realización, la duración de la PPDU 1025 puede indicar que la SSF 1400C es una SSF y la indicación de la SSF 1027 puede omitirse. Por ejemplo, cuando la duración de la PPDU 1025 está por debajo de un tiempo límite, las STA 120 pueden interpretar la trama 1400C como una SSF. Como otro ejemplo, la duración de la PPDU 1025 se puede establecer en un valor específico que indica una SSF como, por ejemplo, cero.

[0096] La indicación de SSF 1027 puede indicar una solicitud para que las STA 120 envíen solo información de retroalimentación. En un modo de realización, la indicación de SSF 1027 puede ser una bandera de un bit. En otro modo de realización, la SSF puede ser un mapa de bits, una lista u otro campo. En algunos modos de realización, la indicación de SSF 1027 puede incluirse en los campos de información de STA 1030-1075, o en cualquier otro tipo de trama que se describe en el presente documento, tal como, por ejemplo, cualquier trama DL MU.

[0097] El campo de información de STA 1030 contiene información acerca de un STA particular y puede incluir un conjunto de información por cada STA (por cada terminal de usuario 120) (véase la información de STA 1 1030 y la información de STA N 1075). El campo Info STA 1030 puede ser cualquiera de los campos descritos en el presente documento, tales como los descritos a continuación con respecto a los campos de las figuras 10-13.

[0098] En algunos modos de realización, los campos de información de STA 1030-1075 pueden excluirse de la trama SSF 1400C. En estos modos de realización, la trama SSF 1400C con los campos de información STA faltantes puede indicar a los terminales de usuario 120 que reciben la trama SSF 1400C que se ha recibido un mensaje de solicitud para enviar datos de enlace ascendente (por ejemplo, RTS, RTX o QoS nulos), pero una oportunidad de transmisión no ha sido concedida. En algunas realizaciones, el campo de control 1020 puede incluir información con respecto al enlace ascendente solicitado. Por ejemplo, el campo de control 1020 puede incluir un tiempo de espera antes de enviar datos u otra solicitud, un código de motivo por el cual no se concedió la solicitud u otros parámetros para controlar el acceso al medio desde el terminal de usuario 120. Una trama SSF con campos de información STA faltantes también puede aplicarse a las tramas SSF 1100, 1200 y 1300 que se describen a continuación.

[0099] En algunos modos de realización, un terminal de usuario 120 que recibe un SSF con una indicación de TID permitido 1042 solo puede transmitir datos de ese TID, datos del mismo TID o de un TID superior, datos del mismo TID o de un TID inferior, cualquier dato o solo datos de ese TID en primer lugar; después, si no hay datos disponibles, datos de otros TID. El campo FCS 1080 indica que transporta un valor de FCS utilizado para la detección de errores de la trama SSF 1400C.

[0100] La figura 9D muestra un campo de control de QoS 1400D para una trama SIF, de acuerdo con una realización. El campo de control de QoS 1400D puede incluirse, por ejemplo, en la SIF 1410A de la figura 9B, o cualquier otra trama descrita en el presente documento. Aunque varios campos y posiciones de bits se muestran, un experto en la técnica medio apreciará que los campos de control de QoS pueden incluir campos adicionales, campos que se pueden reordenar, eliminar y/o redimensionar, y el contenido de los campos puede variar.

[0101] En el modo de realización ilustrado, el campo de control nulo de QoS 1400D tiene una longitud de 16 bits. En diversos modos de realización, el campo de control nulo de QoS 1400D puede tener otra longitud, tal como 8-24 bits de longitud, 12-20 bits de longitud o una longitud variable. El campo de control nulo de QoS ilustrado 1400D incluye un campo de información de estación acumulativa de cuatro bits en los bits 0-3, una bandera de información de estación en el bit 4, un indicador de política ACK en los bits 5-6, una bandera de formato QoS en el bit 9 y un umbral de mapa de bits de 8 bits en los bits 8-15.

[0102] La bandera de información de la estación sirve para indicar el tipo de información de la estación proporcionada en el campo de información de la estación. El indicador de política ACK sirve para indicar cómo deben reconocerse las comunicaciones. El indicador de formato de QoS sirve para indicar que el campo 1400D de QoS es el que se muestra en la figura 9D (a diferencia de, por ejemplo, el campo definido en 802.11ac).

[0103] Cuando la bandera de información de la estación no está establecida (como se muestra, cero), el campo de información de la estación acumulada indica una duración total solicitada de TXOP en todos los TID. La duración total solicitada de TXOP se puede designar en unidades de tiempo (TU), milisegundos, símbolos o cualquier otra unidad. Cuando se establece el indicador de información de la estación (como se muestra, uno), el campo de información de la estación indica un tamaño de cola total en todos los TID. El umbral del mapa de bits indica, en el bit i, si la duración de TXOP solicitada para TID i está por encima de un umbral particular. El umbral puede ser preajustado, definido por el AP 104, determinado dinámicamente, etc.

[0104] La figura 9E muestra un posible mapa de bits para el campo de control de secuencia 1400E para una trama SIF, de acuerdo con un modo de realización. El campo de control de secuencia 1400E puede incluirse, por ejemplo, en la SIF 1410A de la figura 9B, o cualquier otra trama descrita en el presente documento. Aunque varios campos y posiciones de bits se muestran, un experto en la técnica medio puede apreciar que el paquete de capa física ilustrado puede incluir campos adicionales, los campos se pueden reordenar, eliminar y/o redimensionar, y el contenido de los campos puede variar.

[0105] En el modo de realización ilustrado, el campo de control de secuencia nulo de QoS 1400E tiene una longitud de 16 bits. En diversos modos de realización, el campo de control de secuencia nulo de QoS 1400E puede tener otra longitud, tal como 8-24 bits de longitud, 12-20 bits de longitud o una longitud variable. El campo de control de secuencia 1400E ilustrado incluye un indicador de información de estación en el bit 1 y un campo de información de estación en los bits 2-15. La bandera de información de la estación sirve para indicar el tipo de información de la estación proporcionada en el campo de información de la estación.

[0106] Cuando la bandera de información de la estación no está establecida (como se muestra, cero), el campo de información de la estación incluye un primer TID en los bits 1-3, una longitud de cola para el primer TID en los bits 4-8, un segundo TID en los bits 9 -11, y una longitud de cola para el segundo TID en los bits 12-15. Cuando se establece el indicador de información de la estación (como se muestra, uno), el campo de información de la estación indica una longitud de cola de dos bits para cada uno de los primeros 9 TID y una longitud de cola de un bit para el 8º TID.

[0107] Como se ha expuesto anteriormente, el mensaje CTX 402 puede usarse en varias comunicaciones. La figura 10 es un diagrama de un ejemplo de una estructura de trama CTX 1000. En este modo de realización, la trama CTX 1000 es una trama de control que incluye un campo de control de trama (FC) 1005, un campo de duración 1010, un campo de dirección de transmisor (TA) 1015, un campo de control (CTRL) 1020, un campo de duración de PPDU 1025, un campo de información (info) de STA 1030 y un campo de secuencia de comprobación de trama (FCS) 1080. El campo FC 1005 indica un subtipo de control o un subtipo de extensión. El campo de duración 1010 indica a cualquier receptor de la trama CTX 1000 que establezca el vector de asignación de red (NAV). El campo TA 1015 indica la dirección de transmisor o un BSSID. El campo CTRL 1020 es un campo genérico que puede incluir información acerca del formato de la parte restante de la trama (por ejemplo, el número de campos de información de STA y la presencia o ausencia de cualquier subcampo dentro de un campo de información de STA), indicaciones para la adaptación de la velocidad para los terminales de usuario 100, indicación del TID permitido e indicación de que se debe enviar un CTS inmediatamente después de la trama CTX 1000. Las indicaciones para la adaptación de la velocidad pueden incluir información de la velocidad de datos, tal como un número que indica cuánto debería reducir la STA sus MCS, en comparación con el MCS que la STA habría utilizado en una única transmisión de usuario. El campo CTRL 1020 también puede indicar si la trama CTX 1000 se está utilizando para UL MU MIMO o para UL FDMA, o ambos, lo que indica si un campo de asignación de Nss o de tono está presente en el campo de información de STA 1030.

[0108] De forma alternativa, la indicación de si el CTX es para UL-MU-MIMO o para UL-FDMA puede basarse en el valor del subtipo. Obsérvese que las operaciones de UL-MU-MIMO y de UL-FDMA se pueden realizar conjuntamente especificando para un UT tanto los flujos espaciales que se utilizarán como el canal que se utilizará, en cuyo caso ambos campos están presentes en el CTX; en este caso, la indicación Nss se refiere a una asignación de tono específica. El campo de duración de PPDU 1025 indica la duración de la siguiente PPDU de UL-MU-MIMO que los terminales de usuario 120 pueden enviar. El campo de información de STA 1030 contiene información acerca de un STA particular y puede incluir un conjunto de información por cada STA (por cada terminal de usuario 120) (véase la información de STA 1 1030 y la información de STA N 1075). El campo de información de STA 1030 puede incluir un campo de dirección de AID o MAC 1032 que identifica una STA, un campo del número de flujos espaciales (Nss) 1034 que indica el número de flujos espaciales que una STA puede usar (en un sistema de UL-MU-MIMO), un campo de ajuste de tiempo 1036 que indica el tiempo con respecto al cual una STA debe ajustar su transmisión en comparación con la recepción de una trama de activación (el CTX en este caso), un campo de ajuste de potencia 1038 que indica una reducción de potencia que una STA debería tomar a partir de un potencia de transmisión declarada, un campo de asignación de tono 1040 que indica los tonos o frecuencias que un UT puede usar (en un sistema de UL-FDMA), un campo de TID permitido 1042 que indica el TID permitido, un campo de modalidad de TX permitida 1044 que indica las modalidades de TX permitidas, un campo MCS 1046 que indica el MCS que la STA debería utilizar y, un campo de tiempo de inicio de TX 1048 que indica un tiempo de inicio para la STA para transmitir datos de enlace ascendente. En algunas realizaciones, los modos de TX permitidos pueden incluir un modo de intervalo de protección corto/largo (GI) o prefijo cíclico, un modo de código de convolución binaria (BCC)/verificación de paridad de baja densidad (LDPC) (generalmente, un modo de codificación), o un modo de codificación de bloque de espacio-tiempo (STBC).

[0109] En algunos modos de realización, los campos de información de STA 1030-1075 pueden excluirse de la trama CTX 1000. En estos modos de realización, la trama CTX 1000 con los campos de información STA faltantes puede indicar a los terminales de usuario 120 que reciben la trama CTX 1000 que se ha recibido un mensaje de solicitud para enviar datos de enlace ascendente (por ejemplo, RTS, RTX o QoS nulos), pero una oportunidad de transmisión no ha sido concedida. En algunas realizaciones, el campo de control 1020 puede incluir información con respecto al enlace ascendente solicitado. Por ejemplo, el campo de control 1020 puede incluir un tiempo de espera antes de enviar datos u otra solicitud, un código de motivo por el cual no se concedió la solicitud u otros parámetros para controlar el acceso al medio desde el terminal de usuario 120. Una trama CTX con campos de información STA faltantes también puede aplicarse a las tramas CTX 1100, 1200 y 1300 que se describen a continuación.

[0110] En algunos modos de realización, un terminal de usuario 120 que recibe un CTX con una indicación de TID permitido 1042 solo puede transmitir datos de ese TID, datos del mismo TID o de un TID superior, datos del mismo TID o de un TID inferior, cualquier dato o solo datos de ese TID en primer lugar; después, si no hay datos disponibles, datos de otros TID. El campo FCS 1080 indica que transporta un valor de FCS utilizado para la detección de errores de la trama CTX 1000.

[0111] La figura 11 es un diagrama de otro ejemplo de una estructura de trama CTX 1100. En este modo de realización y junto con la figura 10, el campo de información de STA 1030 no contiene el campo de AID o de dirección de MAC 1032 y, en cambio, la trama CTX 1000 incluye un campo de identificador de grupo (GID) 1026 que identifica los STA para transmitir simultáneamente datos de enlace ascendente mediante un identificador de grupo en lugar de un identificador individual. La figura 12 es un diagrama de otro ejemplo de una estructura de trama CTX 1200. En este modo de realización y junto con la figura 11, el campo GID 1026 se reemplaza por un campo RA 1014 que identifica un grupo de los STA mediante una dirección MAC de multidifusión.

[0112] La figura 13 es un diagrama de un ejemplo de una estructura de trama CTX 1300. En este modo de realización, la trama CTX 1300 es una trama de gestión que incluye un campo de cabecera de MAC de gestión 1305, un campo de cuerpo 1310 y un campo de FCS 1380. El campo de cuerpo 1310 incluye un campo ID de IE 1315 que identifica un elemento de información (IE), un campo LEN 1320 que indica la longitud de la trama CTX 1300, un campo CTRL 1325 que incluye la misma información que el campo CTRL 1020, un campo de duración de PPDU 1330 que indica la duración de la siguiente PPDU de UL-MU-MIMO que los terminales de usuario 120 pueden enviar, un campo de información de STA 1 1335 y un campo de MCS 1375 que puede indicar el MCS que todos los STA utilizarán en la siguiente transmisión de UL-MU-MIMO, o un retroceso de MCS que todos los STA utilizarán en la siguiente transmisión de UL-MU-MIMO. El campo de información de STA 1 1335 (junto con el campo de información de STA N 1370) representa un campo por cada STA que incluye el campo AID 1340 que identifica un STA, un campo de número de flujos espaciales (Nss) 1342 que indica el número de flujos espaciales que un STA puede usar (en un sistema de UL-MU-MIMO), un campo de ajuste de tiempo 1344 que indica el tiempo con respecto al cual un STA debería ajustar su tiempo de transmisión en comparación con la recepción de una trama de activación (el CTX en este caso), un campo de ajuste de potencia 1348 que indica una reducción de potencia que un STA debería realizar a partir de una potencia de transmisión declarada, un campo de asignación de tono 1348 que indica los tonos o frecuencias que un STA puede usar (en un sistema de UL-FDMA), un campo de TID permitido 1350 que indica el TID permitido y un campo de tiempo de inicio de TX 1048 que indica un tiempo de inicio para que el STA transmita datos de enlace ascendente.

[0113] En un modo de realización, la trama CTX 1000 o la trama CTX 1300 pueden agruparse en una A-MPDU para dar tiempo a un terminal de usuario 120 para el procesamiento antes de transmitir las señales de UL. En este modo de realización, se pueden agregar rellenos o datos después del CTX para dar a un terminal de usuario 120 tiempo adicional para procesar el próximo paquete. Un beneficio de rellenar una trama CTX puede ser evitar posibles problemas de contienda para las señales de UL desde otros terminales de usuario 120, en comparación con el aumento del espacio entre tramas (IFS), como se ha descrito anteriormente. En un aspecto, si el CTX es una trama de gestión, se pueden enviar elementos adicionales de información (IE) de relleno. En un aspecto, si el CTX se agrupa en una A-MPDU adicional, se pueden incluir delimitadores adicionales de relleno de A-MPDU. Los delimitadores de relleno pueden ser delimitadores de final de trama (EoF) (4 Octetos) u otros delimitadores de relleno. En otro aspecto, el relleno se puede conseguir añadiendo las MPDPU de datos, de control o de gestión, siempre que no requieran ser procesadas dentro del tiempo de respuesta de IFS. Las MPDU pueden incluir una indicación que indica al receptor que no se requiere ninguna respuesta inmediata y que no será requerida por ninguna de las MPDU siguientes. En otro aspecto, los terminales de usuario 120 pueden solicitar a un AP 110 una duración mínima o un relleno para la trama CTX. En otro modo de realización, el relleno se puede conseguir añadiendo símbolos de OFDMA de PHY, que pueden incluir bits no definidos que no transportan información, o pueden incluir secuencias de bits que transportan información, siempre que no sea necesario procesarlas dentro del tiempo de IFS.

[0114] En algunos modos de realización, un AP 110 puede iniciar una transmisión de CTX. En un modo de realización, un AP 110 puede enviar un mensaje CTX 402 de acuerdo al protocolo de contienda de acceso mejorado a canal de distribución (EDCA) normal. En otro modo de realización, un AP 110 puede enviar un mensaje CTX 402 en momentos planificados. En este modo de realización, los tiempos planificados pueden ser indicados por el AP 110 a los terminales de usuario 120 mediante el uso de una indicación de ventana de acceso restringido (RAW) en una baliza que indica un tiempo reservado para que un grupo de terminales de usuario 120 acceda al medio, un acuerdo de tiempo de activación de destino (TWT) con cada terminal de usuario 120, que indica a múltiples terminales de

usuario 120 que se despierten al mismo tiempo para participar en una transmisión de UL-MU-MIMO, o información en otros campos. Fuera de la RAW y el TWT se puede permitir que un terminal de usuario 102 transmita cualquier trama, o solo un subconjunto de tramas (por ejemplo, tramas sin datos). También puede estar prohibido transmitir ciertas tramas (por ejemplo, puede estar prohibido transmitir tramas de datos). El terminal de usuario 120 también puede indicar que está en estado de suspensión. Una ventaja de planificar un CTX es que a múltiples terminales de usuario 120 se puede indicar un mismo TWT o tiempo de RAW y pueden recibir una transmisión desde un AP 110.

[0115] La figura 14 es un diagrama de flujo 2100 para un procedimiento a modo de ejemplo de comunicación inalámbrica que se puede emplear dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100 de las figuras 1-2. El procedimiento se puede implementar, en su totalidad o en parte, mediante los dispositivos descritos en el presente documento, tales como el dispositivo inalámbrico 302 mostrado en la FIG. 3. Aunque el procedimiento ilustrado se describe en el presente documento con referencia al sistema de comunicación inalámbrica 100 expuesto anteriormente con respecto a la figura 1, y las tramas y secuencias de tiempo expuestas anteriormente con respecto a las figuras 9A-9E, una persona medianamente experta en la técnica apreciará que el procedimiento ilustrado puede implementarse mediante otro dispositivo descrito en el presente documento, o cualquier otro dispositivo adecuado. Aunque el procedimiento ilustrado se describe en el presente documento con referencia a un orden particular, en diversos modos de realización, los bloques del presente documento se pueden realizar en un orden diferente, u omitir, y se pueden añadir bloques adicionales.

[0116] En primer lugar, en el bloque 2105, un aparato transmite un mensaje de programación a una o más estaciones. El mensaje de programación solicita a una o más estaciones que transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación. Por ejemplo, el AP 110 puede transmitir el SSF 1405 a una o más STA 120, que pueden recibir el mensaje de programación.

[0117] En diversas realizaciones, el mensaje de programación puede incluir un mensaje de programación de MAC MU. Por ejemplo, el mensaje de programación puede incluir la SSF 1405 o 1400C, que puede ser un CTX. El mensaje de programación puede incluir una solicitud explícita de información de la estación. Por ejemplo, el SSF 1400C puede incluir la indicación de SSF 1027. El mensaje de programación puede asignar una cantidad de tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente que indica que solo se solicita información de la estación. Por ejemplo, la SSF 1400C puede incluir una duración de PPDU 1025 que puede estar por debajo de un umbral que indica que solo se solicita información de la estación.

[0118] En diversas realizaciones, el mensaje de programación puede incluir un paquete multiusuario de enlace descendente. El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de múltiples entradas y múltiples salidas (MU MIMO). El paquete multiusuario de enlace descendente puede incluir un paquete multiusuario de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal o multiplexación por división de frecuencia (MU OFDMA/FDM).

[0119] A continuación, en el bloque 2110, el aparato recibe una pluralidad de mensajes de información de la estación. Los mensajes de información de la estación indican información de la estación. Por ejemplo, el AP 110 puede recibir las SIF 1410A y 1410B de las STA 120, que pueden transmitir los mensajes.

[0120] En diversas realizaciones, la información de la estación incluye uno o más de: información de la memoria intermedia de indicación de tráfico (TID), una potencia de transmisión y un esquema de codificación y modulación solicitado (MCS). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un mensaje listo para enviarse (RTX). El RTX omite un campo de destino y/o duración. Por ejemplo, las SIF 1410A y 1410B pueden ser cualquiera de las tramas anteriores.

[0121] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un paquete de datos nulos (NDP). En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir una trama nula de calidad de servicio (QoS). La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de QoS que incluye información adicional de la estación. La trama nula de QoS puede incluir un campo de control de secuencia que incluye información adicional de la estación. Por ejemplo, las SIF 1410A y 1410B pueden ser cualquiera de las tramas anteriores.

[0122] En diversas realizaciones, al menos un mensaje de información de estación puede incluir un acuse de recibo de bloque (BACK). En diversas realizaciones, los mensajes de información de la estación incluyen al menos uno de: un mensaje de enlace múltiple (UL) multiusuario (MU) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), un mensaje de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal UL MU (OFDMA), un mensaje de acceso múltiple programado por división de tiempo (TDMA), y un mensaje de multiplexación por división de frecuencia UL MU (FDM). Por ejemplo, las SIF 1410A y 1410B pueden ser cualquiera de las tramas anteriores.

[0123] Luego, en el bloque 2115, el aparato transmite un mensaje de programación de multiusuario de control de acceso de medios (MAC MU) a dos o más estaciones. El mensaje de programación de MAC MU se incluye en una parte de la carga útil de una unidad de datos de capa física (PPDU) e indica una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicita a las dos o más estaciones que transmitan simultáneamente datos de enlace ascendente en un

momento específico. Por ejemplo, el AP 110 puede transmitir el CTX 1435 a las STA 120, que pueden recibir la trama de programación de MAC MU. En respuesta, las STA 120 pueden transmitir los datos de UL.

[0124] En un modo de realización, el procedimiento mostrado en la figura 14 se puede implementar en un dispositivo inalámbrico que puede incluir un circuito de transmisión, un circuito de recepción y un circuito de preparación. Los expertos en la técnica apreciarán que un dispositivo inalámbrico puede tener más componentes que el dispositivo inalámbrico simplificado descrito en el presente documento. El dispositivo inalámbrico descrito en el presente documento incluye solo los componentes útiles para describir algunas características prominentes de implementaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

[0125] El circuito de transmisión puede configurarse para transmitir el mensaje de programación o el mensaje de programación de MAC MU. En un modo de realización, el circuito de transmisión puede configurarse para implementar al menos uno de los bloques 2105 y 2115 del diagrama de flujo 2100 (figura 14). El circuito de transmisión puede incluir uno o más del transmisor 310 (figura 3), el transceptor 314 (figura 3), la(s) antena(s) 316, el procesador 304 (figura 3), el DSP 320 (figura 3) y la memoria 306 (figura 3). En algunas implementaciones, los medios para transmitir pueden incluir el circuito transmisor.

[0126] El circuito de recepción se puede configurar para recibir los mensajes de información de estación. En un modo de realización, el circuito receptor puede estar configurado para implementar el bloque 2110 del diagrama de flujo 2100 (figura 14). El circuito de recepción puede incluir uno o más del receptor 312 (figura 3), el transceptor 314 (figura 3), la(s) antena(s) 316, el procesador 304 (figura 3), el DSP 320 (figura 3), el detector de señal 318 (figura 3) y la memoria 306 (figura 3). En algunas implementaciones, los medios para recibir pueden incluir el circuito receptor.

[0127] El circuito de preparación puede configurarse para prepararse para la transmisión del mensaje de programación o el mensaje de programación de MAC MU. En un modo de realización, el circuito de transmisión puede configurarse para implementar al menos uno de los bloques 2105 y 2110 del diagrama de flujo 2100 (figura 14). El circuito de preparación puede incluir uno o más del transmisor 310 (figura 3), el transceptor 314 (figura 3), el procesador 304 (figura 3), el DSP 320 (figura 3) y la memoria 306 (figura 3). En algunas implementaciones, los medios para preparar pueden incluir el circuito de preparación.

[0128] Una persona / alguien medianamente experto en la técnica entenderá que la información y las señales pueden representarse usando cualquiera entre diversas tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que puedan haberse mencionado a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0129] La palabra "ejemplar" se usa de forma exclusiva en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". No ha de interpretarse necesariamente que cualquier implementación descrita en el presente documento como "ejemplar" es preferida o ventajosa con respecto a otras implementaciones.

[0130] Ciertas características que se describen en esta memoria descriptiva en el contexto de implementaciones independientes pueden implementarse también de manera combinada en una única implementación. A la inversa, diversas características que se describen en el contexto de una única implementación pueden implementarse también en múltiples implementaciones, por separado o en cualquier subcombinación adecuada. Además, aunque las características puedan haberse descrito anteriormente como actuando en ciertas combinaciones, e incluso reivindicarse inicialmente como tales, una o más características de una combinación reivindicada pueden eliminarse en algunos casos de la combinación, y la combinación reivindicada puede orientarse a una subcombinación, o variación de una subcombinación.

[0131] Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden ser realizadas 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.

[0132] 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 compuertas programables in situ (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de compuertas discretas o de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos, diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados disponible comercialmente. 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.

[0133] En uno o más aspectos, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. 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, incluido cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que 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 adecuadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, 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. Los discos, tal como se utilizan en el presente documento, incluyen un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen usualmente 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 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 se deberían incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0134] Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas se pueden modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

[0135] 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 dispositivo los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:

transmitir un mensaje de programación a una o más estaciones, solicitando el mensaje de programación que una o más estaciones transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación;

recibir una pluralidad de mensajes de información de la estación, indicando los mensajes de información de la estación información de la estación; y

transmitir un mensaje de programación de multiusuario de control de acceso de medios, MAC MU, a dos o más estaciones, estando el mensaje de programación de MAC MU incluido en una porción de carga útil de una unidad de datos de capa física, PPDU, e indicando una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicitando a las dos o más estaciones transmitir simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

2. El procedimiento según la reivindicación 1,
en el que el mensaje de programación comprende un mensaje de programación de MAC MU,
o en el que el mensaje de programación asigna una cantidad de tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente que indica que solo se solicita información de la estación,
o en el que el mensaje de programación comprende un paquete multiusuario de enlace descendente, en el que el paquete multiusuario de enlace descendente comprende un paquete multiusuario de múltiples entradas y múltiples salidas, MU MIMO, o en el que la información de la estación incluye uno o más de: indicación por tráfico, TID, información del memoria intermedia, una potencia de transmisión y un esquema de modulación y codificación solicitado, MCS.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un mensaje de información de estación comprende un mensaje RTX, listo para enviar, en el que el RTX omite un campo de destino y/o duración.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un mensaje de información de estación comprende un paquete de datos nulo, NDP.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un mensaje de información de estación comprende una trama nula de calidad de servicio, QoS, en el que la trama nula de QoS comprende un campo de control de QoS que incluye información adicional de la estación, o en el que la trama nula de QoS comprende un campo de control de secuencia que incluye información adicional de la estación.

6. El procedimiento según la reivindicación 1,
en el que al menos un mensaje de información de estación comprende un acuse de recibo de bloque, BACK,
o en el que los mensajes de información de estación comprenden al menos uno de: un mensaje de enlace ascendente, UL, de multiusuario, MU, de múltiples entradas y múltiples salida, MIMO, un mensaje de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal UL MU, OFDMA, un mensaje de acceso múltiple por división de tiempo programado, TDMA, y un mensaje de multiplexación por división de frecuencia, FDM, UL MU.

7. Un aparato configurado para comunicarse de manera inalámbrica, que comprende:

un procesador configurado para preparar la transmisión de un mensaje de programación a una o más estaciones, solicitando el mensaje de programación que una o más estaciones transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación;

un receptor configurado para recibir una pluralidad de mensajes de información de la estación, indicando los mensajes de información de la estación información de la estación; y

un transmisor configurado para transmitir un mensaje de programación de multiusuario de control de acceso de medios, MAC MU, a dos o más estaciones, estando el mensaje de programación de MAC MU incluido en una porción de carga útil de una unidad de datos de capa física, PPDU, e indicando una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicitando a las dos o más estaciones transmitir simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

8. El aparato de la reivindicación 7, en el que el mensaje de programación comprende un mensaje de programación de MAC MU, en el que el mensaje de programación asigna una cantidad de tiempo para la transmisión de datos de enlace ascendente que indica que solo se solicita información de la estación.

9. El aparato de la reivindicación 7, en el que el mensaje de programación comprende un paquete multiusuario de enlace descendente, en el que el paquete multiusuario de enlace descendente comprende un paquete multiusuario de múltiples entradas y múltiples salidas, MU MIMO.

10. El aparato según la reivindicación 7,
en el que la información de la estación incluye uno o más de: indicación por tráfico, TID, información de la memoria intermedia, una potencia de transmisión y un esquema de codificación y modulación solicitado, MCS, o en el que al menos un mensaje de información de la estación comprende un mensaje listo para enviar, RTX, en el que el RTX omite un campo de destino y/o duración.

11. El aparato de la reivindicación 7, en el que al menos un mensaje de información de estación comprende un paquete de datos nulo, NDP.

12. El aparato de la reivindicación 7, en el que al menos un mensaje de información de estación comprende una trama nula de calidad de servicio, QoS, en el que la trama nula de QoS comprende un campo de control de QoS que incluye información adicional de la estación, o en el que la trama nula de QoS comprende un campo de control de secuencia que incluye información adicional de la estación.

13. El aparato según la reivindicación 7,

en el que al menos un mensaje de información de estación comprende un acuse de recibo de bloque, BACK, o en el que los mensajes de información de estación comprenden al menos uno de: un mensaje de enlace ascendente, UL, de multiusuario, MU, de múltiples entradas y múltiples salida, MIMO, un mensaje de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal UL MU, OFDMA, un mensaje de acceso múltiple por división de tiempo programado, TDMA, y un mensaje de multiplexación por división de frecuencia, FDM, UL MU.

14. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

medios para transmitir un mensaje de programación a una o más estaciones, solicitando el mensaje de programación que una o más estaciones transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación;

medios para recibir una pluralidad de mensajes de información de la estación, indicando los mensajes de información de la estación información de la estación; y

medios para transmitir un mensaje de programación de multiusuario de control de acceso de medios, MAC MU, a dos o más estaciones, estando el mensaje de programación de MAC MU incluido en una porción de carga útil de una unidad de datos de capa física, PPDU, e indicando una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicitando a las dos o más estaciones transmitir simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

15. Un programa de ordenador que comprende código que, cuando es ejecutado, hace que un aparato:

transmitir un mensaje de programación a una o más estaciones, solicitando el mensaje de programación que una o más estaciones transmitan un mensaje de información de estación en respuesta al mensaje de programación;

recibir una pluralidad de mensajes de información de la estación, indicando los mensajes de información de la estación información de la estación; y

transmitir un mensaje de programación de multiusuario de control de acceso a los medios, MAC MU, a dos o más estaciones, incluyendo el mensaje de programación de MAC MU en una porción de carga útil una unidad de datos de capa física, PPDU, e indicando una oportunidad de transmisión de enlace ascendente y solicitando a las dos o más estaciones transmitir simultáneamente datos de enlace ascendente en un momento específico.

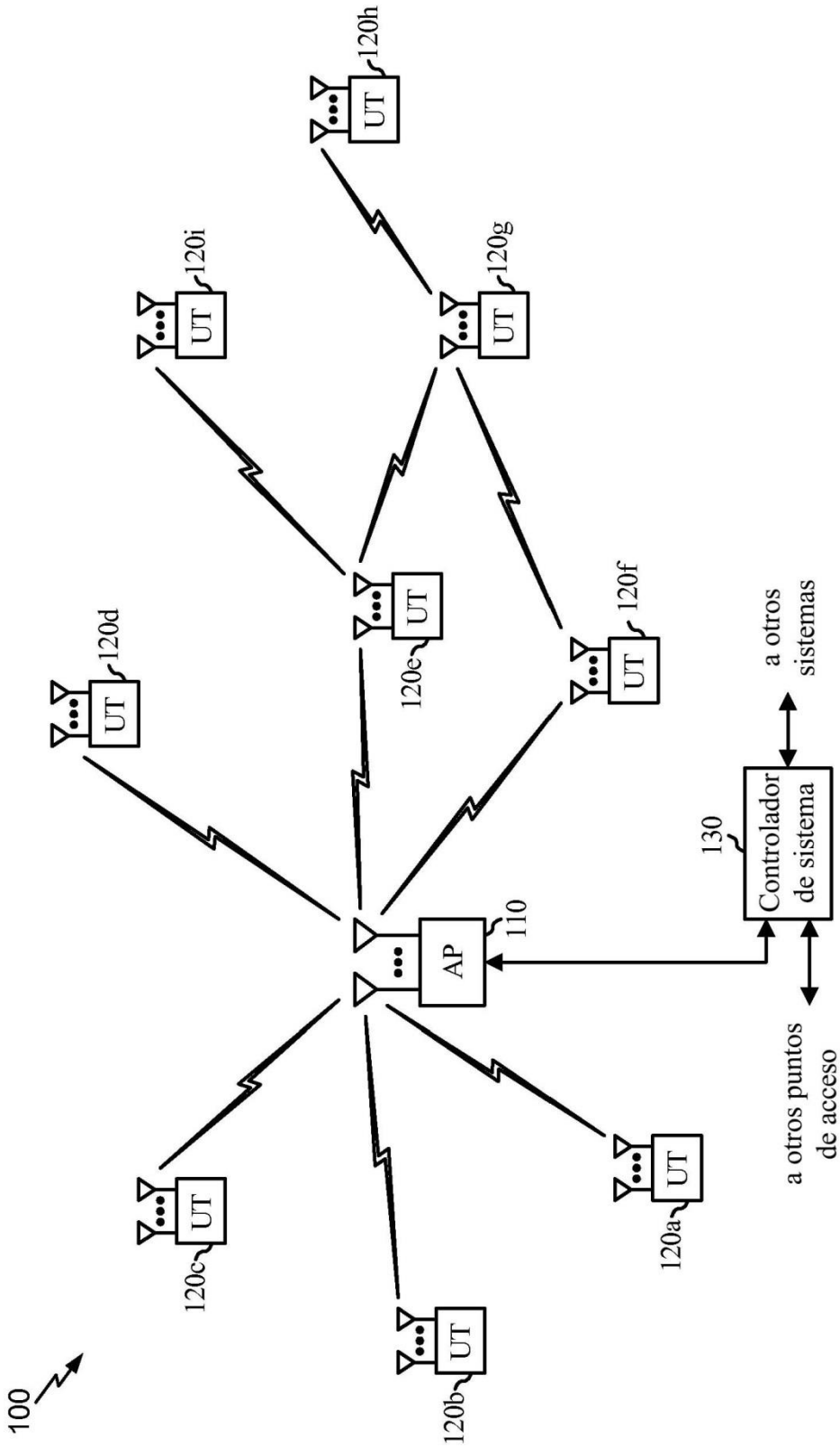
100
AP
110
Controlador de sistema
130
a otros sistemas
a otros puntos de acceso
UT
120a
120b
120c
120d
120e
120f
120g
120h
120i

FIG. 1

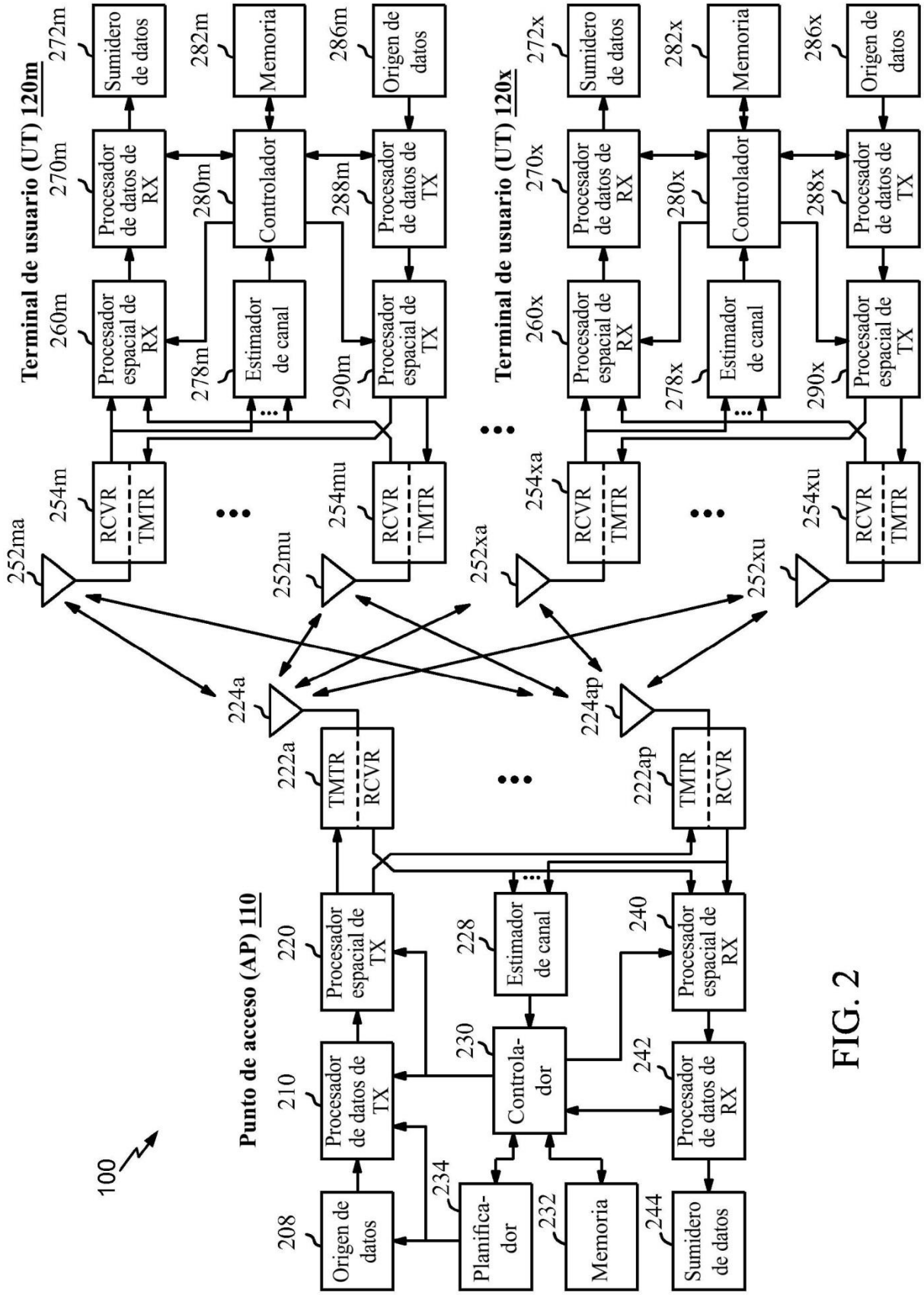
100
Punto de acceso (AP) 110
208 Origen de datos
210 Procesador de datos de TX
220 Procesador espacial de TX
222a TMTR RCVR
222ap TMTR RCVR
224a
224ap
228 Estimador de canal
230 Controla-dor
232 Memoria
234 Planifica-dor
240 Procesador espacial de RX
242 Procesador de datos de RX
244 Sumidero de datos
Terminal de usuario (UT) 120m
252ma
252mu
254m RCVR TMTR
254mu RCVR TMTR
260m Procesador espacial de RX
270m Procesador de datos de RX
272m Sumidero de datos
278m Estimador de canal
280m Controlador
282m Memoria
286m Origen de datos
288m Procesador de datos de TX
290m Procesador espacial de TX
Terminal de usuario (UT) 120x
252xa
252xu
254xa RCVR TMTR
254xu RCVR TMTR
260x Procesador espacial de RX
270x Procesador de datos de RX
272x Sumidero de datos
278x Estimador de canal
280x Controlador
282x Memoria
286x Origen de datos
288x Procesador de datos de TX
290x Procesador espacial de TX

FIG. 2

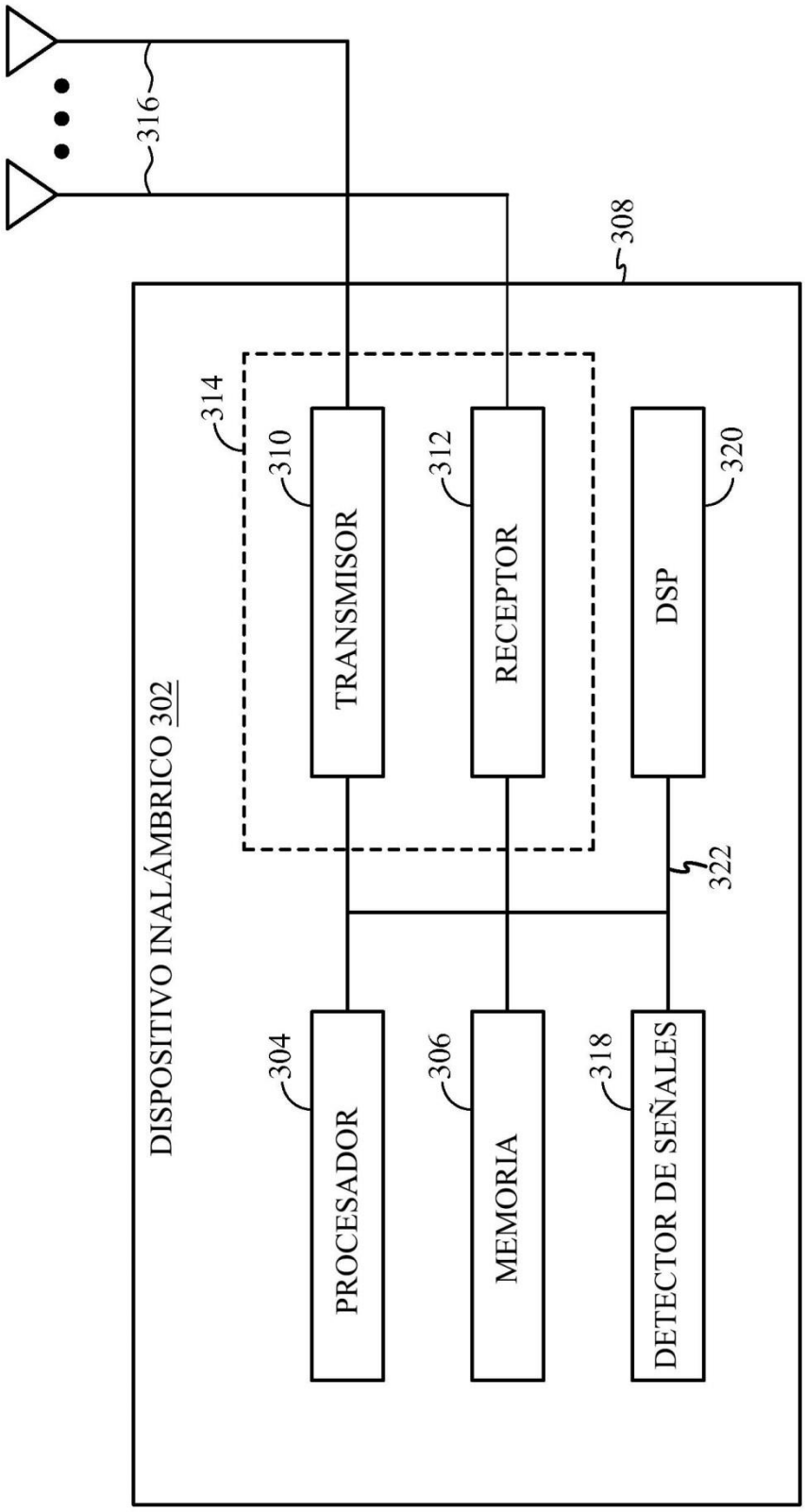
316
308
DISPOSITIVO INALÁMBRICO 302
314
310
TRANSMISOR
312
RECEPTOR
DSP
320
322
304
PROCESADOR
306
MEMORIA
318
DETECTOR DE SEÑALES

FIG. 3

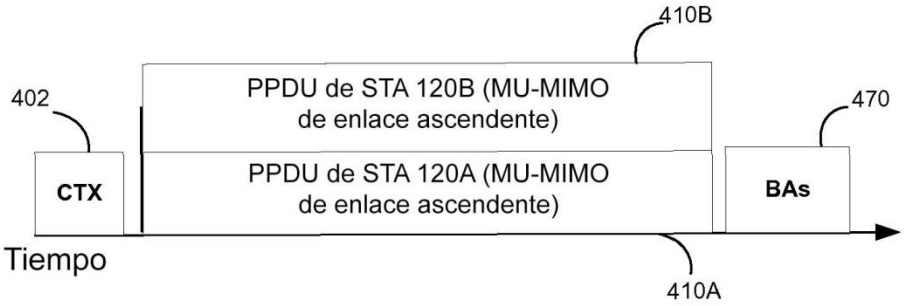

FIG. 4A

FIG. 4B

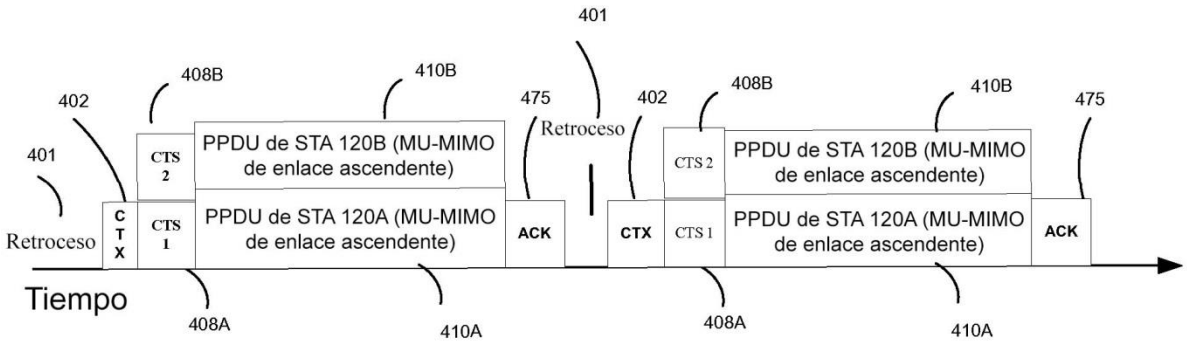

FIG. 5

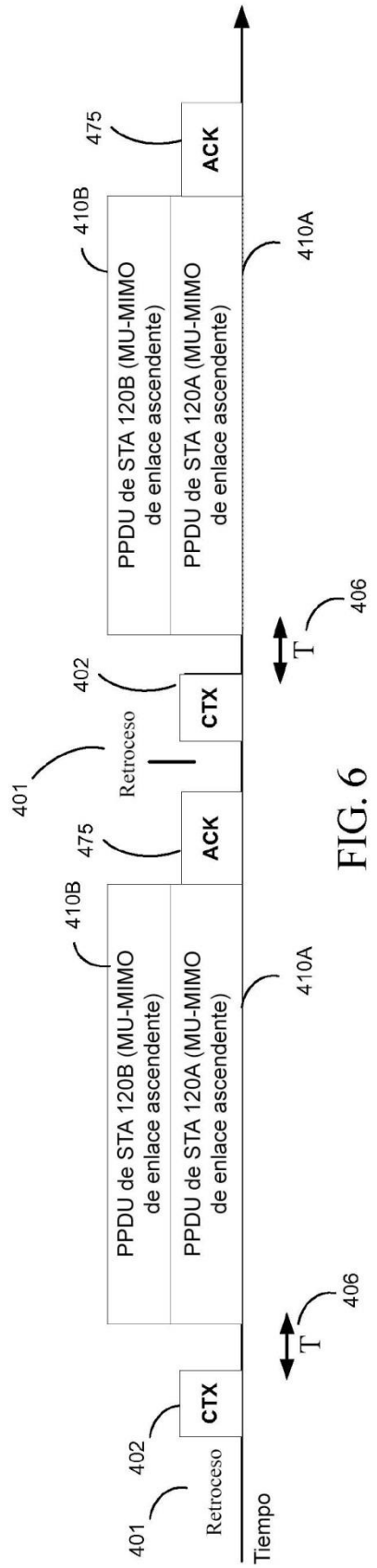
401
Retroceso
402
CTX
T
406
410A
PPDU de STA 120A (MU-MIMO de enlace ascendente)
410B
PPDU de STA 120B (MU-MIMO de enlace ascendente)
475
ACK
Tiempo

FIG. 6

700
701
RTX
402
CTX
410A
PPDU de STA 120A (MU-MIMO de enlace ascendente)
410B
PPDU de STA 120B (MU-MIMO de enlace ascendente)
475
ACK
Tiempo

FIG. 7

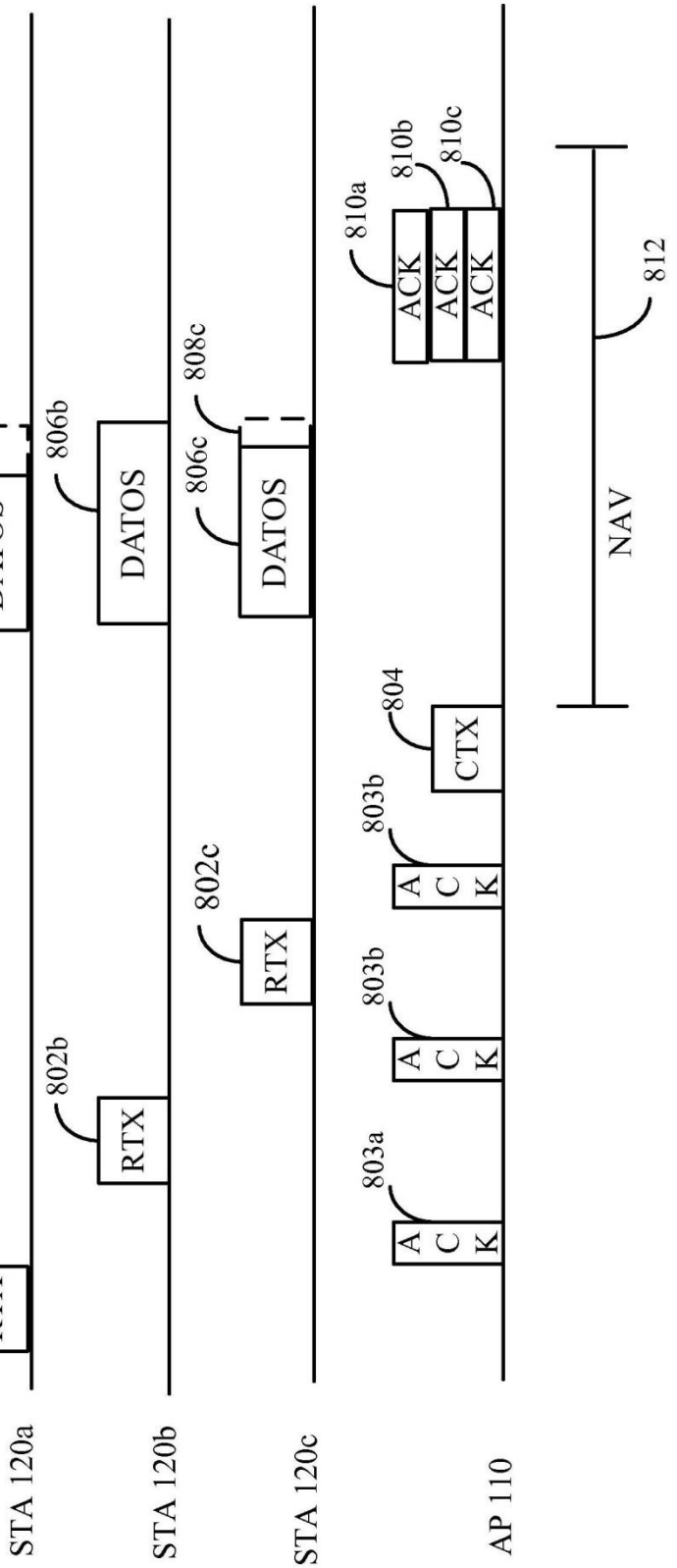
800
802a
RTX
802b
RTX
802c
RTX
803a
ACK
803b
ACK
803b
ACK
804
CTX
806a
DATOS
806b
DATOS
806c
DATOS
808a
808c
810a
ACK
810b
ACK
810c
ACK
812
NAV
STA 120a
STA 120b
STA 120c
AP 110

FIG. 8A

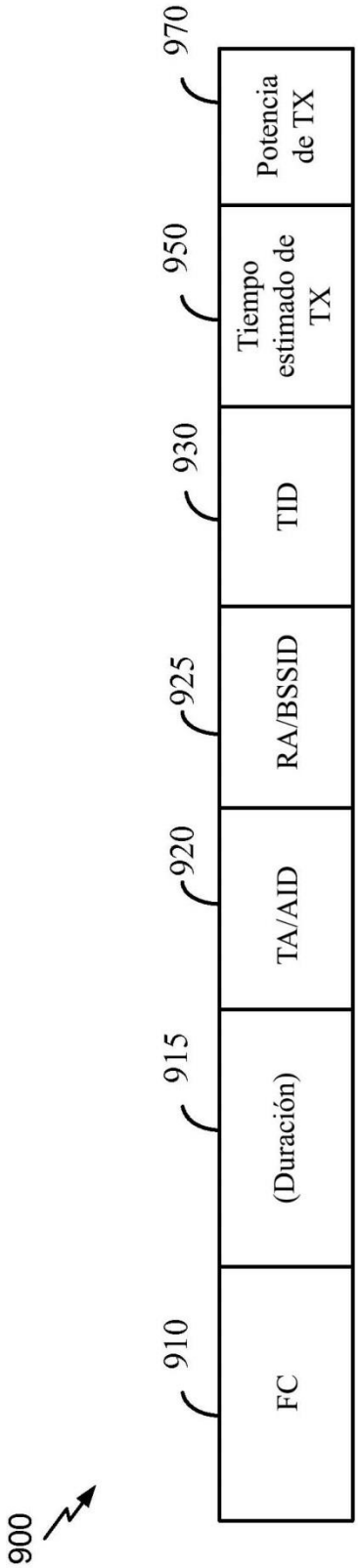
900
910
FC
915
(Duración)
920
TA/AID
925
RA/BSSID
930
TID
950
Tiempo estimado de TX
970
Potencia de TX

FIG. 8B

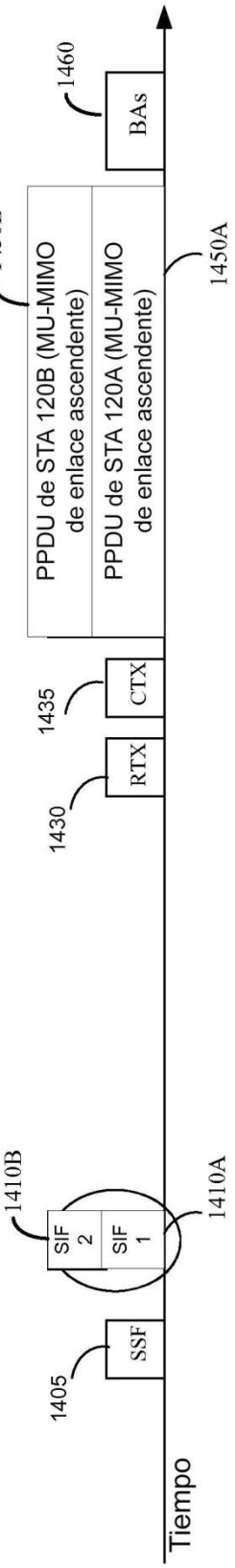
1460
BAs
1450B
PPDU de STA 120B (MU-MIMO de enlace ascendente)
PPDU de STA 120A (MU-MIMO de enlace ascendente)
1450A
1435
CTX
RTX
1430
1410B
SIF 2
SIF 1
1410A
SSF
1405
Tiempo

FIG. 9A

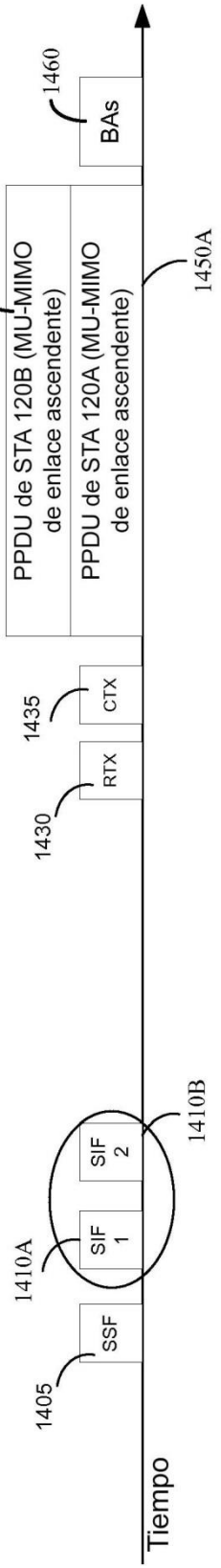
1460
BAs
1450B
PPDU de STA 120B (MU-MIMO de enlace ascendente)
PPDU de STA 120A (MU-MIMO de enlace ascendente)
1450A
1435
CTX
RTX
1430
1410B
SIF 2
SIF 1
1410A
SSF
1405
Tiempo

FIG. 9B

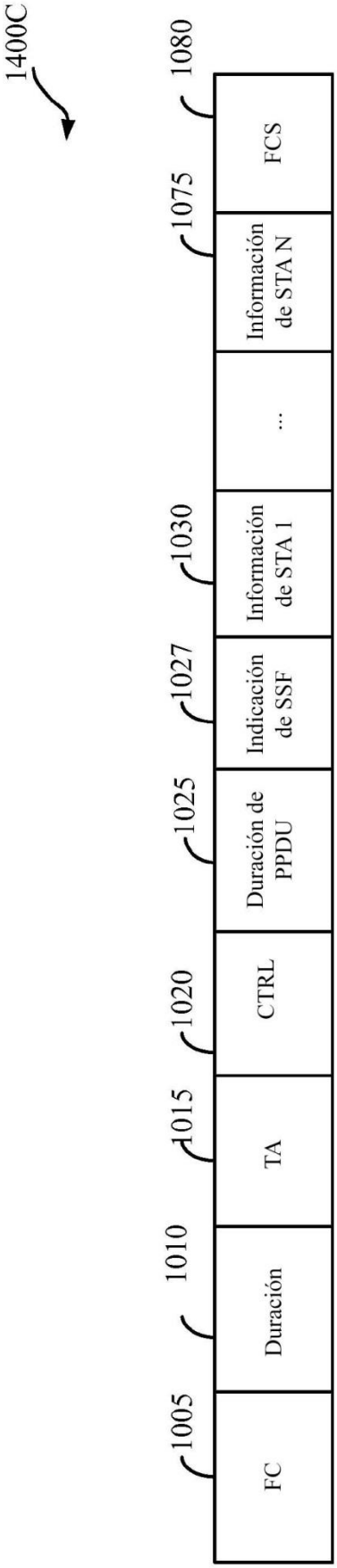
1400C
1005
FC
1010
Duración
1015
TA
1020
CTRL
1025
Duración de PPDU
1027
Indicación de SSF
1030
Información de STA 1
...
1075
Información de STA N
1080
FCS

FIG. 9C

1400D

Bits: Tipo de trama	0-3	4	5-6	7	8	9	10	11-15
QoS nula	Duración total de TXOP solicitada para todos los TID	0	Política de acuse de recibo	Indica un nuevo mapeo de control de QoS	El bit i en esta secuencia de 8 bits indica si la duración de TXOP solicitada para ese TID está por encima de un cierto umbral.			
QoS nula	Tamaño total de la cola para todos los TID	1	Política de acuse de recibo	Indica un nuevo mapeo de control de QoS	El bit i en esta secuencia de 8 bits indica si la duración de TXOP solicitada para ese TID está por encima de un cierto umbral.			

FIG. 9D

1400E

Bits: Tipo de trama	0	1-3	4-8	9-11	12-15
QoS nula	0	TID	Longitud de cola para TID dada en los bits 1-3	TID	Longitud de cola para TID dado en los bits 9-11
QoS nula	1	2 bits de longitud de cola para cada uno de los 7 primeros TID y 1 bit para el último TID			

FIG. 9E

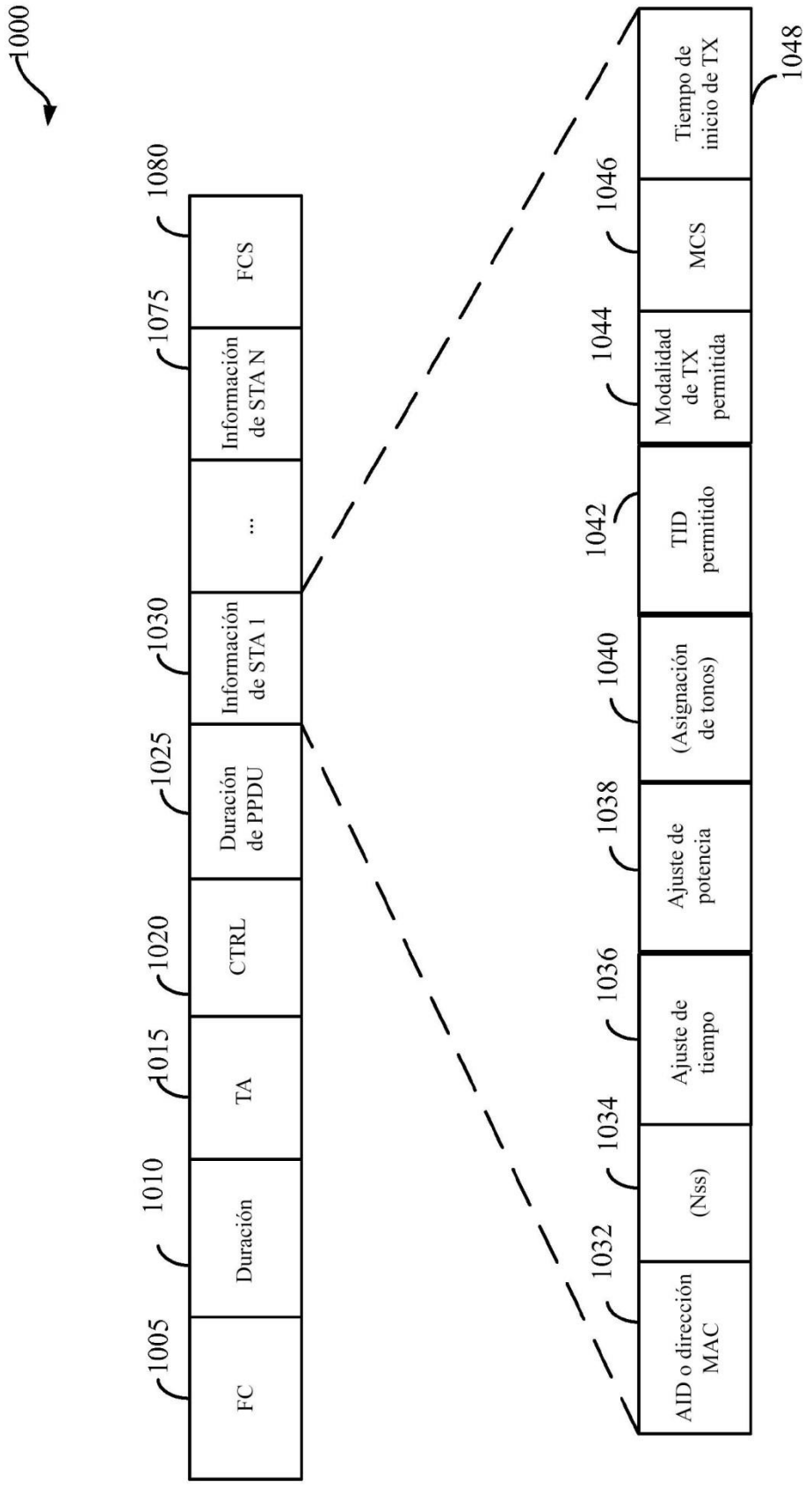
1000
1005
FC
1010
Duración
1015
TA
1020
CTRL
1025
Duración de PPDU
1030
Información de STA 1
...
1075
Información de STA N
1080
FCS
1032
AID o dirección MAC
1034
(Nss)
1036
Ajuste de tiempo
1038
Ajuste de potencia
1040
(Asignación de tonos)
1042
TID permitido
1044
Modalidad de TX permitida
1046
MCS
1048
Tiempo de inicio de TX

FIG. 10

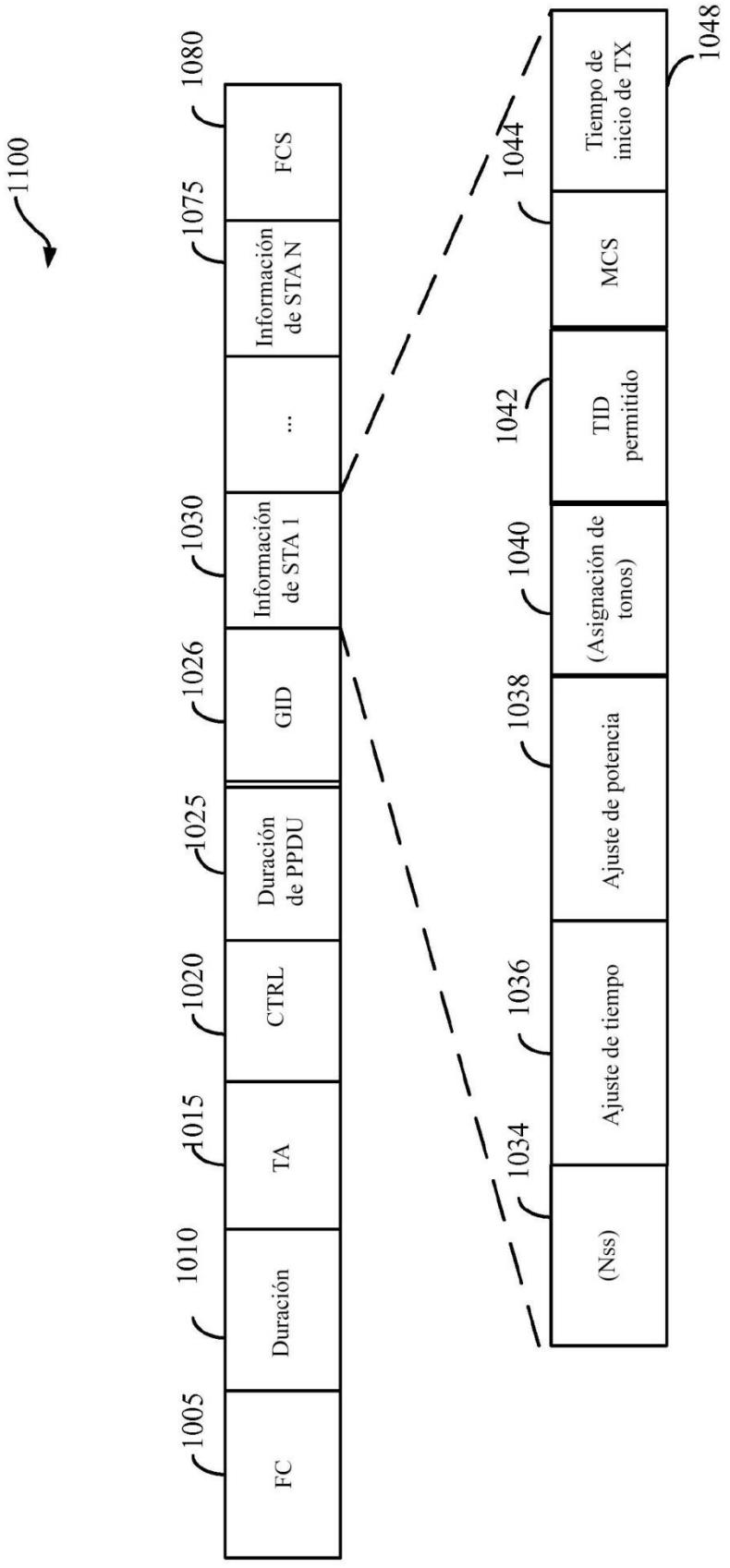
1100
1005
FC
1010
Duración
1015
TA
1020
CTRL
1025
Duración de PPDU
1026
GID
1030
Información de STA 1
...
1075
Información de STA N
1080
FCS
1034
(Nss)
1036
Ajuste de tiempo
1038
Ajuste de potencia
1040
(Asignación de tonos)
1042
TID permitido
1044
MCS
1048
Tiempo de inicio de TX

FIG. 11

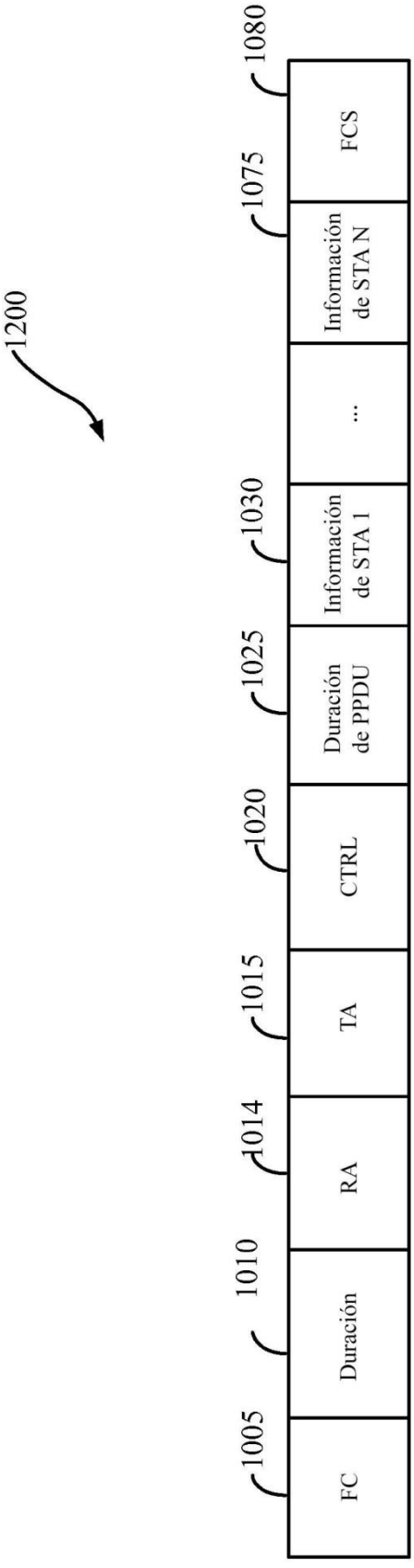
1200
1005
FC
1010
Duración
1014
RA
1015
TA
1020
CTRL
1025
Duración de PPDU
1030
Información de STA 1
...
1075
Información de STA N
1080
FCS

FIG. 12

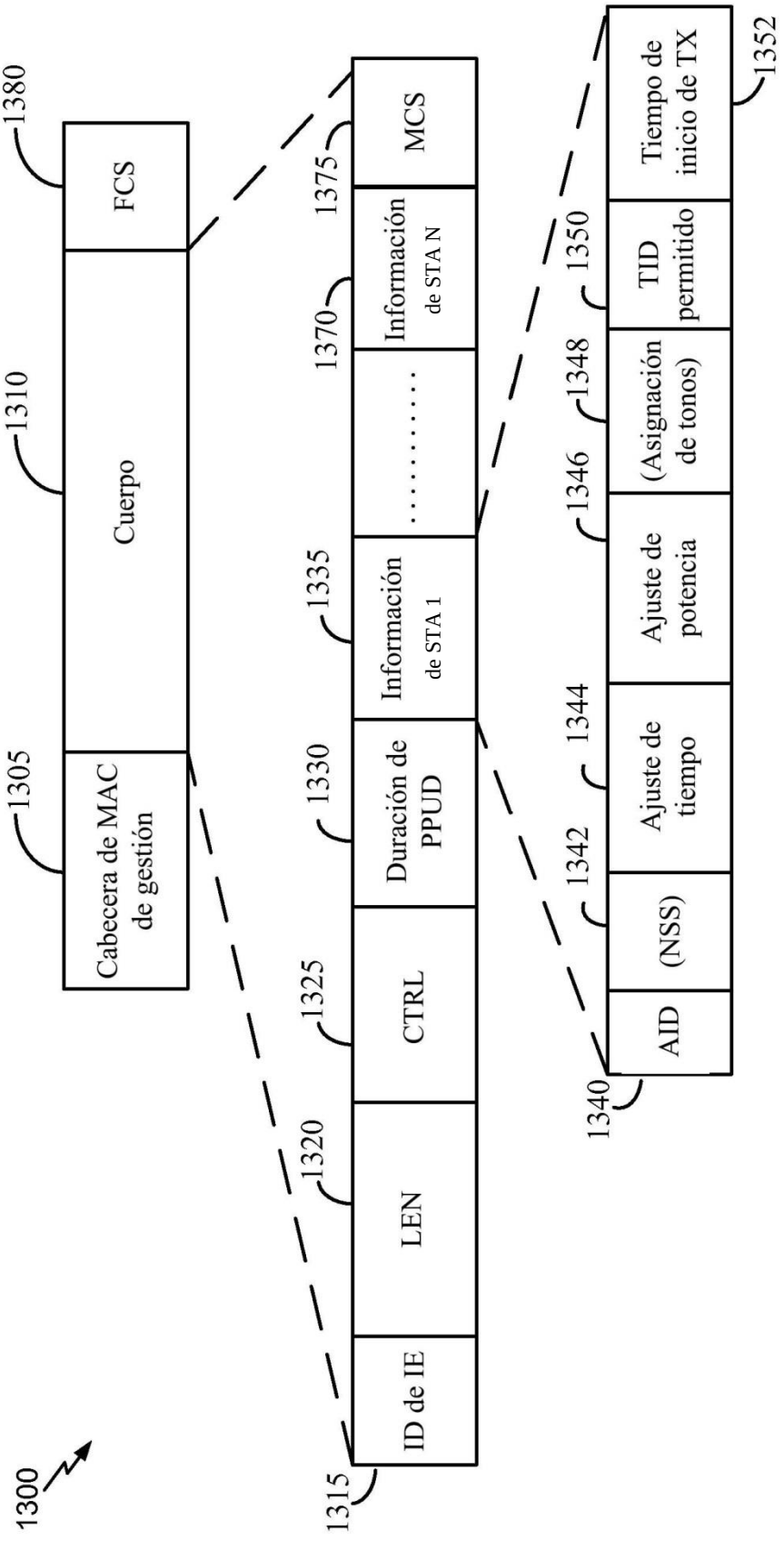
1300
1315
ID de IE
1320
LEN
1325
CTRL
1330
Duración de PPUD
1335
Información de STA 1
.....
1370
Información de STA N
1375
MCS
1340
AID
1342
(NSS)
1344
Ajuste de tiempo
1346
Ajuste de potencia
1348
(Asignación de tonos)
1350
TID permitido
1352
Tiempo de inicio de TX
1305
Cabecera de MAC de gestión
1310
Cuerpo
1380
FCS

FIG. 13

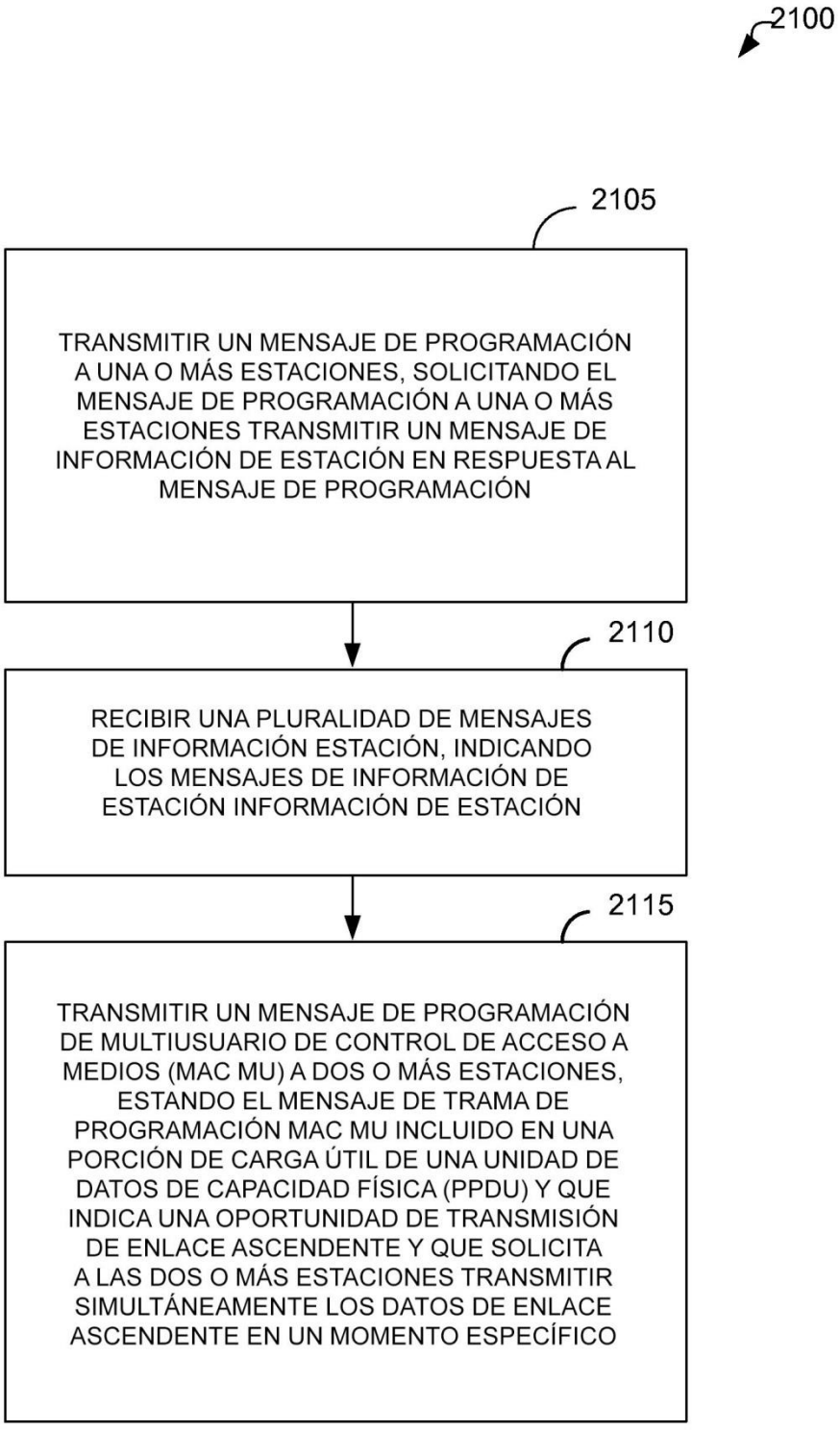
2100
2105
TRANSMITIR UN MENSAJE DE PROGRAMACIÓN A UNA O MÁS ESTACIONES, SOLICITANDO EL MENSAJE DE PROGRAMACIÓN A UNA O MÁS ESTACIONES TRANSMITIR UN MENSAJE DE INFORMACIÓN DE ESTACIÓN EN RESPUESTA AL MENSAJE DE PROGRAMACIÓN
2110
RECIBIR UNA PLURALIDAD DE MENSAJES DE INFORMACIÓN ESTACIÓN, INDICANDO LOS MENSAJES DE INFORMACIÓN DE ESTACIÓN INFORMACIÓN DE ESTACIÓN
2115
TRANSMITIR UN MENSAJE DE PROGRAMACIÓN DE MULTIUSUARIO DE CONTROL DE ACCESO A MEDIOS (MAC MU) A DOS O MÁS ESTACIONES, ESTANDO EL MENSAJE DE TRAMA DE PROGRAMACIÓN MAC MU INCLUIDO EN UNA PORCIÓN DE CARGA ÚTIL DE UNA UNIDAD DE DATOS DE CAPACIDAD FÍSICA (PPDU) Y QUE INDICA UNA OPORTUNIDAD DE TRANSMISIÓN DE ENLACE ASCENDENTE Y QUE SOLICITA A LAS DOS O MÁS ESTACIONES TRANSMITIR SIMULTÁNEAMENTE LOS DATOS DE ENLACE ASCENDENTE EN UN MOMENTO ESPECÍFICO

FIG. 14