

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 840**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2014 PCT/US2014/063379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2015 WO15066449**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2014 E 14799088 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 3063891**

54 Título: **Protocolos para intercambios de tramas multiusuario**

30 Prioridad:

**01.11.2013 US 201361899121 P**  
**30.10.2014 US 201414528520**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.08.2017**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**MERLIN, SIMONE;**  
**BARRIAC, GWENDOLYN DENISE y**  
**SAMPATH, HEMANTH**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 629 840 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Protocolos para intercambios de tramas multiusuario

5 Referencia cruzada con solicitud(es) relacionada(s)

**ANTECEDENTES****Campo de la divulgación**

10 Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren en general a comunicaciones inalámbricas y, más concretamente, a estructuras de tramas y protocolos para intercambios de tramas multiusuario (MU) de enlace ascendente.

**Descripción de la técnica relacionada**

15 Las redes de comunicación inalámbrica están ampliamente implantadas para proporcionar diversos servicios de comunicación, tales como voz, vídeo, datos por paquetes, mensajería, difusión etc. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple que pueden dar soporte a múltiples usuarios compartiendo los recursos de red disponibles. Entre los ejemplos de tales redes de acceso múltiple se incluyen redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) y redes FDMA de portadora única (SC-FDMA).

25 Con el fin de tratar el problema relacionado con los crecientes requisitos de ancho de banda que se demandan para los sistemas de comunicación inalámbrica, se están desarrollando diferentes esquemas que permiten a múltiples terminales de usuario comunicarse con un único punto de acceso mediante la compartición de los recursos de canal, obteniendo al mismo tiempo altos caudales de datos. La tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) representa una solución de este tipo, que ha surgido como una técnica popular para los sistemas de comunicación.

30 La tecnología de MIMO se ha adoptado en varias normas de comunicaciones inalámbricas, tales como la norma del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.11. La norma IEEE 802.11 indica un conjunto de normas de la interfaz aérea de red inalámbrica de área local (WLAN), desarrolladas por el comité IEEE 802.11 para comunicaciones de corto alcance (por ejemplo, entre decenas y unos pocos cientos de metros). El documento US 2010/0322166, "Comunicaciones inalámbricas de múltiples entradas y múltiples salidas multiusuario" ("Multi-User Multiple Input Multiple Output Wireless Communications"), describe un procedimiento de comunicaciones inalámbricas MU-MIMO mejoradas que implica el intercambio de información entre puntos de acceso y estaciones.

**SUMARIO**

40 Cada uno de los sistemas, procedimientos y dispositivos de la divulgación tiene varios aspectos, ninguno de los cuales es el único responsable de sus atributos deseables. Sin limitar el alcance de esta divulgación, como se expresa mediante las reivindicaciones siguientes, ahora se analizarán brevemente algunas características. Después de considerar este análisis y, en particular, después de leer la sección titulada "Descripción detallada", podrá entenderse cómo las características de la presente divulgación proporcionan ventajas que incluyen comunicaciones mejoradas entre puntos de acceso y estaciones en una red inalámbrica.

Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren en general a estructuras de tramas y protocolos para intercambios de tramas multiusuario (MU) de enlace ascendente.

50 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye en general un sistema de procesamiento configurado para determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad y generar un paquete MU que solicita una respuesta inmediata de una pluralidad de dispositivos, en el que la respuesta inmediata comprende una confirmación (ACK) o ACK de bloque (BA), y una interfaz configurada para enviar el paquete MU para su transmisión.

55 Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye en general la determinación de que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, la generación de un paquete MU que solicita una respuesta inmediata de una pluralidad de los dispositivos, en el que la respuesta inmediata comprende un ACK o BA, y el envío del paquete MU para su transmisión.

60 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye en general medios para determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, medios para generar un paquete MU que solicita una respuesta inmediata de una pluralidad de los dispositivos, en el que la respuesta inmediata comprende un ACK o BA, y medios para enviar el paquete MU para su transmisión.

65

5 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso para comunicaciones inalámbricas con una pluralidad de estaciones. El punto de acceso incluye en general al menos una antena, un sistema de procesamiento configurado para determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad y generar un paquete MU que solicita una respuesta inmediata de una pluralidad de dispositivos, en el que la respuesta inmediata comprende un ACK o BA, y un transmisor configurado para transmitir, a través de al menos una antena, el paquete MU.

10 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas con una pluralidad de estaciones. El producto de programa informático incluye en general un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo para determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, generar un paquete MU que solicita una respuesta inmediata de una pluralidad de dispositivos, en el que la respuesta inmediata comprende un ACK o BA, y enviar el paquete MU para su transmisión.

15 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye en general un sistema de procesamiento configurado para: determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, generar un paquete MU que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos, y generar un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de dispositivos, en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU, y una interfaz configurada para enviar el primer paquete MU y el segundo paquete MU para su transmisión.

25 Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye en general determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, generar un primer paquete MU que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos, generar un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de dispositivos, en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU, y enviar el primer paquete MU y el segundo paquete MU para su transmisión.

30 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye en general medios para determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, medios para generar un primer paquete MU que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos, medios para generar un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de dispositivos, en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU, y medios para enviar el primer paquete MU y el segundo paquete MU para su transmisión.

40 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas con una pluralidad de estaciones. El producto de programa informático incluye en general un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo para determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, generar un primer paquete MU que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos, y generar un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de estaciones, en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU, y enviar el primer paquete MU y el segundo paquete MU para su transmisión.

50 Ciertos aspectos de la presente divulgación proporcionan un punto de acceso para comunicaciones inalámbricas con una pluralidad de estaciones. El punto de acceso incluye en general al menos una antena, un sistema de procesamiento configurado para: determinar que una pluralidad de dispositivos tienen una primera capacidad, generar un primer paquete MU que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos, y generar un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de dispositivos, en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU; y un transmisor configurado para transmitir, a través de al menos una antena, el primer paquete MU y el segundo paquete MU.

55 Para conseguir los objetivos anteriores y otros relacionados, los uno o más aspectos comprenden las características descritas en mayor detalle posteriormente, y señaladas particularmente en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinadas características ilustrativas de los uno o más aspectos. Sin embargo, estas características son indicativas de apenas unas pocas de las diversas maneras en que pueden emplearse los principios de varios aspectos, y esta descripción pretende incluir todos dichos aspectos y sus equivalentes.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

65 A fin de que la forma en que se presentan las características mencionadas anteriormente de la presente divulgación pueda ser entendida en detalle, se ofrece una descripción más específica, resumida anteriormente de manera breve,

haciendo referencia a sus aspectos, algunos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe observarse que los dibujos adjuntos solo ilustran determinados aspectos típicos de esta divulgación y, por lo tanto, no deben considerarse limitativos de su alcance, ya que la descripción puede admitir otros aspectos igualmente eficaces.

5 La FIG. 1 ilustra un diagrama de una red de comunicaciones inalámbricas de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

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

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

15 La FIG. 4 ilustra múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) multiusuario (MU) de enlace descendente (DL) de ejemplo entre un punto de acceso y una pluralidad de estaciones.

20 La FIG. 5 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con anchos de banda usados para tramas de respuesta iguales al ancho de banda usado para las tramas que solicitan las respuestas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

25 La FIG. 6 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con flujos espaciales usados para tramas de respuesta iguales a los flujos espaciales usados para las tramas que solicitan las respuestas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 7 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con una trama especial enviada antes que una trama que solicita respuestas para indicar parámetros para las respuestas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

30 La FIG. 8 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con una subtrama especial, para indicar parámetros para respuestas, enviada en una trama independiente después de la trama que solicita las respuestas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

35 La FIG. 9 ilustra un ejemplo de una trama de petición de confirmación de bloque (BAR), de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

40 La FIG. 10 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo de una unidad de datos de protocolo de control de acceso al medio (MAC) agregada DL (A-MPDU) que incluye una trama BAR por cada estación (STA), de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

45 La FIG. 11 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo de una trama BAR por cada STA enviada a las STA en una trama de unidad de datos de protocolo del protocolo de convergencia de la capa física (PLCP) (PPDU) MU independiente que sigue a la trama DL MUMIMO/FDMA A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 12 ilustra un formato de ejemplo de una BAR de múltiples TID, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

50 La FIG. 13 ilustra un formato de ejemplo de una BAR de múltiples STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 14 ilustra un ejemplo de una trama BAR de múltiples STA con el campo de dirección del receptor eliminado, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

55 La FIG. 15 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo usando una trama BAR de múltiples STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

60 La FIG. 16 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con concesiones de dirección inversa (RDG) incluidas en cada DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 17 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con una trama especial transmitida al comienzo de la oportunidad de transmisión para activar una primera respuesta UL y una trama BA que activa una segunda respuesta UL, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 18 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con una trama especial transmitida al comienzo de la oportunidad de transmisión para activar respuestas de múltiples conjuntos de STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

5 La FIG. 19 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con una trama especial transmitida al comienzo de la oportunidad de transmisión para activar respuestas de múltiples conjuntos de STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

10 La FIG. 20 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con una segunda trama especial agregada en un BA para activar respuestas de diferentes conjuntos de STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 21 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con una trama especial agregada en cada DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

15 La FIG. 22 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con UL ACK agregados en UL MU-MIMO/FDMA PPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

20 La FIG. 23 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con UL ACK agregados en UL MU-MIMO/FDMA PPDU y DL ACK agregados en DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

25 La FIG. 24 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con UL ACK agregados en UL MU-MIMO/FDMA PPDU y DL ACK y tramas especiales agregados en DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 25 ilustra operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

30 La FIG. 25A ilustra medios de ejemplo que pueden llevar a cabo las operaciones mostradas en la FIG. 25, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 26 ilustra operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

35 La FIG. 26A ilustra medios de ejemplo que pueden llevar a cabo las operaciones mostradas en la FIG. 26, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

40 Para facilitar la comprensión, se han usado, si es posible, números de referencia idénticos para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Se contempla que los elementos divulgados en un aspecto se puedan utilizar de forma ventajosa en otros aspectos sin recitación específica.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren en general a comunicaciones inalámbricas y, más concretamente, a estructuras de tramas y protocolos para intercambios de tramas multiusuario (MU) de enlace ascendente (UL). Ciertos aspectos proporcionan reglas de protocolos y secuencias de intercambio de tramas eficientes para permitir el envío de múltiples confirmaciones de bloque (BA) en sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) MU de UL y/o enlace descendente (DL). De acuerdo con ciertos aspectos, una trama de petición de BA (BAR) de múltiples STA puede solicitar de forma simultánea múltiples BA inmediatos. De acuerdo con ciertos aspectos, las secuencias de intercambio de tramas implican subtramas especiales y/o concesiones de dirección inversa (RDG).

50 Diversos aspectos de la divulgación se describen a continuación en el presente documento, en mayor detalle, con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, esta divulgación puede realizarse de muchas formas diferentes, y no debe interpretarse como limitada a alguna estructura o función específicas presentadas a lo largo de esta divulgación. En cambio, estos aspectos se proporcionan para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la materia. Basándose en las enseñanzas en el presente documento, un experto en la técnica apreciará que el alcance de la divulgación pretende abarcar cualquier aspecto de la divulgación divulgada en el presente documento, ya sea implementada de manera independiente de, o en combinación con, cualquier otro aspecto de la divulgación. Por ejemplo, un aparato puede implementarse, o un procedimiento puede llevarse a la práctica, usando cualquier número de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, el alcance de la divulgación pretende abarcar un aparato o procedimiento de este tipo, que sea llevado a la práctica usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad, además de, o diferentes a, los diversos aspectos de la divulgación expuestos en el presente documento. Debería entenderse que cualquier aspecto de la divulgación divulgado en el presente documento puede realizarse mediante uno o más elementos de una reivindicación.

La expresión "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento en el sentido de "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración". No debe considerarse que cualquier aspecto descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" es preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos.

Aunque en el presente documento se describen aspectos particulares, muchas variaciones y permutaciones de estos aspectos están dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferentes, el alcance de la divulgación no pretende limitarse a beneficios, usos u objetivos particulares. En cambio, los aspectos de la divulgación pueden aplicarse, por lo general, a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferentes. La descripción detallada y los dibujos son simplemente ilustrativos de la divulgación, antes que limitativos, estando definido el alcance de la divulgación por las reivindicaciones adjuntas y los equivalentes de las mismas.

Los acrónimos enumerados a continuación pueden usarse en el presente documento, de acuerdo con los usos comúnmente reconocidos en el campo de las comunicaciones inalámbricas. También se pueden usar otros acrónimos en el presente documento, y si no se definen en la siguiente lista, se definen donde aparecen por primera vez en el presente documento.

20	ACK	Confirmación
	A-MPDU	Unidad de datos de protocolo de control de acceso al medio agregada
	AP	Punto de acceso
	BA	ACK de bloque
	BAR	Petición de ACK de bloque
25	CRC	Comprobación de redundancia cíclica
	DIFS	Espacio entre tramas distribuido
	EOF	Fin de trama
	EIFS	Espacio entre tramas ampliado
	FCS	Secuencia de comprobación de trama
30	ID	Identificador
	IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
	LTF	Campo de entrenamiento largo
	MAC	Control de acceso al medio
	MSB	Bit más significativo
35	MIMO	Múltiples entradas y múltiples salidas
	MPDU	Unidad de datos de protocolo MAC
	MU	Multiusuario
	MU-MIMO	Múltiples entradas y múltiples salidas multiusuario
	NDP	Paquete de datos nulo
40	OFDM	Multiplexación por división ortogonal de frecuencia
	OFDMA	Acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia
	PHY	Capa física
	PLCP	Protocolo de convergencia de la capa física
	PPDU	Unidad de datos de protocolo PLCP
45	PSDU	Unidad de datos de servicio PLCP
	QoS	Calidad de servicio
	RDG	Concesión de dirección inversa
	S1G	Sub-1-GHz
	SDMA	Acceso múltiple por división espacial
50	SIFS	Espacio corto entre tramas
	SIG	Señal
	STA	Estación
	STBC	Codificación espacio-temporal por bloques
	STF	Campo de entrenamiento corto
55	SU	Usuario único
	TCP	Protocolo de control de transmisión
	VHT	Muy alto caudal de datos
	WLAN	Red de área local inalámbrica

Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluyendo sistemas de comunicación que se basan en un esquema de multiplexación ortogonal. Entre los ejemplos de tales sistemas de comunicación se incluyen sistemas de acceso múltiple por división espacial (SDMA), acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), sistemas 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 pertenecen a múltiples terminales de usuario. Un sistema TDMA puede permitir que múltiples

terminales de usuario compartan el mismo canal de frecuencia, dividiendo la señal de transmisión en diferentes ranuras temporales, estando asignada cada ranura temporal a diferentes terminales de usuario. Un sistema OFDMA utiliza la multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), que es una técnica de modulación que divide el ancho de banda global del sistema en múltiples sub-portadoras ortogonales. Estas sub-portadoras también pueden denominarse tonos, bins, etc. Con OFDM, cada sub-portadora puede modularse de forma independiente con datos. Un sistema SC-FDMA puede utilizar FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir en sub-portadoras que están distribuidas en el ancho de banda del sistema, FDMA localizado (LFDMA) para transmitir en un bloque de sub-portadoras adyacentes, o FDMA mejorado (EFDMA) para transmitir en múltiples bloques de sub-portadoras adyacentes. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de la frecuencia con OFDM y en el dominio del tiempo con SC-FDMA.

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

Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse como, o conocerse como, un Nodo B, un controlador de red radio ("RNC"), un Nodo B evolucionado (eNB), un controlador de estaciones base ("BSC"), una estación transceptora base ("BTS"), una estación base ("BS"), una función transceptora ("TF"), un router de radio, un transceptor de radio, un conjunto de servicios básicos ("BSS"), un conjunto de servicios extendidos ("ESS"), una estación base de radio ("RBS"), o con alguna otra terminología.

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

#### UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EJEMPLO

La FIG. 1 ilustra un sistema de acceso múltiple de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) con puntos de acceso y terminales de usuario. Por motivos de simplicidad, únicamente se muestra un punto de acceso en la FIG. 1. Un punto de acceso es en general una estación fija que se comunica con los terminales de usuario y que también puede denominarse una estación base, o alguna otra terminología. Un terminal de usuario puede ser fijo o móvil, y también puede denominarse una estación móvil, un dispositivo inalámbrico, o alguna otra terminología. El punto de acceso puede comunicarse con uno o más terminales de usuario 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 puede comunicarse entre pares con otro terminal de usuario. Un controlador de sistema se acopla a, y proporciona coordinación y control para, los puntos de acceso.

Si bien partes de la siguiente divulgación describirán terminales de usuario capaces de comunicarse mediante el acceso múltiple por división espacial (SDMA), para ciertos aspectos, los terminales de usuario también pueden incluir algunos terminales de usuario que no admiten SDMA. Por lo tanto, para dichos aspectos, un AP puede configurarse para comunicarse con terminales de usuario, tanto SDMA como no SDMA. Esta solución puede permitir convenientemente que versiones anteriores de terminales de usuario (estaciones "heredadas") permanezcan implantadas en una empresa, ampliando su vida útil, permitiendo a la vez que se introduzcan nuevos terminales de usuario SDMA según se considere adecuado.

El sistema emplea antenas de transmisión múltiple y recepción múltiple para la transmisión de datos en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El punto de acceso 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 seleccionados representa en conjunto las múltiples salidas para transmisiones de enlace descendente y las múltiples entradas para transmisiones

de enlace ascendente. Para 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 TDMA, diferentes canales de código con CDMA, conjuntos disjuntos de sub-bandas con OFDM, etc. Cada terminal de usuario seleccionado transmite datos específicos de usuario  $a$ , y/o recibe datos específicos de usuario desde, el punto de acceso. En general, cada terminal de usuario seleccionado puede equiparse con una o más antenas (es decir,  $N_{ut} \geq 1$ ). Los  $K$  terminales de usuario seleccionados pueden tener el mismo número, o un número diferente, de antenas.

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

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques del punto de acceso 110 y dos terminales de usuario 120m y 120x en el sistema MIMO 100. El punto de acceso 110 está equipado con  $N_t$  antenas 224a a 224t. El terminal de usuario 120m está equipado con  $N_{ut,m}$  antenas 252ma a 252mu, y el terminal de usuario 120x está equipado con  $N_{ut,x}$  antenas 252xa a 252xu. El punto de acceso 110 es una entidad de transmisión para el enlace descendente y una entidad de recepción para el enlace ascendente. Cada terminal de usuario 120 es una entidad de transmisión para el enlace ascendente y una entidad de recepción para el enlace descendente. Tal y como se usa en el presente documento, una "entidad de transmisión" es un aparato o dispositivo autónomo capaz de transmitir datos a través de un canal inalámbrico, y una "entidad de recepción" es un aparato o dispositivo autónomo capaz de recibir datos a través de un canal inalámbrico. En la siguiente descripción, el subíndice "dn" representa el enlace descendente, el subíndice "up" representa el enlace ascendente, se seleccionan  $N_{up}$  terminales de usuario para la transmisión simultánea en el enlace ascendente, se seleccionan  $N_{dn}$  terminales de usuario para la transmisión simultánea en el enlace descendente,  $N_{up}$  puede ser igual a  $N_{dn}$ , y  $N_{up}$  y  $N_{dn}$  pueden ser valores estáticos o pueden cambiar para cada intervalo de programación. Puede usarse la orientación de haces o alguna otra técnica de procesamiento espacial en el punto de acceso y el terminal de usuario.

En el enlace ascendente, en cada terminal de usuario 120 seleccionado para la transmisión de enlace ascendente, un procesador de datos de transmisión (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 al punto de acceso.

Pueden planificarse  $N_{up}$  terminales de usuario para la transmisión simultánea en el enlace ascendente. Cada uno de estos terminales de usuario lleva a cabo un procesamiento espacial en su flujo de símbolos de datos y transmite al punto de acceso su conjunto de flujos de símbolos de transmisión en el enlace ascendente.

En el punto de acceso 110,  $N_{ap}$  antenas 224a a 224ap reciben las señales de enlace ascendente desde todos los  $N_{up}$  terminales de usuario que transmiten en el enlace ascendente. Cada antena 224 proporciona una señal recibida a una respectiva unidad receptora (RCVR) 222. Cada unidad receptora 222 realiza un procesamiento complementario al realizado por la unidad de transmisión 254 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial de RX 240 realiza el procesamiento espacial de recepción en los  $N_{ap}$  flujos de símbolos recibidos desde las  $N_{ap}$  unidades de recepción 222 y proporciona  $N_{up}$  flujos recuperados de símbolos de datos de enlace ascendente. El procesamiento espacial de recepción se realiza de acuerdo con la inversión matricial de correlación de canal (CCMI), el mínimo error cuadrático medio (MMSE), la cancelación suave de interferencias (SIC) o alguna otra técnica. Cada flujo recuperado de símbolos de datos de enlace ascendente es una estimación de un flujo de símbolos de datos transmitido por un respectivo terminal de usuario. Un procesador de datos de RX 242 procesa (por ejemplo, desmodula, desintercala y decodifica) cada flujo recuperado de símbolos de datos de enlace ascendente, de acuerdo con 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 un procesamiento adicional.

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 programados para la transmisión en el enlace descendente, datos de control desde un controlador 230 y, posiblemente, otros datos desde un programador 234.

Los diversos tipos de datos pueden enviarse en diferentes canales de transporte. 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 pre-codificación o conformación de haces, como se describe en la presente divulgación) en los  $N_{dn}$  flujos de símbolos de datos de enlace descendente, y proporciona  $N_{ap}$  flujos de símbolos de transmisión para las  $N_{ap}$  antenas. Cada unidad transmisora 222 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace descendente.  $N_{ap}$  unidades de transmisión 222 proporcionan  $N_{ap}$  señales de enlace descendente para su transmisión desde  $N_{ap}$  antenas 224 a los terminales de usuario.

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

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. Asimismo, un estimador de canal 228 estima la respuesta de canal de enlace ascendente y proporciona estimaciones de canal de enlace ascendente. El controlador 280 para cada terminal de usuario obtiene típicamente la matriz de filtro espacial para el terminal de usuario, basándose en la matriz de respuesta de canal de enlace descendente  $H_{dn,m}$  para ese terminal de usuario. El controlador 230 obtiene la matriz de filtro espacial para el punto de acceso basándose en la matriz efectiva de respuesta de canal de enlace ascendente  $H_{up,eff}$ . El controlador 280 para cada terminal de usuario puede enviar información de retroalimentación (por ejemplo, los auto-vectores, los auto-valores, las estimaciones de la SNR, etc., de enlace descendente y/o de enlace ascendente) al punto de acceso. Los controladores 230 y 280 controlan además el funcionamiento de varias unidades de procesamiento en el punto de acceso 110 y en el terminal de usuario 120, respectivamente.

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

El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir un procesador 304 que controla el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 302. El procesador 304 también puede denominarse una 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 realiza típicamente operaciones lógicas y aritméticas basadas en instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 306. Las instrucciones en la memoria 306 pueden ejecutarse para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un alojamiento 308 que puede incluir un transmisor 310 y un receptor 312 para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo inalámbrico 302 y una ubicación remota. El transmisor 310 y el receptor 312 pueden combinarse en un transceptor 314. Una única antena, o una pluralidad de antenas de transmisión 316, puede(n) fijarse al alojamiento 308 y acoplarse eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores (no mostrados).

El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un detector de señales 318 que puede usarse para detectar y cuantizar el nivel de 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.

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

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) multiusuario de enlace descendente (DL-MU-MIMO) entre un punto de acceso y una pluralidad de estaciones, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Para comenzar, el AP puede transmitir un mensaje Petición de envío (RTS) 402 a una de las STA (por ejemplo, la STA1) seleccionada para recibir la transmisión DL-MU-MIMO. Todos los datos en el agregado

MU-MIMO pueden ser de la misma clase de prioridad. El mensaje RTS 402 puede enviarse usando parámetros de contienda de una clase de datos en el agregado MU-MIMO.

5 Tras recibir el mensaje RTS 402, la STA seleccionada (por ejemplo, la STA1) puede transmitir un mensaje Libre para envío (CTS) 404 al AP. El mensaje RTS 402 y el mensaje CTS 404 pueden estar separados por un espacio entre tramas corto (SIFS), un pequeño intervalo entre una trama de datos u otro mensaje y su confirmación (ACK). En respuesta a la recepción del mensaje CTS 404, el AP puede enviar datos DL-MU-MIMO 406 a STA seleccionadas mediante el programador (típicamente parte del sistema de procesamiento del AP, tal como el programador 234 en la FIG. 2). Las STA que reciben los datos MU-MIMO 406 pueden transmitir BA 408 en el enlace ascendente (UL) en serie, comenzando con el BA para la STA1 y finalizando con el BA para la STA3 como se muestra en la FIG. 4. Las transmisiones de BA de las STA pueden estar separadas por SIFS. El orden y la temporización de las transmisiones de BA de las STA pueden enviarse en los datos DL-MU-MIMO 406.

15 En transmisiones DL-MU-MIMO, se envían múltiples paquetes al mismo tiempo hacia diferentes STA. Si se reciben todos los acuses de recibo (ACK), la transmisión puede considerarse correcta. Si no se recibe ningún ACK, todos los paquetes probablemente fallaron, y este evento puede interpretarse de forma razonable como una colisión. Si solo faltan algunos de los ACK, mientras que otros se reciben, entonces se puede definir el significado de este evento (por ejemplo, si fue una colisión o una colisión solo para algunas de las STA) y la reacción apropiada en términos de aumento de la ventana de contienda (CW). Por ejemplo, en la FIG. 4, los datos MU-MIMO 406 se enviaron a STA1, STA2 y STA3 (terminales de acceso 120), y posteriormente se recibió un BA de cada una de STA1 y STA3, pero no de STA2.

#### PROTOCOLOS DE EJEMPLO PARA CONFIRMACIONES UL MU

25 En radio, múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) multiusuario (MU) se refiere en general a tecnologías MIMO en las que las antenas disponibles se distribuyen sobre una serie de puntos de acceso (AP) independientes (por ejemplo, tal como el AP 110) y terminales radio independientes (por ejemplo, terminales de usuario (UT) 120), cada uno de los cuales tiene una o múltiples antenas. Por el contrario, MIMO de usuario único (SU) se refiere en general a un único transmisor de múltiples antenas que se comunica con un solo receptor de múltiples antenas. El rendimiento de MUMIMO depende de la capacidad de precodificación de los dispositivos implicados.

35 El acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) se refiere en general a un procedimiento de acceso al canal usado en protocolos de acceso múltiple como un protocolo de canalización. FDMA da al usuario una asignación individual de una o varias bandas de frecuencia, o canales. FDMA, al igual que otros sistemas de acceso múltiple, coordina el acceso entre múltiples usuarios. El acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) es una versión multiusuario de OFDM. El acceso múltiple se logra en OFDMA asignando subconjuntos de subportadoras a usuarios individuales. Esto permite la transmisión simultánea de datos a baja velocidad de varios usuarios.

40 De acuerdo con ciertos aspectos, una transmisión FDMA puede consistir, por ejemplo, en múltiples SU o MU PPDU en cada canal (por ejemplo, 20 MHz). Cada MU PPDU puede ser bien una MU-MIMO PPDU o una FDMA PPDU. La FDMA PPDU puede asignar canales por debajo de 20 MHz. De acuerdo con ciertos aspectos, las PPDU de la transmisión FDMA pueden ser una combinación de FDMA, MU-MIMO, OFDMA y agregación temporal dentro de la misma PPDU. En este caso, la notación "DL MIMO/FDMA" puede referirse bien a una DL FDMA PPDU, una DL MU-MIMO PPDU, una DL OFDMA PPDU, o una PPDU que hace cualquier combinación de DL FDMA, DL MU-MIMO y agregación temporal para servir a múltiples STA. Una MU PPDU con agregación temporal puede comprender una única PPDU que incluye una A-MPDU o una AMSDU donde las MPDU o MSDU tienen direcciones del receptor o de destino correspondientes a diferentes STA. Una MU PPDU con agregación temporal puede comprender una secuencia de SU PPDU o PSDU enviadas con una separación temporal nula o muy pequeña.

50 De acuerdo con ciertos aspectos, las políticas de confirmación, definidas con más detalle a continuación, pueden aplicarse a cada PPDU de la transmisión FDMA. Como resultado, las respuestas inmediatas generadas por la transmisión FDMA pueden ser una combinación de las respuestas inmediatas generadas por cada PPDU.

55 MU-MIMO de enlace ascendente (UL) o UL FDMA pueden usarse para transmitir múltiples acuses de recibo de bloque (BA) al mismo tiempo, por ejemplo, en respuesta a una unidad de datos de protocolo física (PPDU) MU de enlace descendente (DL). La norma actual no define UL MU-MIMO ni UL FDMA y no permite el modo de funcionamiento anterior.

60 En consecuencia, son deseables reglas de protocolos y señalización para permitir el uso de UL MU-MIMO y UL FDMA para enviar BA.

#### UL MU ACK con UL MU-MIMO/FDMA de ejemplo

65 De forma convencional, en una DL MU-MIMO PPDU, como máximo una unidad de datos de protocolo de control de acceso al medio (MAC) agregada (A-MPDU) entre las A-MPDU direccionadas a todas las STA de muy alto caudal de datos (VHT) puede incluir MPDU que solicitan una respuesta inmediata. De acuerdo con ciertos aspectos

presentados en el presente documento, esta restricción se puede relajar.

La presente divulgación proporciona intercambios de tramas de ejemplo y políticas de señalización de ACK para permitir el envío de ACK/BA con UL MU-MIMO/FDMA mediante estaciones (STA) que reciben una DL MU-MIMO/FDMA PPDU y que tienen capacidad UL MU-MIMO o UL FDMA.

### Reglas de protocolos ACK de ejemplo

La presente divulgación puede definir reglas para limitar el establecimiento de políticas de ACK y señalización para asignar recursos MU-MIMO o FDMA a las STA receptoras para las respuestas. Dicha señalización puede incluir las STA que se solicitan para una respuesta inmediata (por ejemplo, para BA inmediatas), las STA que pueden usar las indicaciones de la política de ACK existentes, qué modo se debe usar para las respuestas (por ejemplo, UL SU-MIMO, UL MU-MIMO, o UL MU FDMA), y qué parámetros se deben usar para las transmisiones MU-MIMO o FDMA.

De acuerdo con ciertos aspectos, un AP puede transmitir una MU PPDU que solicita respuesta inmediata de múltiples STA inalámbricas de alta eficiencia (HEW) (por ejemplo, STA de muy alto caudal de datos (VHT)) que admiten UL MU-MIMO, UL FDMA, o ambas. Por lo tanto, son posibles múltiples respuestas (por ejemplo, ACK/BA) a la MU PDDU, de múltiples STA, al mismo tiempo. Por ejemplo, si todas las STA direccionadas en la DL MU-MIMO PPDU admiten UL MU-MIMO, UL FDMA, o ambas, entonces se puede solicitar ninguna, algunas o todas las STA para respuesta inmediata. De acuerdo con ciertos aspectos, las respuestas múltiples pueden estar en diferentes flujos y/o diferentes frecuencias.

En una implementación de ejemplo, el AP puede solicitar múltiples respuestas inmediatas mediante la transmisión de una MU PPDU que incluye múltiples unidades de datos de protocolo de control de acceso al medio (MAC) agregadas (A-MPDU) que tienen MPDU que solicitan una respuesta inmediata (por ejemplo, las MPDU indican "BA inmediato o ACK normal"). En otra implementación de ejemplo, el AP puede solicitar múltiples respuestas inmediatas mediante la transmisión de una o más MPDU en la AMPDU que indican una concesión de dirección inversa (RDG) o una concesión de intercambio de tramas de alta velocidad. De acuerdo con ciertos aspectos, la concesión RDG o la concesión de intercambio de tramas de alta velocidad pueden transmitir una oportunidad de transmisión (TXOP) a la STA receptora durante la cual la STA receptora puede transmitir ACK/BA o datos.

De acuerdo con ciertos aspectos, la DL MU-MIMO/FDMA PPDU puede direccionarse a una mezcla de STA heredadas (por ejemplo, no HEW) y HEW STA (por ejemplo, algunas de las STA direccionadas admiten UL MU-MIMO, UL FDMA o ambos, y algunas de las STA direccionadas no). Una DL FDMA PPDU direccionada a una mezcla de STA heredadas y HEW puede ser una PPDU heredada enviada en el canal primario y una o más PPDU enviadas en otros canales. De acuerdo con ciertos aspectos, si el AP transmite una MU PPDU que solicita una respuesta inmediata de una STA no HEW, entonces ninguna otra STA que reciba la MU PPDU puede solicitarse para una respuesta inmediata. Por ejemplo, si una unidad de datos de servicio del protocolo de convergencia de la capa física (PLCP) (PSDU) (por ejemplo, una A-MPDU) en la MU PPDU direccionada a una STA no HEW solicita una respuesta inmediata, entonces ninguna otra PSDU en la misma MU PPDU puede solicitar una respuesta inmediata. En este caso, la MPDU que solicita la respuesta inmediata puede establecerse a "respuesta inmediata" y las MPDU para las otras STA pueden establecerse a una política de "No ACK", una política de "BA retrasado" o una política de "BAR". De acuerdo con ciertos aspectos, bajo la suposición de que las transmisiones de enlace ascendente desde una STA heredada y una o más HEW STA pueden realizarse usando protocolos UL FDMA o MU-MIMO apropiados, la PSDU direccionada a una STA no HEW y la PSDU/MPDU direccionada a una o más HEW STA que admiten UL MU-MIMO o UL FDMA pueden solicitar una respuesta inmediata de las HEW STA. Por ejemplo, todas las MPDU para las HEW STA pueden establecerse a "respuesta inmediata". De forma alternativa, ninguna de las STA puede solicitarse para una respuesta inmediata. Por ejemplo, todas las MPDU pueden establecerse a una política "No ACK" o "BA retrasado". En consecuencia, se puede solicitar una o múltiples STA para respuesta inmediata, siempre y cuando ninguna de las STA no heredadas direccionadas se solicite para respuesta inmediata.

De acuerdo con ciertos aspectos, si ninguna de las STA direccionadas en la DL MU-MIMO PPDU admite UL MU-MIMO, UL FDMA o ambos, como máximo una de las STA puede solicitarse para respuesta inmediata. En una implementación de ejemplo, ninguna de las STA se solicita para respuesta inmediata.

De acuerdo con ciertos aspectos, pueden solicitarse múltiples respuestas simultáneas, incluso si una de las STA no admite UL FDMA o UL MU-MIMO (por ejemplo, una STA heredada o una HEW STA que no admite UL FDMA o UL MU-MIMO). Por ejemplo, una STA heredada puede responder con una transmisión SU regular en un canal primario, mientras que otras STA con capacidad pueden responder al mismo tiempo en otros canales. En algunos casos, una STA con capacidad puede admitir parcialmente UL FDMA o UL MU-MIMO limitando el ancho de banda o limitando el número de flujos espaciales de su respuesta en un canal primario para favorecer las transmisiones UL-FDMA o UL MU-MIMO en otros canales/flujos de otras STA.

### Indicación del tipo de respuesta para ACK

De acuerdo con ciertos aspectos, cada STA receptora que se solicita para enviar una respuesta inmediata puede

saber, o puede recibir indicaciones sobre, cómo se debe enviar la respuesta inmediata (por ejemplo, ACK/BA). Por ejemplo, la STA solicitada puede saber o recibir indicaciones sobre si debe responder con SUMIMO, MU-MIMO o FDMA. El modo de preámbulo PHY a usar puede ser diferente dependiendo de si la técnica es responder.

5 En una DL MIMO/FDMA PDU o MU PDU con agregación temporal, excepto para la cabecera PHY, la parte de datos se puede recibir solo por las STA deseadas (por ejemplo, direccionadas). Como la política de ACK se puede incluir en la parte de datos, cada STA puede no conocer la política de ACK, o cualquier otra configuración incluida en la parte de datos, establecida para otras STA. Así pues, se puede informar a cada STA de forma individual y robusta del tipo de respuesta.

10 Opción 1: De acuerdo con ciertos aspectos, se puede añadir una indicación del tipo de respuesta para cada STA en cada MPDU o PSDU. Por ejemplo, 1 o 2 bits pueden indicar qué modo de respuesta se va a usar (por ejemplo, UL SU-MIMO, UL MU-MIMO o UL FDMA). Para una indicación del tipo de respuesta en cada MPDU, la indicación puede incluirse en el campo de control de calidad de servicio (QoS), el campo de control HT o VHT, el  
15 campo de control de trama (FC), el delimitador de A-MPDU que precede a la MPDU, la cabecera MAC ampliada o un delimitador de A-MPDU con campos adicionales. Para una indicación del tipo de respuesta en la PSDU, la indicación puede incluirse, por ejemplo, en el campo SERVICIO. De forma alternativa, la indicación puede incluirse en la cabecera PHY.

20 Opción 2: De acuerdo con ciertos aspectos, una segunda opción para indicar el tipo de respuesta puede ser agregar una trama "especial" adicional a la A-MPDU a partir de la cual la STA puede saber el tipo de respuesta y los parámetros. Por ejemplo, si se recibe la subtrama especial, la STA puede responder de acuerdo con una asignación definida por la subtrama especial. De acuerdo con ciertos aspectos, la subtrama especial puede tener un número de token asociado con una programación para la respuesta y la STA puede responder de acuerdo  
25 con la programación. De forma alternativa, si no se recibe la subtrama especial, la STA puede saber que debe responder con una transmisión SU-MIMO o la STA puede saber que no debe responder.

30 Opción 3: De acuerdo con ciertos aspectos, una tercera opción puede ser una combinación de la primera y segunda opciones. Por ejemplo, 1 o 2 bits (en la MPDU, PSDU o en la cabecera PHY) pueden indicar qué modo debe usar la STA para la respuesta (por ejemplo, como en la primera opción). Si los 1 o 2 bits indican que el tipo de respuesta es SUMIMO, la STA puede responder con una transmisión SU. Sin embargo, si los 1 o 2 bits indican que el tipo de respuesta es MU-MIMO/FDMA, y si se recibe una trama especial (por ejemplo, como en la  
35 segunda opción), la STA puede responder de acuerdo con la asignación definida por la subtrama especial. De forma alternativa, si los 1 o 2 bits indican que el tipo de respuesta es MU y si no se recibe una trama especial, la STA puede saber que no debe responder.

40 Opción 4: De acuerdo con ciertos aspectos, una cuarta opción puede ser definir un acuerdo "estático" entre el AP y las STA receptoras sobre cómo se deben enviar las respuestas inmediatas. De acuerdo con ciertos aspectos, el acuerdo puede ser por STA, por grupo de STA, o definirse de forma estática en las normas inalámbricas. El modo acordado para respuestas inmediatas se puede comunicar mediante el AP en una trama de gestión (por ejemplo, en un indicador, una respuesta de sondeo o una trama de acción). En una implementación de ejemplo, cada ID de grupo DL MU-MIMO usado para la transmisión DL MU-MIMO puede asociarse con el modo que se va a usar para la respuesta inmediata (por ejemplo, UL SU-MIMO, UL MU-MIMO o UL MU FDMA). En este caso, la  
45 trama de acción (por ejemplo, trama de acción de ID de grupo 802.11ac) puede incluir 1 o 2 bits en el campo Matriz de posición del usuario o en un campo nuevo por grupo.

50 Opción 5: En otra implementación de ejemplo, se pueden definir reglas (por ejemplo, en las normas inalámbricas) para obtener el tipo de respuesta a usar basándose en el tipo de la PDU recibida. Por ejemplo, si se recibe una DL SU PDU, la respuesta puede usar SU; si se recibe una DL FDMA PDU, la respuesta puede usar FDMA, y si se recibe una DL MU-MIMO PDU, la respuesta puede usar UL MU-MIMO.

De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede simplemente indicar si están activados los UL FDMA/MU-MIMO BA en un indicador, una respuesta de asociación o en una trama de gestión.

## 55 **Indicación de los parámetros para la respuesta usando MU-MIMO/FDMA**

De acuerdo con ciertos aspectos, si una STA determina (por ejemplo, recibe una indicación, obtiene, acepta de forma estática, o se configura) que se debe usar UL MU-MIMO o FDMA para una respuesta inmediata, la STA también puede saber qué parámetros debe usar para la respuesta. Los parámetros de respuesta pueden incluir, por  
60 ejemplo, qué flujos espaciales/canales debe usar, qué duración usar y qué potencia usar para la respuesta inmediata. De acuerdo con ciertos aspectos, uno o más de estos parámetros se pueden indicar con cualquiera de las siguientes opciones o una combinación de las mismas (por ejemplo, algunos parámetros se pueden transmitir de acuerdo con una opción y otros parámetros de acuerdo con otra opción).

65 Opción 1: De acuerdo con ciertos aspectos, una primera opción para indicar parámetros de respuesta puede ser ampliar las reglas existentes para el ancho de banda (BW) de respuesta inmediata y los esquemas de modulación y

codificación (MCS). Por ejemplo, el ancho de banda y los canales de la trama de respuesta pueden ser iguales al ancho de banda y los canales de la trama solicitante, como se muestra en la FIG. 5. Como se muestra en el intercambio de tramas 500 ilustrado en la FIG. 5, el ancho de banda 502 usado para la respuesta inmediata del solicitante de STA2 es igual al ancho de banda 504 usado por la STA2 para la respuesta (BA STA2). De forma similar, el ancho de banda 506 usado para la respuesta inmediata del solicitante de STA1 es igual al ancho de banda 508 usado por la STA1 para la respuesta (BA STA1). De acuerdo con ciertos aspectos, si la trama solicitante es una DL FDMA PPDU, el ancho de banda de la trama de respuesta puede ser igual al ancho de banda de la trama solicitante usada únicamente para transmitir a la STA receptora particular que está respondiendo. De acuerdo con ciertos aspectos, el MCS se puede obtener como una función del MCS de petición y también puede tener en cuenta el ancho de banda. De acuerdo con ciertos aspectos, la asignación puede definirse mediante las normas inalámbricas o se puede indicar mediante el AP.

De acuerdo con ciertos aspectos, el ancho de banda de la respuesta puede fijarse a un cierto valor mediante el AP o mediante la norma; como un ejemplo, el ancho de banda puede establecerse a un valor igual para todos los respondedores. Como un ejemplo, la respuesta puede establecerse a la respuesta más pequeña admitida por cada STA, o por todas las STA.

De acuerdo con ciertos aspectos, las STA pueden enviar la trama de respuesta usando los mismos flujos espaciales de la trama solicitante (por ejemplo, el número y la posición de los flujos espaciales), como se muestra en la FIG. 6. Como se muestra en el intercambio de tramas 600 ilustrado en la FIG. 6, la trama solicitante para STA2 puede usar un primer flujo espacial 602 y la STA2 puede responder usando el mismo flujo espacial 604. De forma similar, la trama solicitante para STA1 puede usar un segundo flujo espacial 606 y la STA1 puede responder usando el mismo flujo espacial 608. De acuerdo con ciertos aspectos, la STA receptora y el AP solicitante pueden no admitir la transmisión de los mismos flujos espaciales o el mismo número de flujos espaciales. En este caso, la STA puede usar un subconjunto predefinido de N flujos espaciales. El AP puede conocer los flujos admitidos por las STA y puede, por ejemplo, transmitir solamente en el subconjunto predefinido de flujos espaciales. Como un ejemplo se supone que el AP sirve a las STA 1 a 4 con la siguiente asignación de flujos {1 y 2, 3 y 4, 5 y 6, 7 y 8}. Las STA 1 y 2 pueden responder en los flujos 1 y 2, 3 y 4 respectivamente, mientras que las STA 3 y 4 pueden responder en el flujo 5 y 7 respectivamente, no pudiendo usar 2 flujos. De acuerdo con ciertos aspectos, el subconjunto de N flujos espaciales puede definirse en las normas inalámbricas. Como un ejemplo, el AP o la norma pueden indicar que todas las respuestas se deben enviar con 1 flujo espacial solamente. La asignación del flujo espacial a las STA respondedoras puede seguir la misma ordenación de STA definida en la DL MU PPDU, como se indica mediante el ID de grupo o mediante la lista de identificadores de STA en la DL MU PPDU. De acuerdo con ciertos aspectos, la duración de la respuesta puede fijarse mediante el AP o puede indicarse a la STA mediante el AP.

Opción 2: De acuerdo con ciertos aspectos, una segunda opción para indicar parámetros de respuesta puede ser que los parámetros se acuerden previamente entre el AP y la STA. De acuerdo con ciertos aspectos, los parámetros acordados previamente se pueden intercambiar. Por ejemplo, los parámetros acordados previamente se pueden intercambiar cuando la STA se asocia con el AP (por ejemplo, en la respuesta de sondeo o la respuesta de asociación). En otro ejemplo, el AP puede indicar los parámetros acordados previamente en una trama de gestión/control enviada a cada STA o grupo de STA en algún instante antes de enviar la DL MU PPDU. Por ejemplo, antes de enviar la DL MU PPDU, el AP puede enviar una trama especial que indica los parámetros acordados previamente, como se muestra en la FIG. 7. Como se muestra en el intercambio de tramas 700 ilustrado en la FIG. 7, se envía una trama especial 702 antes de que las tramas 704 (DL STA2) y 708 (DL STA1) soliciten respuestas inmediatas de STA2 y STA1, respectivamente. La trama especial 702 puede proporcionar los parámetros acordados previamente para las tramas de respuesta 706 (BA STA2) y 710 (BA STA1) de STA2 y STA1, respectivamente.

De forma alternativa, el AP puede enviar una trama de acción de gestión justo antes de la DL MU PPDU para intercambiar los parámetros acordados previamente. De acuerdo con ciertos aspectos, los parámetros acordados previamente pueden definirse en las normas inalámbricas (por ejemplo, todos los BA pueden usar un flujo con el ancho de banda más pequeño).

Opción 3: De acuerdo con ciertos aspectos, los parámetros de respuesta se pueden asignar de forma estática. Por ejemplo, en una tercera opción, cada ID de grupo usado para la transmisión DL MUMIMO puede asociarse con algunos o todos los parámetros que se van a usar para las respuestas bien UL MUMIMO o UL FDMA. De acuerdo con ciertos aspectos, el ID de grupo se puede recibir en el preámbulo PHY de la DL MU PPDU recibida. Como un ejemplo, el ID de grupo puede asociarse con el ancho de banda y la asignación de flujos para las respuestas UL.

Opción 4: En una cuarta opción, los parámetros de respuesta para las respuestas UL MU-MIMO y UL FDMA pueden asignarse de forma dinámica e indicarse a cada STA en la DL PSDU recibida. Por ejemplo, los parámetros pueden incluirse en cada MPDU (por ejemplo, en el campo de control de QoS o en el campo FC), en el delimitador de A-MPDU que precede a la MPDU o en una cabecera MAC ampliada. Los parámetros también se pueden incluir en la PSDU (por ejemplo, en el campo SERVICIO) o en la cabecera PHY (por ejemplo, en uno de los campos de señal (SIG)). En este caso, la presencia del campo que indica los parámetros a usar para la respuesta puede señalizarse mediante una de las siguientes opciones: uso de un bit reservado en el campo de

control de QoS, uso de un bit reservado en el campo de control de HT, uso de un bit reservado en el campo SERVICIO, uso de un bit reservado en el delimitador de A-MPDU, o indicarse de forma implícita mediante si el tipo de DL PPDU es DL MU-MIMO o DL OFDMA.

5 Opción 5: De acuerdo con ciertos aspectos, una quinta opción para indicar los parámetros de respuesta puede ser en una trama especial agregada en la A-MPDU. De acuerdo con ciertos aspectos, cada trama especial se puede recibir mediante una STA y puede incluir la información de los parámetros para esa STA solamente. De forma alternativa, la trama o tramas especiales (por ejemplo, una trama especial por STA o una única trama especial de difusión) se pueden enviar en una PPDU independiente después de la DL PPDU de datos, como se muestra en la FIG. 8. Como se muestra en el intercambio de tramas 800 ilustrado en la FIG. 8, la trama especial 804 que indica los parámetros para las respuestas inmediatas 806 (BA STA2) y 810 (BA STA1) de STA2 y STA1, respectivamente, se puede enviar en una DL PPDU independiente después de las DL PPDU 802 (DL STA2) y 808 (DL STA1) que solicitan respuestas inmediatas de STA2 y STA1, respectivamente. La trama especial puede ser una trama de activación o una trama BAR modificada.

#### 15 Tramas BAR con UL MU-MIMO/FDMA de ejemplo

Como se ha analizado anteriormente, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación, un AP puede solicitar respuestas inmediatas de múltiples HEW STA (por ejemplo, VHT STA) que admiten UL MU-MIMO, UL FDMA, o ambas. Por ejemplo, una DL MU-MIMO/FDMA PPDU puede tener más de una PSDU direccionada a HEW STA que tienen MPDU con políticas de "respuesta de BA o ACK inmediata" que solicitan una respuesta de BA o ACK inmediata de las HEW STA receptoras. También como se ha analizado anteriormente, puede ser deseable que las STA solicitadas sepan qué modo de transmisión (por ejemplo, SU, UL MU-MIMO o UL FDMA) deben usar para las respuestas y qué parámetros deben usar para las respuestas si se debe usar UL MU-MIMO o UL FDMA como el modo de transmisión para las respuestas.

Anteriormente se han proporcionado varias opciones para indicar el tipo de respuesta y los parámetros de respuesta a usar para las respuestas. En ciertas implementaciones analizadas anteriormente, los parámetros de respuesta se pueden incluir en una trama especial. Si la trama especial no se decodifica correctamente, la STA receptora no responderá.

#### 30 **Trama SU BAR de ejemplo**

De acuerdo con ciertos aspectos, se pueden usar tramas de petición de confirmación de bloque (BAR) para sondear (por ejemplo, solicitar) acuses de recibo de bloque (BA). Como se ha descrito anteriormente, se puede usar UL MU-MIMO o UL FDMA para transmitir múltiples BA al mismo tiempo, por lo tanto, puede ser útil definir una trama BAR que pueda solicitar múltiples respuestas inmediatas.

De acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación, se define una SU BAR que lleva información adicional que puede usarse en una DL MU PPDU para solicitar múltiples respuestas inmediatas UL, así como para proporcionar asignación de recursos para enviar los BA.

De acuerdo con ciertos aspectos de esta divulgación, la trama BAR puede agregarse en una A-MPDU que es parte de la DL MU PPDU y la trama BAR puede dirigirse a un solo usuario. Por ejemplo, cada STA que es una receptora de la DL MU PPDU puede recibir una BAR potencialmente diferente, solicitando un BA y concediendo los recursos para que esa STA responda. A cada STA se le puede conceder un recurso diferente.

Como se ha mencionado anteriormente, además de solicitar BA, la trama BAR también puede asignar recursos para los BA, indicar el modo de transmisión para las respuestas e indicar los parámetros a usar para las respuestas. De acuerdo con ciertos aspectos, puede ser deseable usar bits reservados en la trama BAR existente o añadir campos a la trama BAR existente para indicar el tipo de respuesta y/o los parámetros de respuesta. La FIG. 9 ilustra una trama BAR de ejemplo 900, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 9, la trama BAR 900 puede incluir un campo de control de trama 902, un campo de duración/ID 904, un campo de dirección del receptor 906, un campo de dirección de transmisor 908, un campo de control de BAR 910, un campo de información de BAR 912 y un campo de secuencia de comprobación de trama 914. De acuerdo con ciertos aspectos, algunos de los 8 bits reservados en el campo de control de BAR 910 pueden usarse para el campo de información de BAR de longitud variable 912 para indicar la asignación de recursos para las respuestas.

De acuerdo con ciertos aspectos, se pueden usar 1 o 2 bits del campo de información de BAR 912 para indicar qué modo de respuesta se debe usar (por ejemplo, SU, UL MU-MIMO o UL FDMA). Por ejemplo, SU puede indicarse con 00, MU-MIMO puede indicarse con 01, y FDMA puede indicarse con 10. Si se va a usar UL MU-MIMO o UL FDMA, entonces los parámetros que se deben usar (por ejemplo, duración de la PPDU de respuesta, asignación de flujos espaciales/canales, y asignación de potencia) también pueden indicarse mediante bits en la trama BAR tal como se ha descrito anteriormente. Si no se indican los parámetros de respuesta, se pueden usar los parámetros de respuesta predeterminados o acordados previamente. De acuerdo con ciertos aspectos, la política de BA para todas las MPDU de datos se puede establecer a BA (sin respuesta inmediata), de tal manera que si la BAR no se recibe

correctamente, no se genera ninguna respuesta inmediata.

La FIG. 10 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 1000 de una DL A-MPDU que incluye una trama BAR por cada STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 10, se puede agregar una trama BAR diferente para cada STA en las DL A-MPDU para cada STA. Por ejemplo, la trama BAR 1002 (DL STA2 + BAR2) y la trama BAR 1004 (DL STA1 + BAR1) pueden agregarse en A-MPDU y pueden solicitar BA 1006 (BA STA2) y 1008 (BA STA1) a las STA 2 y 1, respectivamente.

De acuerdo con ciertos aspectos, las tramas BAR pueden no agregarse en la DL A-MPDU. La FIG. 11 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 1100 de una trama BAR por cada STA enviada a las STA en una trama de unidad de datos de protocolo del protocolo de convergencia de la capa física (PLCP) (PPDU) MU independiente que sigue a la trama DL A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 11, las tramas BAR 1106 y 1108 pueden enviarse en una DL PPDU independiente después de la DL A-MPDU que tiene PSDU de datos 1102 y 1104 direccionadas a STA2 y STA1, respectivamente.

#### Tramas BAR de múltiples STA de ejemplo

De acuerdo con ciertos aspectos, se puede usar una trama BAR de múltiples STA para solicitar BA de múltiples STA. De acuerdo con ciertos aspectos, la trama BAR de múltiples STA puede enviarse como una trama de difusión o de multidifusión, dirigida a múltiples STA a las que solicita que envíen un BA. En cuanto a la trama SU BAR descrita anteriormente, la trama BAR de múltiples STA también puede incluir indicaciones para los recursos que cada STA puede usar para enviar el BA.

De acuerdo con ciertos aspectos, la BAR de múltiples STA puede usar el formato de una trama BAR indicadora de tráfico múltiple (TID), como se muestra en la FIG. 12. La BAR de múltiples STA puede usar algunos de los bits reservados en el campo de control de BAR, en el campo de información de POR-TID, o en otros campos existentes para indicar: que la BAR es una BAR de múltiples STA, qué STA son las receptoras, la duración de la respuesta permitida y la asignación de recursos para las respuestas en UL MUMIMO o UL FDMA. Por ejemplo, para cada TID, el campo de información de BAR 912 puede incluir un sub-campo de información por TID 1202 y un sub-campo de control de secuencia de inicio de confirmación de bloque 1204.

De acuerdo con ciertos aspectos, la trama BAR de múltiples STA puede incluir una indicación de que la BAR es una BAR de múltiples STA usando un nuevo sub-tipo o tipo ampliado en el campo de control de trama (FC). Por ejemplo, usando 1 bit reservado en el campo FC. De forma alternativa, el envío de la BAR con una dirección de destino de difusión/multidifusión puede indicar que la BAR es una trama BAR múltiples STA.

De acuerdo con ciertos aspectos, la indicación de qué STA son las receptoras se puede conseguir usando los 12 bits reservados en el campo POR-TID 1202 para indicar un identificador parcial o local de cada STA (por ejemplo, el AID, el AID parcial o la dirección MAC parcial de cada STA).

De acuerdo con ciertos aspectos, la indicación de la duración de la respuesta permitida se puede conseguir usando los bits reservados en el campo de control de BAR 1206 para indicar la duración de la PPDU de respuesta permitida. Además, se puede suponer que el campo Duración 902 indica la duración de la PPDU permitida.

De acuerdo con ciertos aspectos, la indicación de la asignación de recursos para que las STA envíen en UL MU-MIMO o UL FDMA se puede conseguir incluyendo la asignación de flujos espaciales/canales y el control de potencia para cada STA.

De acuerdo con ciertos aspectos, el formato de trama de BAR actual puede modificarse añadiendo 1 o 2 bytes 1310 al campo de información de BAR como se muestra en la FIG. 13, por ejemplo, ampliando el campo de información POR TID 1202 incluyendo las indicaciones de asignación mencionadas anteriormente (por ejemplo, asignación de flujos espaciales/canal por STA y control de potencia). Otra posible modificación del formato de trama BAR actual puede ser eliminar el campo de dirección del receptor 906, que se supone que se difunde como se muestra en la FIG. 14. En este caso, puede necesitarse que el tipo de la trama sea uno nuevo, de tal manera que un receptor pueda analizar el nuevo formato correctamente.

La FIG. 15 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 1500 usando una trama BAR de múltiples STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 15, puede enviarse una única trama BAR de múltiples STA 1506 en una DL PPDU independiente después de la DL A-MPDU que tiene PSDU de datos 1502 y 1504 direccionadas a STA2 y STA1, respectivamente, y puede solicitar BA 1508 y 1510 a STA2 y STA1, respectivamente.

#### Concesión de dirección inversa MU de ejemplo

Como se analizó anteriormente, el AP puede enviar DL MUMIMO A-MPDU a múltiples STA. En las DL MU-MIMO A-MPDU, el AP puede indicar que la oportunidad de transmisión se transmite a las STA. Como se ha analizado

anteriormente, las STA receptoras pueden admitir UL MU-MIMO/FDMA y, de este modo, múltiples STA receptoras pueden transmitir UL PPDU al mismo tiempo. De acuerdo con ciertos aspectos, las UL MU PPDU pueden contener datos o confirmaciones. Como también se ha analizado anteriormente, con el fin de responder, puede ser deseable que las STA conozcan también qué modo de transmisión y parámetros deben usar para la respuesta.

De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede indicar que se concede una TXOP a una STA receptora mediante un bit de concesión de dirección inversa (RDG), por ejemplo, en la cabecera MAC de cada MPDU enviada a una o más STA. De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede establecer el bit RDG para múltiples STA si las STA admiten MU-MIMO, UL FDMA, o ambas (por ejemplo, HEW STA). La concesión también puede especificar el modo de transmisión y los parámetros para la respuesta. De acuerdo con ciertos aspectos, la indicación del modo de transmisión y los parámetros se pueden transmitir de acuerdo con cualquiera de las opciones analizadas anteriormente para indicar el modo de transmisión y los parámetros.

De acuerdo con ciertos aspectos, como están implicadas múltiples STA, la TXOP puede devolverse al AP después de que las STA transmiten la UL PPDU.

La FIG. 16 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 1500 con RDG incluidas en cada A-MPSU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 16, el AP puede enviar una DL MU-MIMO/FDMA que tiene A-MPDU 1602 y 1604 direccionadas a STA2 y STA1, respectivamente, y cada una de las cuales tiene un bit RDG (RDG2 y RDG1) en la cabecera MAC. Los bits RDG pueden conceder una TXOP a las STA receptoras. En consecuencia, cada una de STA2 y STA1 pueden responder con UL MU-MIMO/FDMA PPDU 1606 y 1608, respectivamente. De acuerdo con ciertos aspectos, los BA/ACK pueden agregarse con las UL PPDU o, de forma alternativa, se puede enviar una PSDU 1610 independiente con ACK/BA.

#### Optimizaciones de ejemplo para UL MU-MIMO/FDMA

La eficiencia de las comunicaciones UL MU-MIMO/FDMA de enlace ascendente puede limitarse si el coste de sobrecarga es alto. Por ejemplo, el AP puede usar una subtrama especial como activador para cada transmisión UL MU-MIMO, lo cual puede aumentar la sobrecarga.

De acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación, se proporcionan soluciones para reducciones de sobrecarga para transmisiones UL MUMIMO o UL FDMA. Las reducciones de sobrecarga pueden ahorrar tiempo de preámbulo y tiempo de espaciado entre tramas para mensajes nuevos. En un aspecto, las reducciones de sobrecarga pueden implicar la agregación de información de la subtrama especial UL MU-MIMO/FDMA en A-MPDU agregadas de paquetes DL MU-MIMO o DL-FDMA. En otro aspecto, la información de la subtrama especial UL MU-MIMO/FDMA puede agregarse con ACK de enlace descendente (por ejemplo, acusando la recepción de datos UL). Si ya se ha comunicado la información de los parámetros en la trama especial, la subtrama especial puede actuar simplemente como un activador. En otro aspecto, se puede transmitir una trama especial para programar múltiples paquetes UL MU-MIMO.

#### **UL MU-MIMO/FDMA activado por BA de difusión de ejemplo**

La FIG. 17 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 1700 con una subtrama especial transmitida al comienzo de la oportunidad de transmisión, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se ilustra en la FIG. 17, el AP puede transmitir una trama especial 1702 al comienzo de la TXOP para activar (por ejemplo, solicitar) la respuesta inmediata de las STA receptoras. La subtrama especial también puede definir los parámetros de respuesta para transmisiones UL MU-MIMO/FDMA durante todo el tiempo de la TXOP. De acuerdo con ciertos aspectos, las STA pueden enviar un primer conjunto de paquetes en respuesta a la subtrama especial. Por ejemplo, las STA receptoras pueden transmitir UL MUMIMO/FDMA PPDU 1704 y 1706. Como se muestra en la FIG. 17, el AP puede entonces responder con acuses de recibo de bloque (BA) 1708, concediendo otra TXOP, que sirve como activador para otra transmisión UL MU-MIMO/FDMA desde el mismo conjunto de STA receptoras. De acuerdo con determinados aspectos, el AP puede realizar una difusión de grupo del BA. De forma alternativa, el AP puede enviar el BA usando DL MU-MIMO/FDMA. De acuerdo con ciertos aspectos, se puede usar un bit (por ejemplo, un bit RDG) en el BA como una concesión o activador. De acuerdo con ciertos aspectos, el BA puede tener un número de token que coincide con el número de token en la trama especial. Como se muestra en la FIG. 17, las STA receptoras pueden responder inmediatamente después del BA 1708 con UL MU-MIMO/FDMA PPDU 1710 y 1712, por ejemplo, usando los mismos parámetros definidos por la primera trama especial. De acuerdo con ciertos aspectos, el proceso de activación de una transmisión UL MUMIMO/FDMA con una trama ACK/BA puede repetirse un número deseado de veces consecutivamente.

De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede transmitir una trama especial que incluye información para múltiples paquetes UL MU-MIMO dentro de la oportunidad de transmisión. De acuerdo con ciertos aspectos, la trama especial puede definir grupos de STA (por ejemplo, grupos de UL MU PPDU) que pueden transmitir PPDU, por ejemplo, en instantes diferentes. De acuerdo con ciertos aspectos, la trama especial puede especificar una ordenación según la cual los grupos pueden transmitir PPDU. La trama especial también puede especificar el modo de transmisión y los parámetros (por ejemplo, duración, potencia, flujos espaciales, etc.) que deben usar las STA en los grupos. De forma

alternativa, los grupos de STA, la ordenación y otros parámetros se pueden definir previamente.

#### **UL MU-MIMO/FDMA mediante múltiples conjuntos de STA activados por una trama especial de ejemplo**

5 La FIG. 18 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 1800 con una trama especial transmitida al comienzo de la oportunidad de transmisión para activar respuestas de múltiples conjuntos de STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 18, el AP puede enviar una trama especial 1802 que define un primer conjunto de STA que incluye STA2 y STA1 y un segundo conjunto de STA que incluye STA3 y STA4. El primer conjunto de STA (STA2 y STA1) puede responder inmediatamente después de recibir la trama especial. Por ejemplo, STA2 y STA1 pueden enviar UL MU-MIMO/FDMA PDU 1804 y 1806, respectivamente. El AP puede entonces responder con un BA 1808. De acuerdo con ciertos aspectos, el BA 1808 puede tener un contador que indica el grupo que puede ir a continuación. De acuerdo con ciertos aspectos, el BA 1808 puede tener un bit (por ejemplo, un bit RDG) que concede la TXOP al siguiente conjunto. Como se muestra en la FIG. 18, el segundo conjunto de STA (STA3 y STA4) puede responder después del BA. Por ejemplo, STA3 y STA4 pueden enviar UL MU-MIMO PDU 1810 y 1812, respectivamente. De acuerdo con ciertos aspectos, este intercambio de tramas puede continuar o repetirse un número de veces deseado. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 18, el AP puede entonces enviar un segundo BA 1814 después del cual puede responder un tercer conjunto de STA, y así sucesivamente.

20 De acuerdo con ciertos aspectos, la trama especial puede programar múltiples conjuntos de STA para responder de forma consecutiva sin un BA del AP, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 19. La FIG. 19 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 1900 con una trama especial 1902 transmitida al comienzo de la oportunidad de transmisión para activar respuestas de múltiples conjuntos de STA, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 19, después de que el AP envía la trama especial 1902, las STA2 y STA1 pueden responder con UL MU-MIMO PDU 1904 y 1906, respectivamente, y, a continuación, antes de que el AP envíe un BA 1912, STA3 y STA4 pueden responder con UL MU-MIMO PDU 1908 y 1910, respectivamente. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 19, los conjuntos de STA programados para transmitir pueden transmitir de forma consecutiva, tomando cada conjunto la transmisión del conjunto anterior como un activador propio. El AP puede entonces enviar ACK después de que todo el conjunto haya terminado de transmitir.

30 De acuerdo con ciertos aspectos, después de que el AP envía una trama especial y recibe datos de enlace ascendente de un primer conjunto de STA, el AP puede enviar una segunda trama especial agregada con el BA para programar transmisiones de un segundo conjunto de STA e ilustradas en la FIG. 20. Como se muestra en la FIG. 20, el AP puede enviar una trama especial 2002 que programa STA2 y STA1 para datos de enlace ascendente y STA2 y STA1 pueden responder enviando UL MU-MIMO/FDMA PDU 2004 y 2006, respectivamente. De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede entonces enviar el BA 2008 agregado con otra trama especial para programar la transmisión de STA3 y STA4. STA3 y STA4 pueden responder enviando UL MU-MIMO/FDMA PDU 2010 y 2012, respectivamente. Como se ilustra en la FIG. 20, las respuestas UL MU-MIMO/FDMA pueden activarse usando una trama especial agregada en un mensaje BA que puede dirigirse a un conjunto diferente de STA que aquellas a las que se envían los ACK/BA. De acuerdo con ciertos aspectos, se pueden implementar mejoras de ahorro de energía basándose en las STA indicadas en la trama especial original. La trama especial original puede indicar que solo las STA identificadas en el mensaje se programen para la transmisión durante la TXOP y, en respuesta, las STA no identificadas pueden entrar en un modo de reposo o bajo consumo de energía.

45 De acuerdo con ciertos aspectos, las tramas especiales pueden agregarse en A-MPDU de datos de enlace descendente, que indican a las STA que reciben los datos que deben transmitir en el enlace ascendente inmediatamente después de los datos de enlace descendente. La transmisión puede ser MU-MIMO o FDMA. En ciertos aspectos, si la transmisión de enlace descendente es MU-MIMO, entonces la transmisión UL resultante será MU-MIMO, y si la transmisión de enlace descendente es FDMA, entonces la transmisión UL resultante será FDMA. La información de la subtrama especial se puede incluir en la PSDU para cada usuario. Una trama especial se puede agregar en la AMPDU y direccionarse a una única estación. La información en la subtrama especial también se puede enviar en los delimitadores, si se define un nuevo formato para los delimitadores que lo permita. También se puede incluir información de la subtrama especial en el campo de servicio. La FIG. 21 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 2100 con tramas especiales incluidas en cada DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU para activar datos de enlace ascendente, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 21, el AP puede enviar una DL MU-MIMO/FDMA que tiene A-MPDU 2102 y 2104 direccionadas a STA2 y STA1, respectivamente, y agregar cada A-MPDU con una trama especial (CTX2 y CTX1). Las tramas especiales pueden programar las STA receptoras. En consecuencia, cada una de STA2 y STA1 pueden responder con UL MU-MIMO/FDMA PDU 2106 y 2108, respectivamente. De acuerdo con ciertos aspectos, los BA/ACK pueden agregarse con las UL PDU o, de forma alternativa, se puede enviar una PSDU 2110 independiente con ACK/BA.

De acuerdo con ciertos aspectos, las STA receptoras pueden agregar ACK con datos UL para confirmar los datos DL del AP como se muestra en la FIG. 22. Por ejemplo, un ACK puede agregarse en una A-MPDU (por ejemplo, en un campo de servicio). La FIG. 22 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 2200 con ACK agregados con datos UL, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 22, el AP puede enviar una DL MU-MIMO/FDMA que tiene A-MPDU 2202 y 2204 direccionadas a STA2 y STA1, respectivamente, y agregar

cada A-MPDU con una trama especial (CTX2 y CTX1). Las tramas especiales pueden programar las STA receptoras. En consecuencia, cada una de STA2 y STA1 pueden responder con UL MU-MIMO/FDMA PPDU 2206 y 2208, respectivamente. De acuerdo con ciertos aspectos, las UL MU-MIMO/FDMA PPDU 2206 y 2208 pueden agregarse con ACK correspondientes a las transmisiones de datos DL, A-MPDU 2202 y 2204.

La FIG. 23 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo 2300 con UL ACK agregados en UL MU-MIMO/FDMA PPDU y DL ACK agregados en DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 23, el AP puede enviar una trama especial 2302 para programar datos UL MU-MIMO/FDMA. Las STA2 y STA1 receptoras pueden responder con UL MU-MIMO/FDMA PPDU 2304 y 2306, respectivamente. En lugar de enviar un BA independiente, el AP puede enviar DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU 2308 y 2310 con ACK agregados por STA. De acuerdo con ciertos aspectos, los ACK pueden incluirse en un campo de servicio.

De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede agregar adicionalmente las tramas especiales con los datos ACK y DL, con el fin de programar las STA para datos UL y ACK. La FIG. 24 ilustra un intercambio de tramas de ejemplo con UL ACK agregados en UL MU-MIMO/FDMA PPDU y DL ACK y tramas especiales agregados en DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 24, el AP puede enviar una trama especial 2402 para programar datos UL MUMIMO/FDMA. Las STA2 y STA1 receptoras pueden responder con UL MU-MIMO/FDMA PPDU 2404 y 2406, respectivamente. Al igual que en el intercambio de tramas 2300, en lugar de enviar un BA independiente, el AP puede enviar DL MU-MIMO/FDMA A-MPDU 2408 y 2410 con ACK agregados por STA. De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede agregar adicionalmente la trama especial por STA con cada ACK y A-MPDU para programar las STA para otra TXOP. En consecuencia, STA2 y STA1 pueden responder con UL UL-MIMO/FDMA PPDU 2412 y 2412, respectivamente, agregadas con ACK por STA en cada PPDU. Como se muestra en la FIG. 24, los paquetes MU de enlace ascendente y descendente se pueden encadenar en conjunto. El paquete MU de enlace descendente puede incluir los ACK del paquete UL MU anterior, así como una indicación para iniciar una transmisión UL MU siguiente, y los ACK pueden agregarse con los datos tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente. De acuerdo con ciertos aspectos, la trama especial 2402 puede configurar todos los paquetes UL MU y las tramas especiales agregadas en las DL A-MPDU 2408 y 2410 pueden servir solo como activadores. De acuerdo con ciertos aspectos, la trama especial en la DL A-MPDU puede especificar los parámetros para el próximo paquete de MU de enlace ascendente. Por ejemplo, la trama especial en las DL A-MPDU puede especificar, sin limitación, la duración o el número de flujos espaciales.

La FIG. 25 ilustra operaciones de ejemplo 2500 para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 2500 pueden llevarse a cabo, por ejemplo, mediante un punto de acceso (por ejemplo, el AP 110). Las operaciones 2500 pueden comenzar, en 2502, determinando que una pluralidad de dispositivos (por ejemplo, VHT STA) tienen una primera capacidad (por ejemplo, admiten MU-MIMO o FDMA). Por ejemplo, el AP puede recibir un elemento de información (IE) de capacidad (por ejemplo, un IE de capacidad VHT) de cada uno de la pluralidad de dispositivos indicando si admiten la primera capacidad.

En 2504, el AP puede generar un paquete MU que solicita una respuesta inmediata de una pluralidad de dispositivos, en el que la respuesta inmediata comprende un ACK o BA. De acuerdo con ciertos aspectos, el paquete MU puede proporcionar una indicación del tipo de respuesta a cada uno de la pluralidad de dispositivos, para usar SU MIMO, MU MIMO o FDMA para enviar la respuesta inmediata. En una implementación de ejemplo, el paquete MU puede incluir una pluralidad de MPDU, estando cada MPDU direccionada a uno diferente de la pluralidad de dispositivos y la indicación del tipo de respuesta puede proporcionarse en un campo de control de QoS de cada MPDU, un campo FC de cada MPDU, un delimitador de A-MPDU que precede a la MPDU, o una cabecera MAC ampliada. De forma alternativa, el paquete MU puede incluir una o más PSDU, direccionándose cada PSDU a uno diferente de la pluralidad de dispositivos y la indicación de tipo de respuesta puede proporcionarse en un campo SERVICIO de la PSDU. En otra alternativa más, la indicación del tipo de respuesta puede proporcionarse en una cabecera PHY del paquete MU. En otra alternativa más, el tipo de respuesta se puede indicar mediante la presencia de una trama especial en la A-MPDU. En otra alternativa más, el paquete MU puede incluir uno o más ID de grupo, cada uno del uno o más ID de grupo asociados con si se debe usar SU MIMO, MU MIMO o MU FDMA para enviar la respuesta inmediata, de tal manera que la indicación del tipo de respuesta se proporciona implícitamente mediante el uno o más ID de grupo. En otra alternativa más, el AP puede generar una trama especial y enviar la trama especial para su transmisión después del paquete MU, y la indicación del tipo de respuesta puede proporcionarse en la trama especial. De acuerdo con ciertos aspectos, se puede proporcionar una indicación de uno o más parámetros (por ejemplo, flujos espaciales a usar, canales, una duración, potencia de transmisión) a usar para enviar la respuesta inmediata usando MU MIMO o MU FDMA de acuerdo con cualquiera de las alternativas descritas anteriormente para proporcionar explícita o implícitamente la indicación del tipo de respuesta (por ejemplo, ID de grupo, trama especial, campo MPDU, cabecera PHY).

En otra implementación de ejemplo, el primer paquete MU puede incluir una o más tramas BAR (por ejemplo, agregadas con la A-MPDU). Cada trama BAR puede direccionarse a uno o más dispositivos y solicita un BA a uno o más dispositivos direccionados en la trama BAR. La indicación del tipo de respuesta y la indicación de los parámetros pueden incluirse en cada trama BAR. De forma alternativa, el AP puede generar una trama BAR y enviar

la trama BAR para la transmisión después de la transmisión del paquete MU. De acuerdo con ciertos aspectos, la trama BAR puede ser una trama BAR de múltiples STA (por ejemplo, una trama TID BAR) direccionada a múltiples dispositivos diferentes de la pluralidad de dispositivos.

5 En otra implementación de ejemplo más, cada A-MPDU puede tener un bit RDG que solicita la respuesta inmediata del dispositivo direccionado en la A-MPDU. De acuerdo con ciertos aspectos, el RDG puede proporcionar la indicación del tipo de respuesta y la indicación de los parámetros.

En 2506, el AP puede enviar el paquete MU para su transmisión.

10 De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede generar un segundo paquete MU que no solicita una respuesta inmediata de la pluralidad de dispositivos y enviar el segundo paquete MU para su transmisión. El AP puede determinar que uno o más dispositivos carecen de la primera capacidad y generar un tercer paquete MU que solicita una respuesta inmediata de como máximo uno solo del uno o más de otros dispositivos y enviar el tercer paquete MU para su transmisión. De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede determinar que uno o más de otros dispositivos carecen de la primera capacidad y generar un cuarto paquete MU que no solicita una respuesta inmediata de bien la pluralidad de dispositivos o el uno o más de otros dispositivos y enviar el cuarto paquete MU para su transmisión. De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede recibir un paquete MU de cada uno de la pluralidad de dispositivos que incluye una pluralidad de A-MPDU, teniendo cada A-MPDU un ACK asociado con el paquete MU. El AP puede procesar los paquetes MU recibidos para confirmar que el paquete MU enviado por el AP se recibió correctamente en cada dispositivo.

25 La FIG. 26 ilustra operaciones de ejemplo 2600 para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 2600 pueden llevarse a cabo, por ejemplo, mediante un punto de acceso (por ejemplo, el AP 110). Las operaciones 2600 pueden comenzar, en 2602, determinando que una pluralidad de dispositivos (por ejemplo, VHT STA) tienen una primera capacidad (por ejemplo, admiten MU-MIMO o FDMA). Por ejemplo, el AP puede recibir un IE (por ejemplo, un IE de capacidades VHT) de cada uno de la pluralidad de dispositivos indicando si admiten la primera capacidad.

30 En 2604, el AP puede generar un primer paquete MU que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos. De acuerdo con ciertos aspectos, el primer paquete MU es una trama especial. La trama especial puede indicar un tipo de respuesta (por ejemplo, MU-MIMO o MU FDMA) y los parámetros de respuesta (por ejemplo, flujos espaciales, canales, duración y/o potencia de transmisión) a usar para las respuestas inmediatas solicitadas o para todas las respuestas en la oportunidad de transmisión. La trama especial puede indicar grupos de dispositivos solicitados y también puede indicar un orden para que los grupos de estaciones respondan. La trama especial puede indicar qué grupos de dispositivos se programarán para transmitir, de tal manera que los dispositivos que no se programen pueden pasar al estado de reposo. La trama especial puede agregarse con datos DL (por ejemplo, en una DL MU-MIMO PPDU o una DL MU FDMA PPDU). De acuerdo con ciertos aspectos, las respuestas inmediatas pueden incluir ACK agregados que indican si los datos DL se recibieron correctamente.

45 En 2606, el AP puede generar un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de dispositivos (por ejemplo, que puede ser igual o diferente al primer conjunto de dispositivos), en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU. De acuerdo con ciertos aspectos, la primera y segunda respuestas inmediatas pueden ser tramas de datos UL MU MIMO o UL FDMA (por ejemplo, A-MPDU). De acuerdo con ciertos aspectos, el segundo paquete MU puede ser un BA (por ejemplo, de difusión de grupo o DL MU) que indica si las respuestas inmediatas anteriores se recibieron correctamente (por ejemplo, usando un bit RDG). El segundo paquete MU puede tener un número de token que coincide con un número de token asociado con el primer paquete MU. Cuando la trama especial indica un orden de transmisión para grupos de estaciones, el segundo paquete puede incluir un contador para determinar qué grupo debe transmitir a continuación. De acuerdo con ciertos aspectos, el BA también se puede agregar con una trama especial.

En 2608, el AP puede enviar el primer paquete MU y el segundo paquete MU para su transmisión.

55 Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden realizarse mediante cualquier medio adecuado capaz de realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir diversos componentes y/o módulos de hardware y/o software que incluyen, pero sin limitación, un circuito, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o un procesador. En general, cuando hay operaciones ilustradas en figuras, estas operaciones pueden tener componentes de medios y funciones homólogos correspondientes, con una numeración similar. Por ejemplo, las operaciones 2500 ilustradas en la FIG. 25 corresponden a los medios 2500A en la FIG. 25A, y las operaciones 2600 ilustradas en la FIG. 26 corresponden a los medios 2600A en la FIG. 26A.

65 Por ejemplo, los medios de transmisión pueden comprender un transmisor (por ejemplo, la unidad transmisora 222) y/o una o más antenas 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2, o el transmisor 310 y/o la antena o antenas 316 que se representan en la FIG. 3. Los medios de recepción pueden comprender un receptor (por

ejemplo, la unidad receptora 222) y/o una o más antenas 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2, o el receptor 312 y/o la(s) antena(s) 316 que se representa(n) en la FIG. 3.

5 En algunos casos, en lugar de transmitir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para enviar una trama para su transmisión. Por ejemplo, un procesador puede enviar una trama, a través de una interfaz de bus, a una etapa inicial de RF para su transmisión. De manera similar, en lugar de recibir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para obtener una trama recibida de otro dispositivo. Por ejemplo, un procesador puede obtener (o recibir) una trama, a través de una interfaz de bus, de una etapa inicial de RF para su transmisión.

10 Los medios para procesar, medios para generar, medios para enviar y/o medios para determinar pueden comprender un sistema de procesamiento, que puede incluir uno o más procesadores, tales como el procesador de datos de RX 242, el procesador de datos de TX 210 y/o el controlador 230 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2, o el procesador 304 y/o el DSP 320 representado en la FIG. 3.

15 Tal y como se usa en el presente documento, el término "determinar" engloba un gran número de acciones. Por ejemplo, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. "Determinar" también puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. "Determinar" también puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

20 Tal y como se usa en el presente documento, una frase que hace referencia a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de tales elementos, incluyendo elementos individuales. Como un ejemplo, "al menos uno de: a, b, o c" pretende incluir a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c, así como cualquier combinación con múltiplos del mismo elemento (por ejemplo, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c y c-c-c o cualquier otra ordenación de a, b y c).

Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), con una matriz de puertas programables por campo (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas discretas o de transistores, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier máquina de estados, microcontrolador, controlador o procesador disponibles 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.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con la presente divulgación pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Algunos ejemplos de medios de almacenamiento que pueden usarse incluyen una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria flash, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, etc. Un módulo de software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y puede estar distribuido entre varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y entre múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento puede estar acoplado al procesador de manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador.

Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para realizar el procedimiento descrito. Las etapas de procedimiento y/o las acciones pueden intercambiarse entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a no ser que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas pueden modificarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

Las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en hardware, una configuración de hardware a modo de ejemplo puede comprender un sistema de procesamiento en un nodo inalámbrico. El sistema de procesamiento puede implementarse con una arquitectura de bus. El bus puede incluir cualquier número de buses y puentes de interconexión, según la aplicación específica del sistema de procesamiento y las restricciones de diseño globales. El bus puede vincular entre sí varios circuitos, incluyendo un procesador, medios legibles por máquina y una interfaz de bus. La interfaz de bus puede usarse para conectar un adaptador de red, entre otras cosas, al sistema de procesamiento a través del bus. El adaptador de red puede usarse para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de un terminal de usuario 120 (véase la FIG. 1), también puede conectarse una interfaz de usuario (por ejemplo, un teclado, una pantalla, un ratón, un joystick, etc.) al bus. El bus también puede vincular otros diversos circuitos tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión, circuitos de gestión de potencia y similares, que son ampliamente conocidos en la técnica y, por lo tanto, no serán descritos en mayor detalle.

El procesador puede ser responsable de gestionar el bus y del procesamiento general, incluyendo la ejecución de software almacenado en los medios legibles por máquina. El procesador puede implementarse con uno o más procesadores de propósito general y/o de propósito especial. Entre los ejemplos se incluyen microprocesadores, micro-controladores, procesadores DSP y otros sistemas de circuitos que pueden ejecutar software. El término "software" deberá interpretarse en sentido amplio, como instrucciones, datos o cualquier combinación de los mismos, ya sean mencionados como software, firmware, middleware, micro-código, lenguaje de descripción de hardware, o de otro modo. Los medios legibles por máquina pueden incluir, a modo de ejemplo, RAM (memoria de acceso aleatorio), memoria flash, ROM (memoria de solo lectura), PROM (memoria programable de solo lectura), EPROM (memoria programable de solo lectura y borrable), EEPROM (memoria programable de solo lectura eléctricamente borrable), registros, discos magnéticos, discos ópticos, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento adecuado, o cualquier combinación de los mismos. Los medios legibles por máquina pueden realizarse en un producto de programa informático. El producto de programa informático puede comprender materiales de embalaje.

En una implementación en hardware, los medios legibles por máquina pueden formar parte del sistema de procesamiento, independientemente del procesador. Sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, los medios legibles por máquina, o cualquier parte de los mismos, pueden ser externos al sistema de procesamiento. A modo de ejemplo, los medios legibles por máquina pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada mediante datos y/o un producto informático independiente del nodo inalámbrico, donde el procesador pueda acceder a todos ellos a través de la interfaz de bus. De forma alternativa, o además, los medios legibles por máquina, o cualquier parte de los mismos, pueden integrarse en el procesador, tal como puede ser el caso con la memoria caché y/o los ficheros de registro generales.

El sistema de procesamiento puede configurarse como un sistema de procesamiento de propósito general con uno o más microprocesadores que proporcionan la funcionalidad del procesador y una memoria externa que proporciona al menos una parte de los medios legibles por máquina, todos ellos conectados entre sí con otro sistema de circuitos de soporte, mediante una arquitectura de bus externa. De forma alternativa, el sistema de procesamiento puede implementarse con un ASIC (circuito integrado de aplicación específica), con el procesador, la interfaz de bus, la interfaz de usuario en el caso de un terminal de acceso, el sistema de circuitos de soporte y al menos una parte de los medios legibles por máquina integrados en un único chip, o con una o más FPGA (matrices de puertas programables por campo), PLD (dispositivos de lógica programable), controladores, máquinas de estados, lógica de puertas, componentes de hardware discretos o cualquier otro sistema de circuitos adecuado o cualquier combinación de circuitos que pueda llevar a cabo la diversa funcionalidad descrita a lo largo de esta divulgación. Los expertos en la técnica reconocerán el mejor modo de implementar la funcionalidad descrita para el sistema de procesamiento, en función de la aplicación particular y las restricciones de diseño globales impuestas al sistema global.

Los medios legibles por máquina pueden comprender diversos módulos de software. Los módulos de software incluyen instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el sistema de procesamiento lleve a cabo varias funciones. Los módulos de software pueden incluir un módulo de transmisión y un módulo de recepción. Cada módulo de software puede residir en un único dispositivo de almacenamiento o puede estar distribuido entre múltiples dispositivos de almacenamiento. A modo de ejemplo, un módulo de software puede cargarse en una RAM desde un disco duro cuando se produce un suceso de activación. Durante la ejecución del módulo de software, el procesador puede cargar parte de las instrucciones en memoria caché para aumentar la velocidad de acceso. Una o más líneas de memoria caché pueden cargarse entonces en un fichero de registro general para su ejecución mediante el procesador. Cuando se haga referencia posteriormente a la funcionalidad de un módulo de software, deberá entenderse que tal funcionalidad se implementa mediante el procesador cuando ejecuta instrucciones de ese módulo de software.

Si se implementan en software, las funciones, como una o más instrucciones o código, pueden almacenarse en, o transmitirse por, un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse 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 medios legibles 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 (IR), radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen discos compactos (CD), discos de láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), discos flexibles y discos Blu-ray<sup>®</sup>, donde algunos discos normalmente reproducen datos de manera

5 magnética, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láser. Por lo tanto, en algunos aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios legibles por ordenador no transitorios (por ejemplo, medios tangibles). Además, para otros aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de lo que antecede también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

10 Por lo tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, dicho producto de programa informático puede comprender un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables mediante uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en el presente documento. En determinados aspectos, el producto de programa informático puede incluir material de embalaje.

15 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 otro modo por medio de un terminal de usuario y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo puede acoplarse a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. De forma alternativa, pueden proporcionarse diversos procedimientos descritos en el presente documento, 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 al acoplar o al proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, puede utilizarse cualquier otra técnica adecuada para proporcionar a un dispositivo los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento.

25 Debe entenderse que las reivindicaciones no se limitan a la configuración y componentes precisos ilustrados anteriormente. Pueden realizarse diversas modificaciones, cambios y variaciones en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los procedimientos y aparatos descritos anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
  - 5 la determinación de que una pluralidad de dispositivos admiten al menos uno de MIMO multiusuario, MU-MIMO, o acceso múltiple por división de frecuencia, FDMA, generando un primer paquete multiusuario, MU, que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos;
  - 10 la generación de un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de dispositivos, en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU; y
  - 15 el envío del primer paquete MU y el segundo paquete MU para su transmisión;
  - en el que el primer paquete MU comprende una trama especial; **caracterizado por que**
  - la trama especial indica un tipo de respuesta para cada uno del primer conjunto de dispositivos, para usar múltiples entradas y múltiples salidas de usuario único, SU-MIMO, MUMIMO o FDMA para enviar la primera respuesta inmediata.
2. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
  - 25 medios para determinar que una pluralidad de dispositivos admiten al menos uno de MIMO multiusuario, MUMIMO, o acceso múltiple por división de frecuencia, FDMA;
  - medios para generar un primer paquete multiusuario, MU, que solicita una primera respuesta inmediata de cada uno de un primer conjunto de la pluralidad de dispositivos;
  - 30 medios para generar un segundo paquete MU que solicita una segunda respuesta inmediata de cada uno de un segundo conjunto de la pluralidad de dispositivos, en el que el segundo paquete MU es diferente del primer paquete MU; y
  - 35 medios para enviar el primer paquete MU y el segundo paquete MU para su transmisión;
  - en el que el primer paquete MU comprende una trama especial; **caracterizado por que**
  - 40 la trama especial indica un tipo de respuesta para cada uno del primer conjunto de dispositivos, para usar múltiples entradas y múltiples salidas de usuario único, SU-MIMO, MU-MIMO o FDMA para enviar la primera respuesta inmediata.
3. El aparato de la reivindicación 2 para comunicaciones inalámbricas, en el que dichos medios para determinar y dichos medios para generar comprenden un sistema de procesamiento, y en el que dichos medios para enviar comprenden una interfaz.
4. El aparato de la reivindicación 3, en el que la trama especial también indica un tipo de respuesta para cada uno del segundo conjunto de dispositivos, para usar SU-MIMO, MU-MIMO o FDMA para enviar la segunda respuesta inmediata, en el que la trama especial indica uno o más parámetros a usar para enviar la primera o segunda respuestas inmediatas si la indicación del tipo de respuesta indica que se debe usar MU MIMO o FDMA para la primera o segunda respuestas inmediatas.
5. El aparato de la reivindicación 4, en el que la indicación de uno o más parámetros comprende una indicación de al menos uno de: uno o más flujos espaciales a usar, uno o más canales a usar, una duración a usar o una potencia de transmisión a usar,
  - 55 el segundo paquete MU comprende una confirmación de bloque, BA, y
  - el BA indica si la respuesta inmediata de cada uno del primer conjunto de dispositivos se recibió correctamente.
6. El aparato de la reivindicación 5, en el que la interfaz se configura para enviar el BA para la difusión de grupo o la transmisión usando MU MIMO o FDMA.
7. El aparato de la reivindicación 3, en el que un bit en el segundo paquete MU solicita las respuestas inmediatas, en el que el bit comprende una concesión de dirección inversa, RDG.
8. El aparato de la reivindicación 3, en el que el segundo paquete MU tiene un número de token que coincide con un número de token asociado con el primer paquete MU.

9. El aparato de la reivindicación 3, en el que el primer conjunto de dispositivos y el segundo conjunto de dispositivos son iguales o diferentes.
- 5 10. El aparato de la reivindicación 3, en el que la trama especial indica el primer conjunto de dispositivos y el segundo conjunto de dispositivos, o una ordenación del primer conjunto de dispositivos y el segundo conjunto de dispositivos.
- 10 11. El aparato de la reivindicación 3, en el que el primer paquete MU solicita una tercera respuesta inmediata de un tercer conjunto de la pluralidad de dispositivos, en el que el segundo paquete MU incluye un contador que indica si el segundo o tercer conjuntos de dispositivos pueden transmitir las respuestas inmediatas, en el que:
- 15 el segundo paquete MU comprende una confirmación de bloque, BA, y el BA indica si la respuesta inmediata de cada uno del primer conjunto de dispositivos y el tercer conjunto de dispositivos se recibió correctamente.
12. El aparato de la reivindicación 3, en el que:
- 20 el segundo paquete MU comprende otra trama especial agregada con una confirmación de bloque, BA; y la otra trama especial indica un tipo de respuesta para cada uno del segundo conjunto de dispositivos para usar SU MIMO, MU MIMO o FDMA para enviar las segundas respuestas inmediatas, en el que:
- 25 la trama especial indica uno o más parámetros a usar para enviar las primeras respuestas inmediatas si la indicación del tipo de respuesta indica que se debe usar MU MIMO o FDMA para las primeras respuestas inmediatas; y la otra trama especial indica uno o más parámetros a usar para enviar las segundas respuestas inmediatas si la indicación del tipo de respuesta indica que se debe usar MU MIMO o FDMA para las segundas respuestas inmediatas.
- 30 13. El aparato de la reivindicación 3, en el que:
- 35 la trama especial indica si se programará el segundo conjunto de estaciones.
14. El aparato de la reivindicación 3, en el que la generación del primer paquete MU comprende la generación de una unidad de datos de protocolo de control de acceso al medio agregada MU-MIMO, A-MPDU, que incluye una trama especial, en el que:
- 40 las primeras respuestas inmediatas comprenden una primera trama de datos MU MIMO o FDMA de cada uno del primer conjunto de dispositivos y cada trama de datos MU MIMO o FDMA comprende una confirmación, ACK, que indica si la MU MIMO A-MPDU que incluye la trama especial se recibió correctamente.
- 45 15. El aparato de la reivindicación 3, en el que:
- 50 el segundo paquete MU comprende una unidad de datos de protocolo de control de acceso al medio agregada MU-MIMO, A-MPDU, para cada uno del segundo conjunto de dispositivos, y cada MU MIMO A-MPDU incluye una confirmación, ACK, que indica si la primera respuesta inmediata se recibió correctamente desde uno de los dispositivos del primer conjunto.

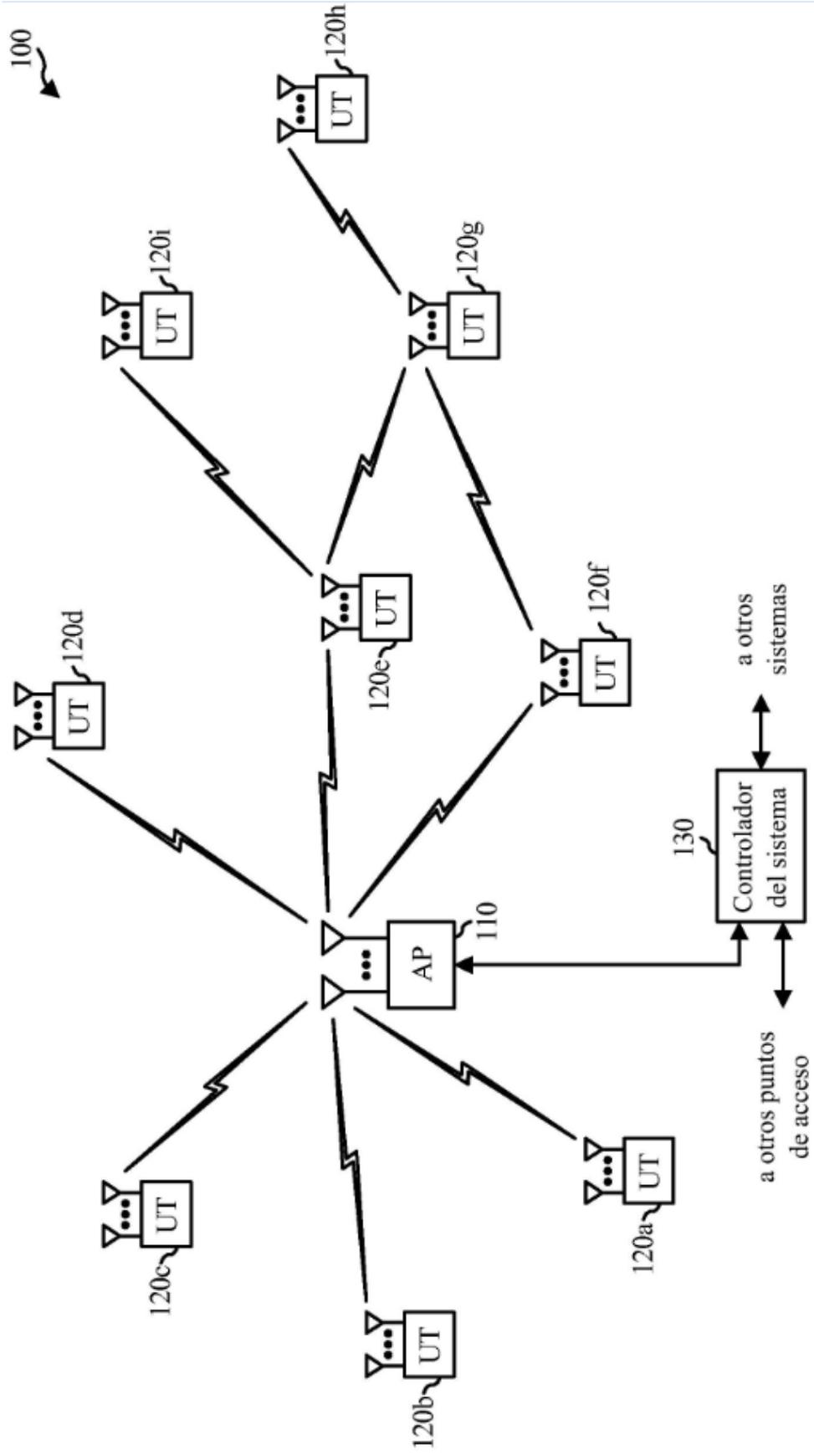


FIG. 1

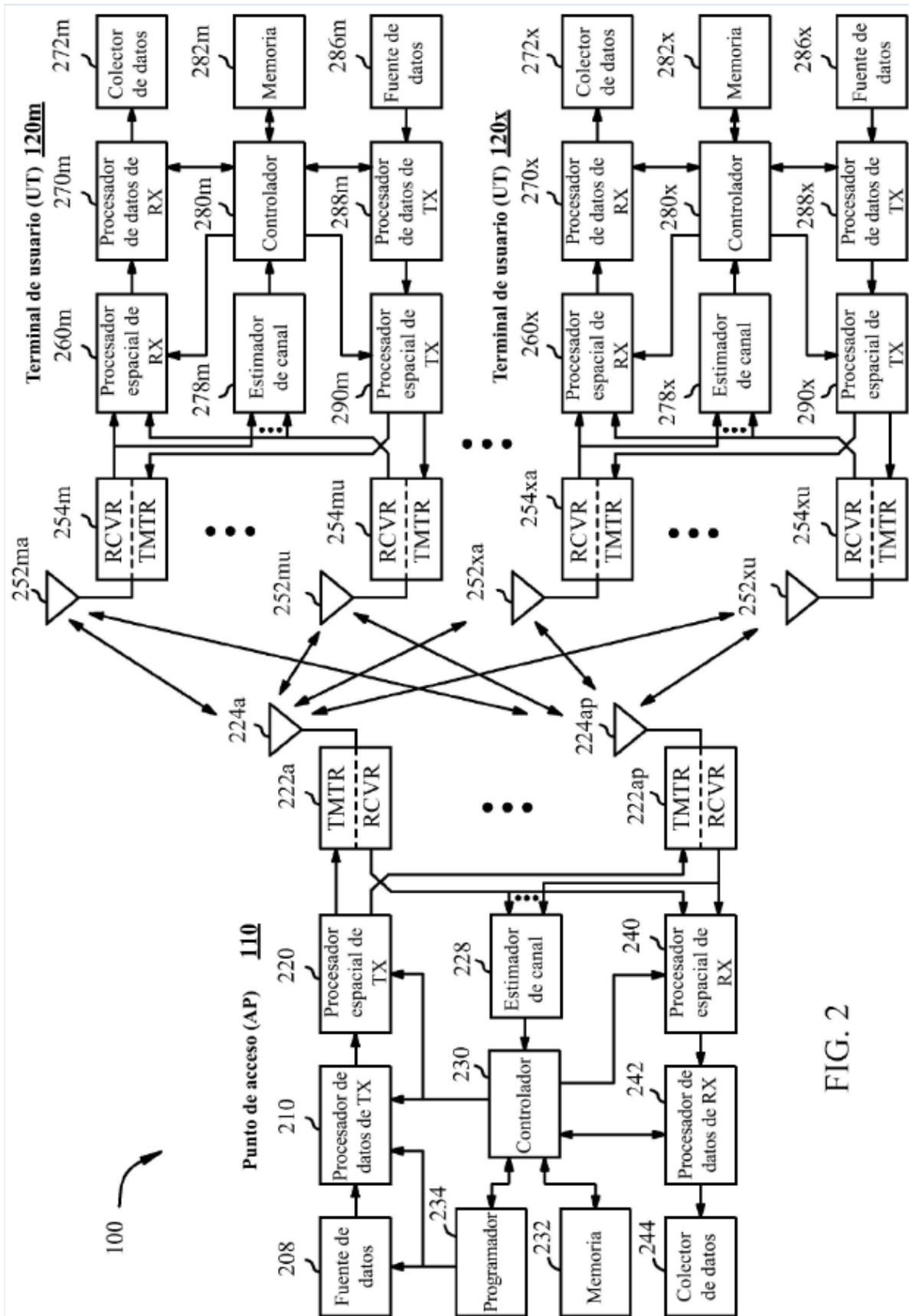


FIG. 2

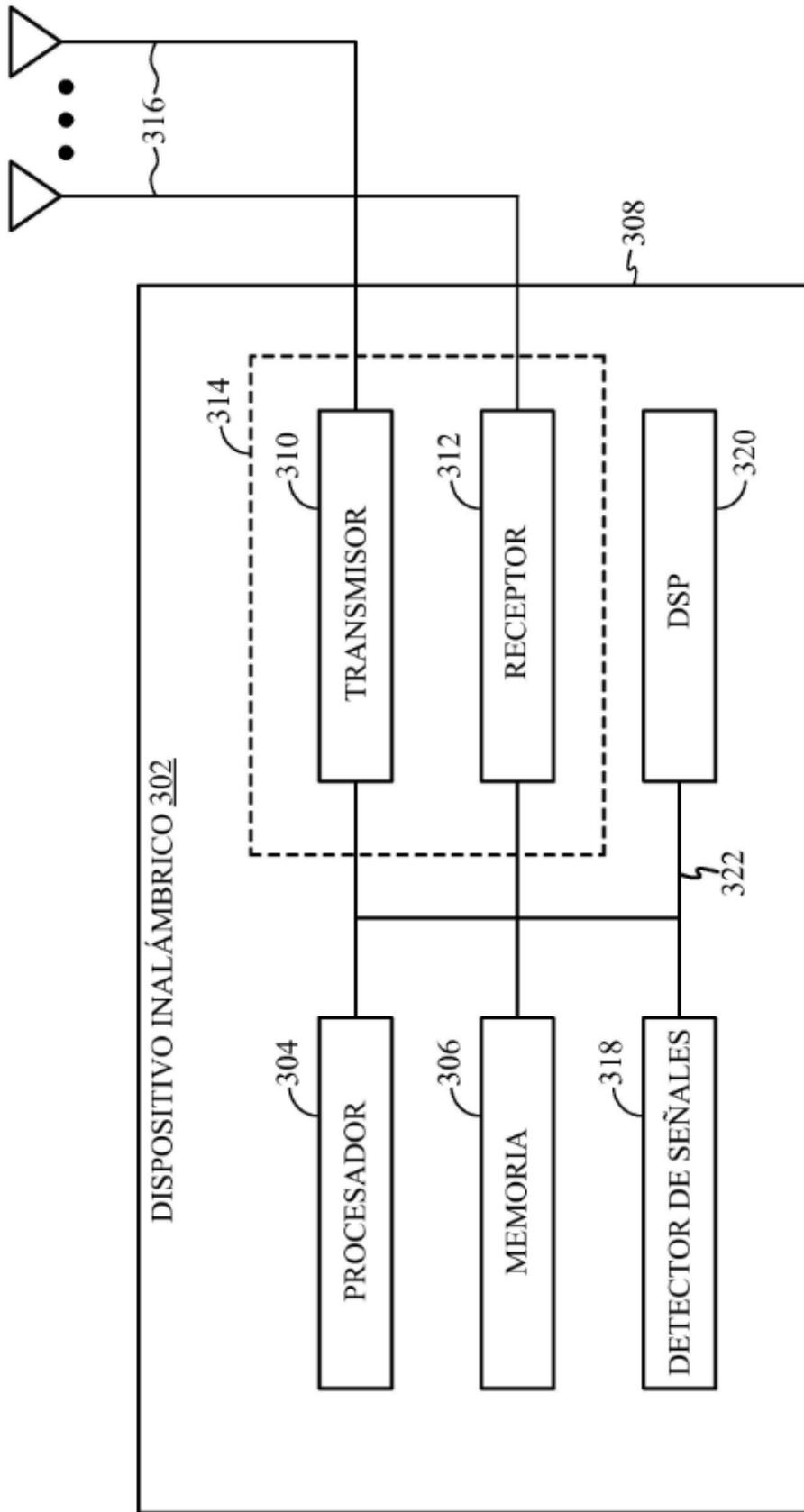


FIG. 3

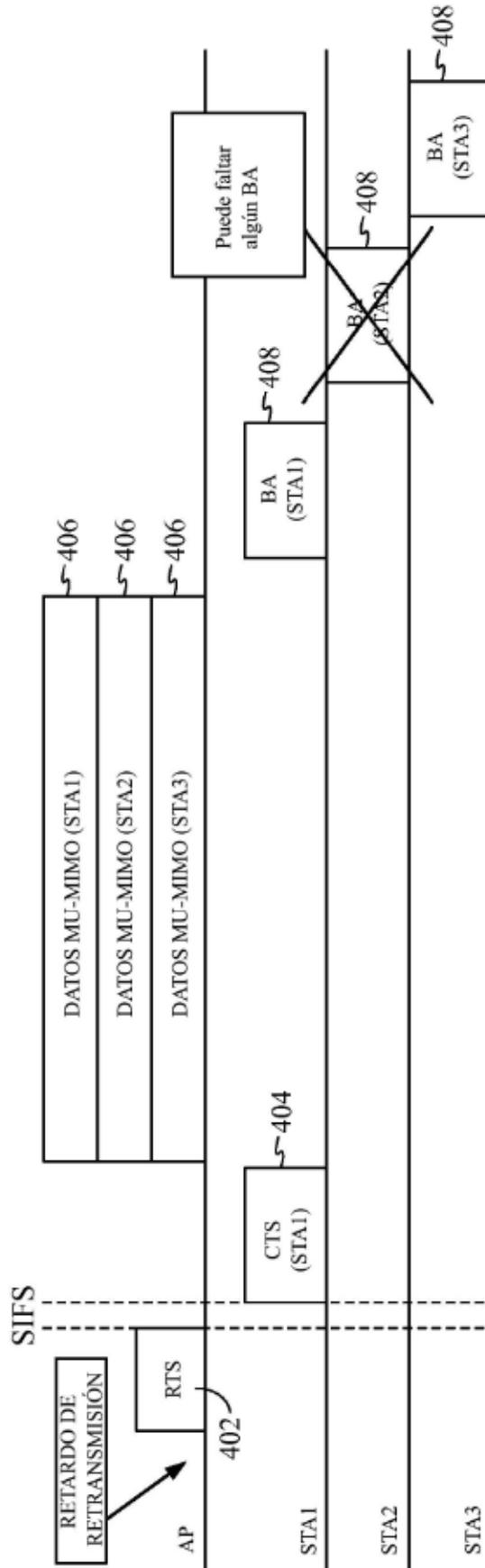


FIG. 4

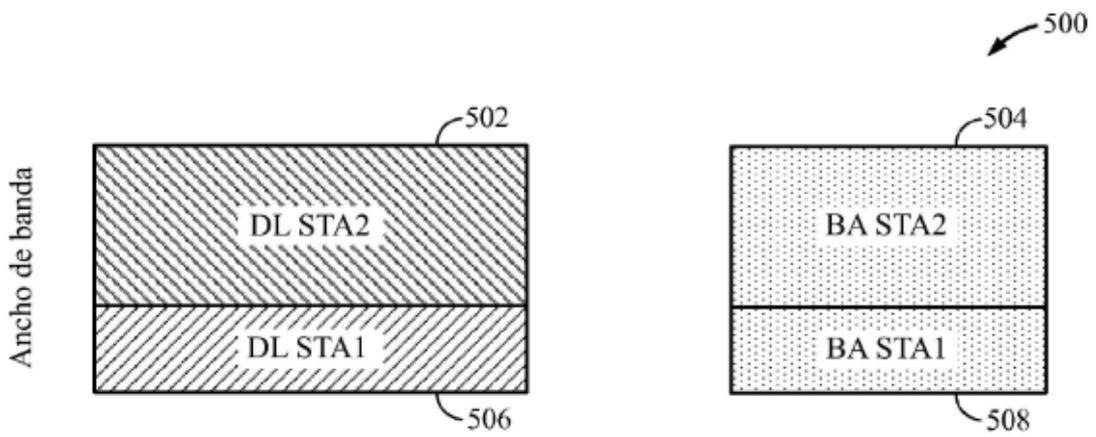


FIG. 5

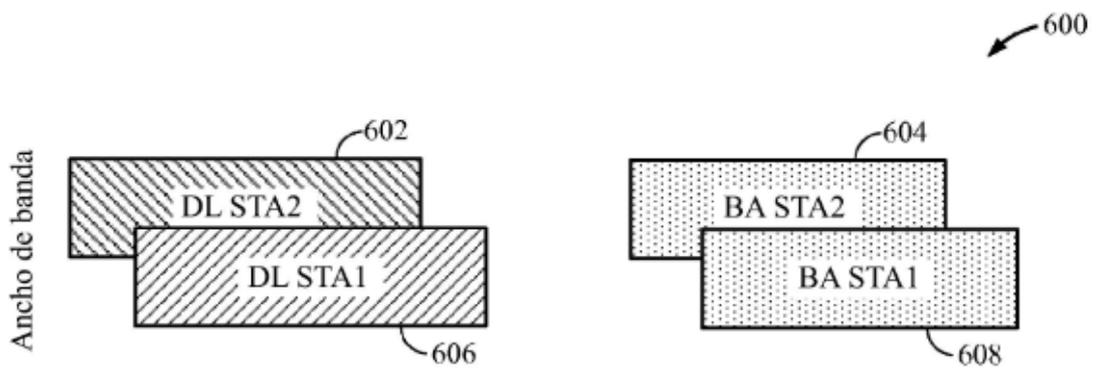


FIG. 6

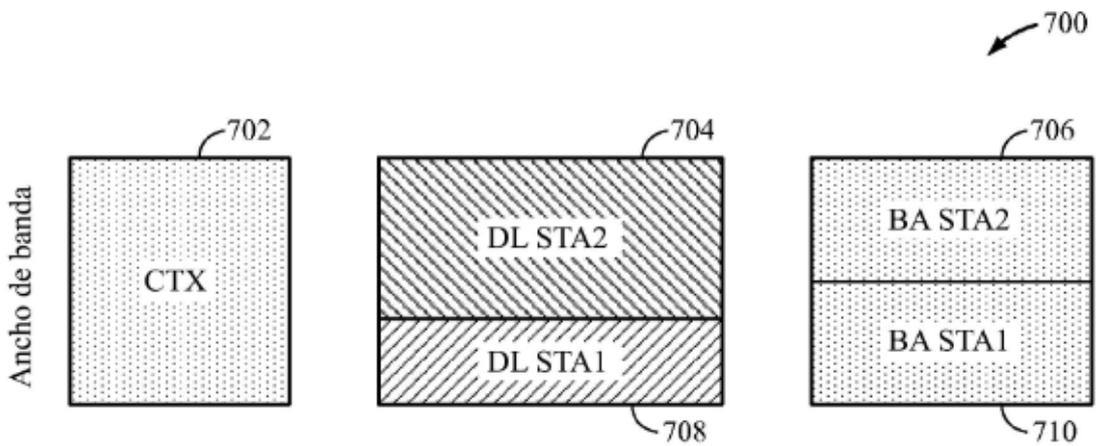


FIG. 7

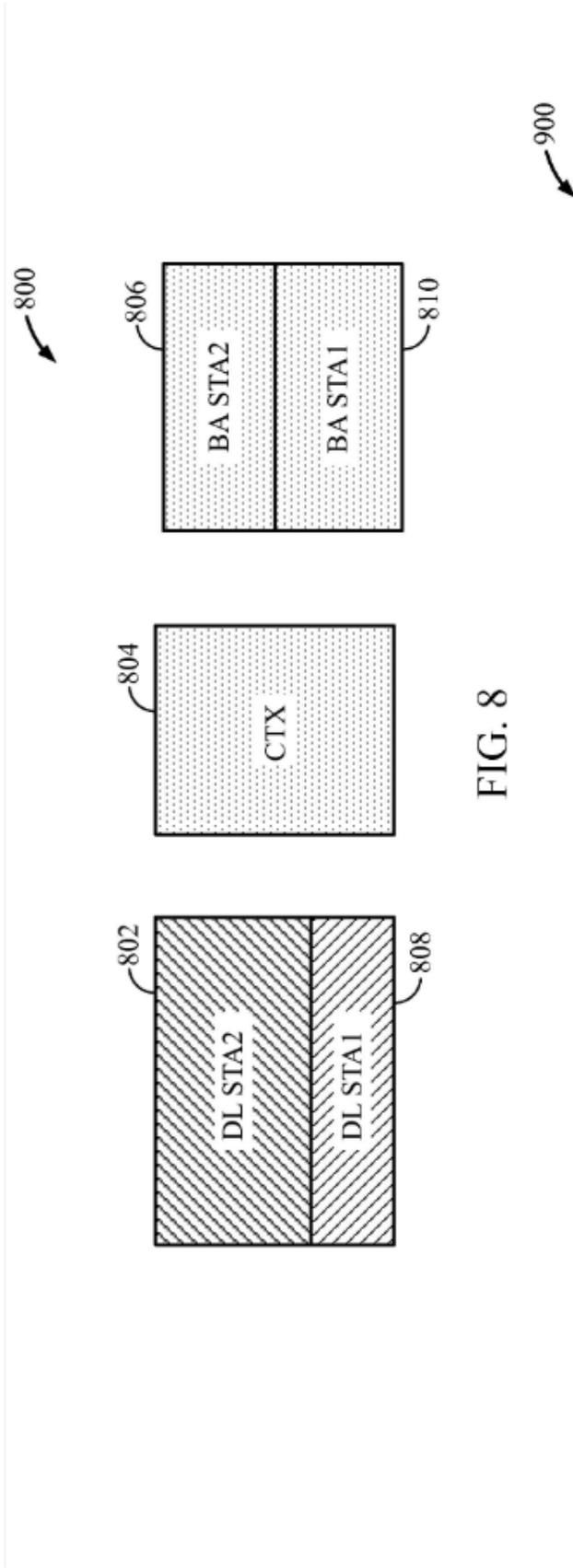


FIG. 8

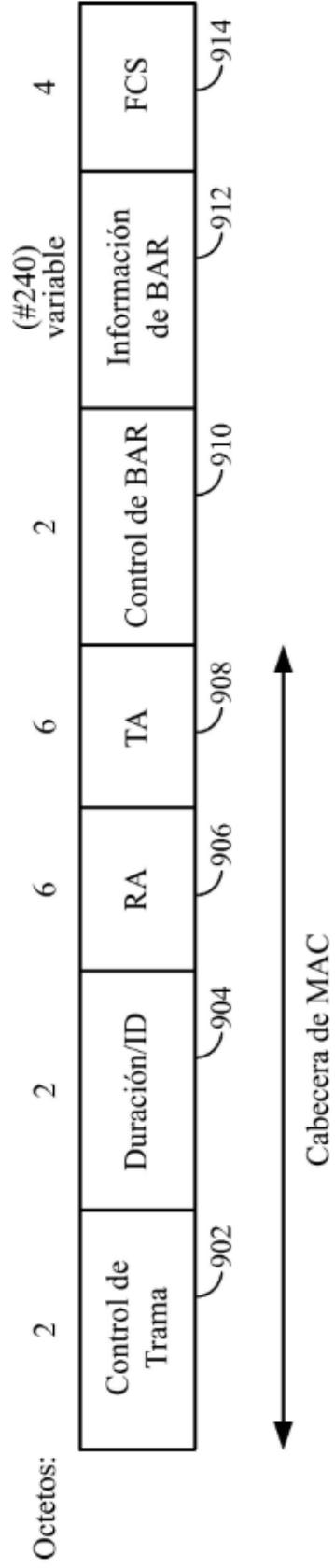


FIG. 9

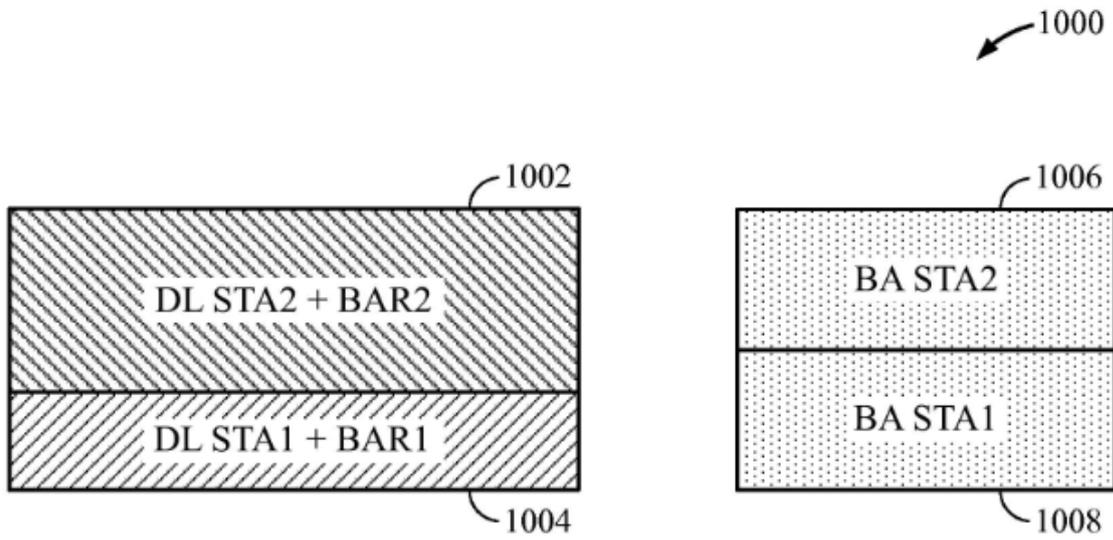


FIG. 10

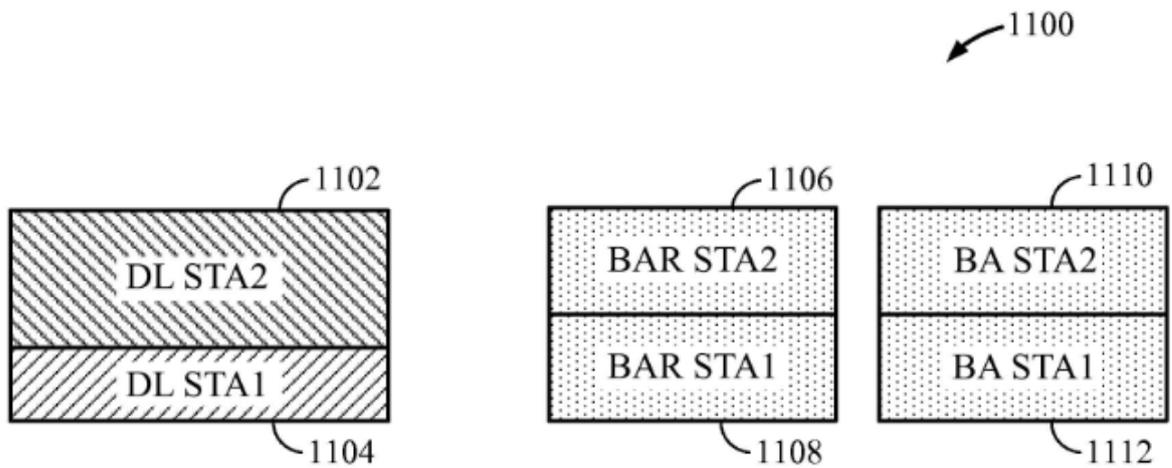
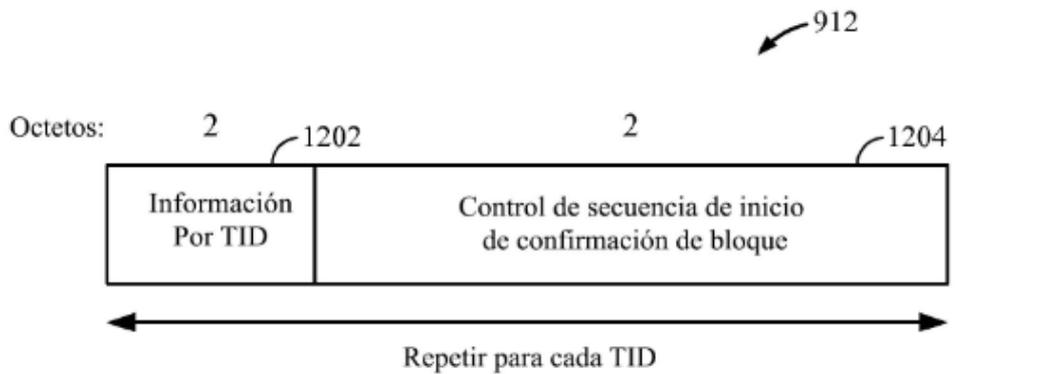


FIG. 11



Campo de información de BAR (petición de confirmación de bloque de múltiples TID)

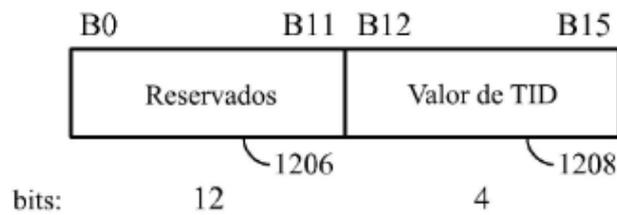
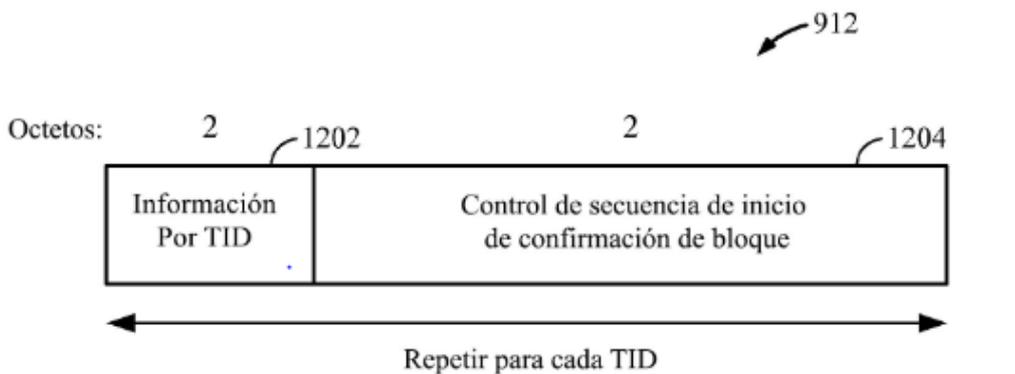


FIG. 12



Campo de información de BAR (petición de confirmación de bloque de múltiples TID)

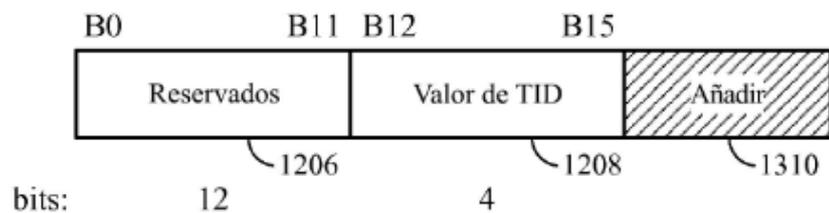


FIG. 13

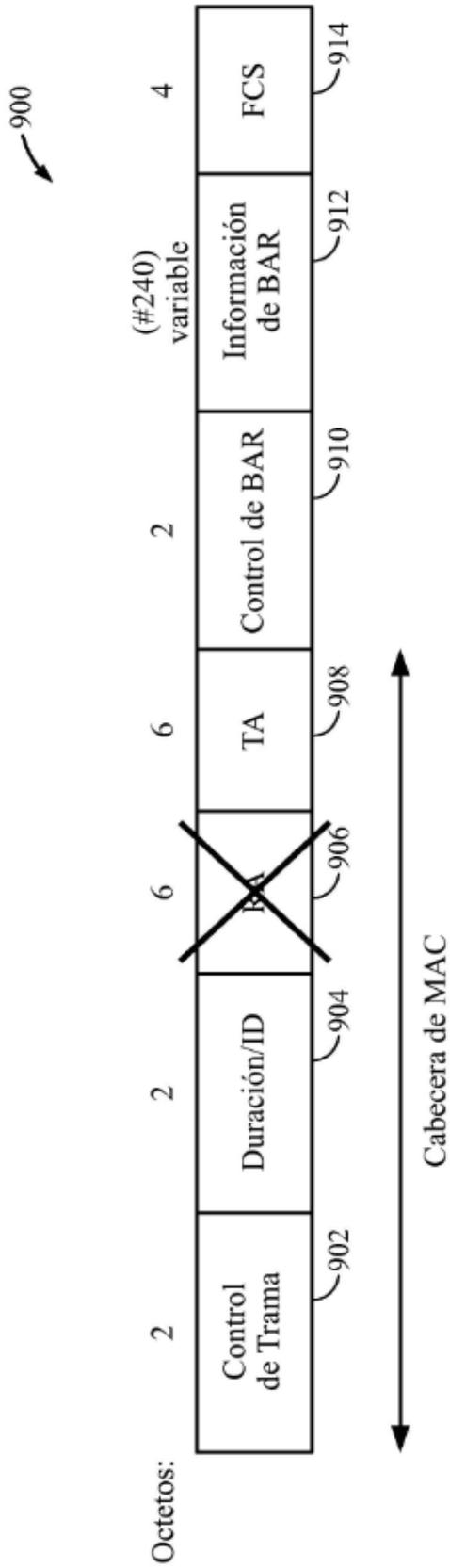


FIG. 14

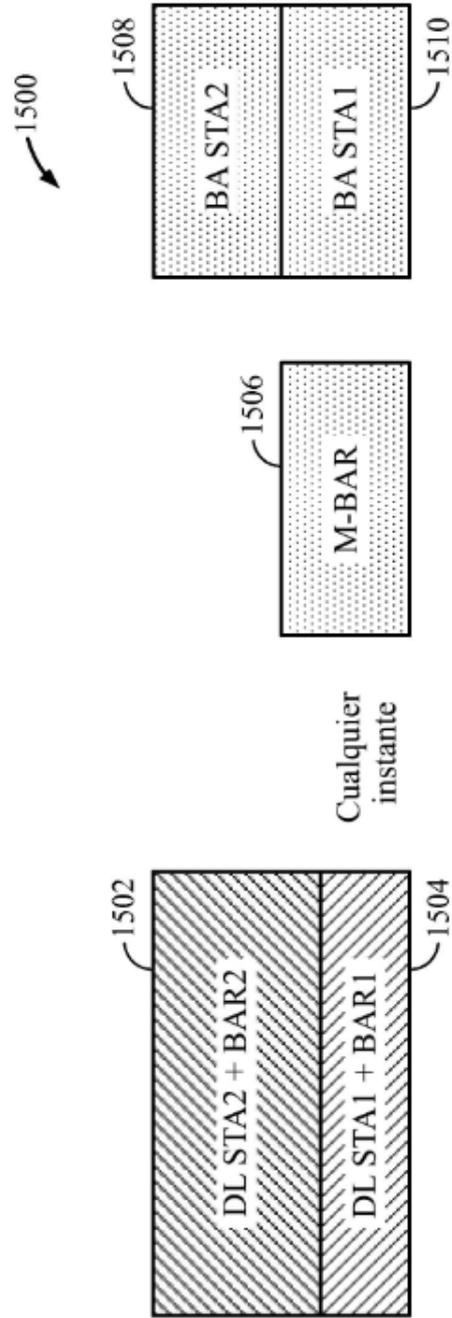


FIG. 15

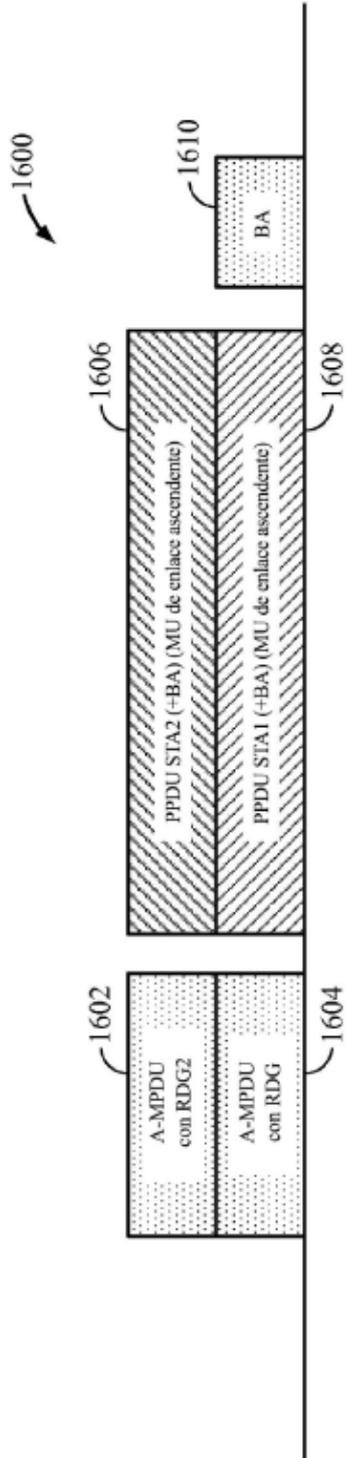


FIG. 16

DL MU-MIMO o DL  
FDMA a STA1 y STA2

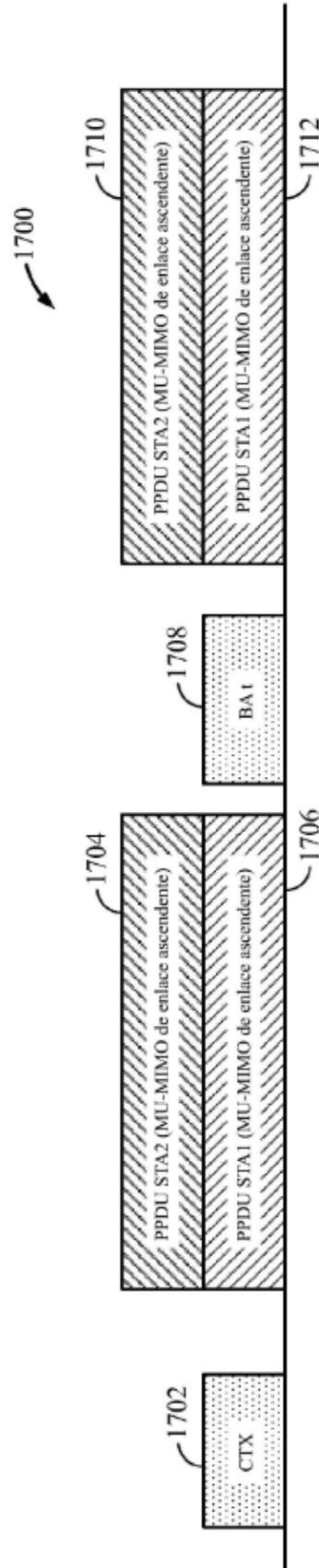


FIG. 17

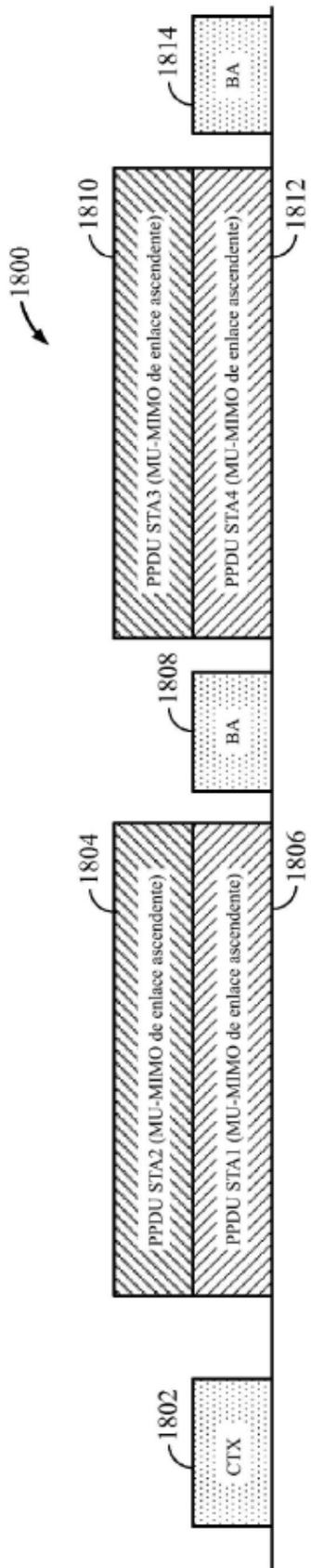


FIG. 18

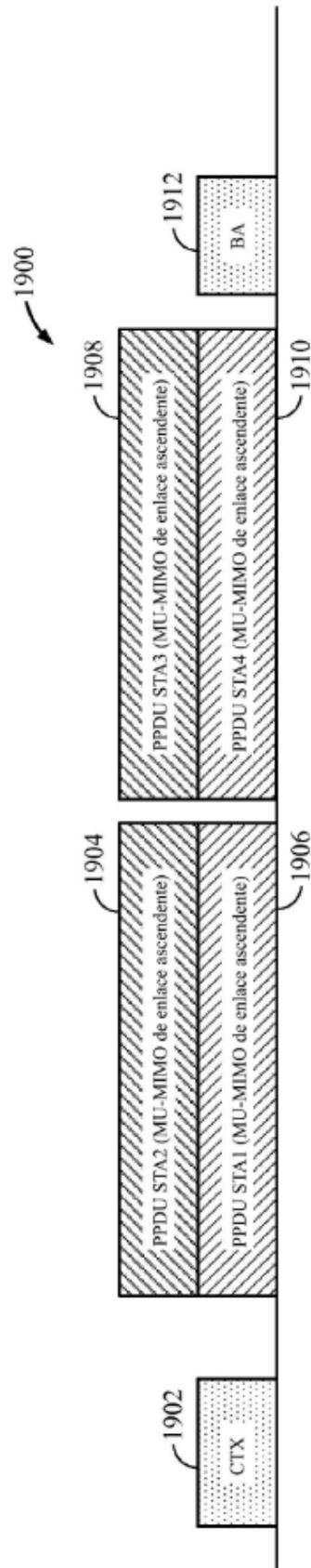


FIG. 19

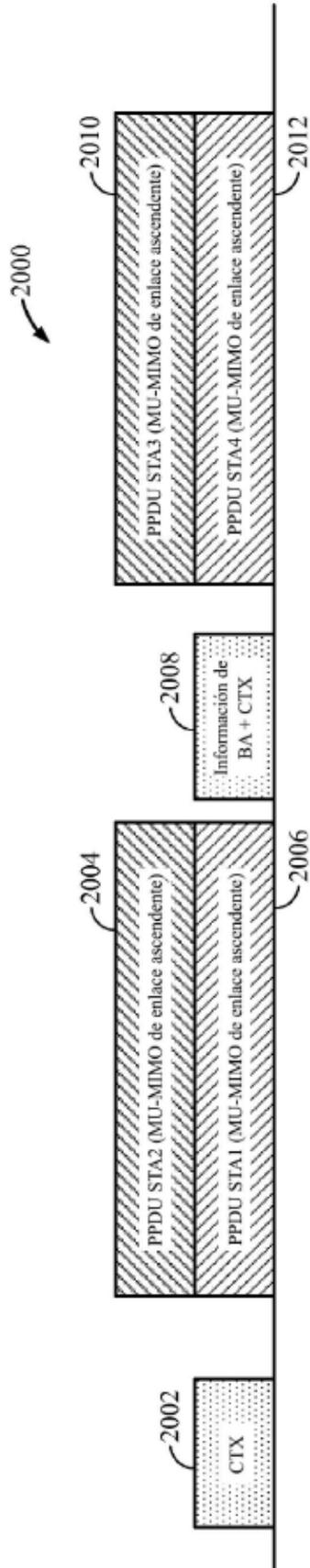


FIG. 20

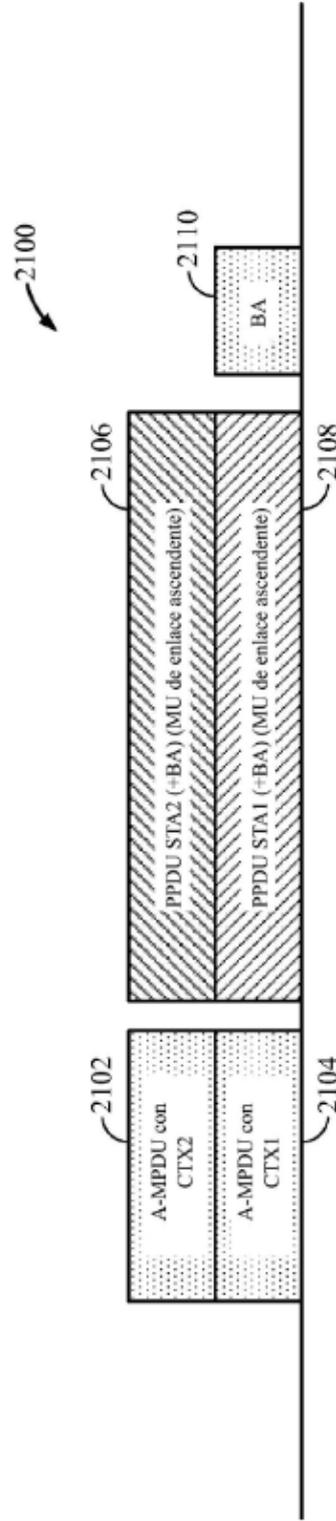


FIG. 21

DL MU-MIMO o  
DL FDMA a STA1 y  
STA2

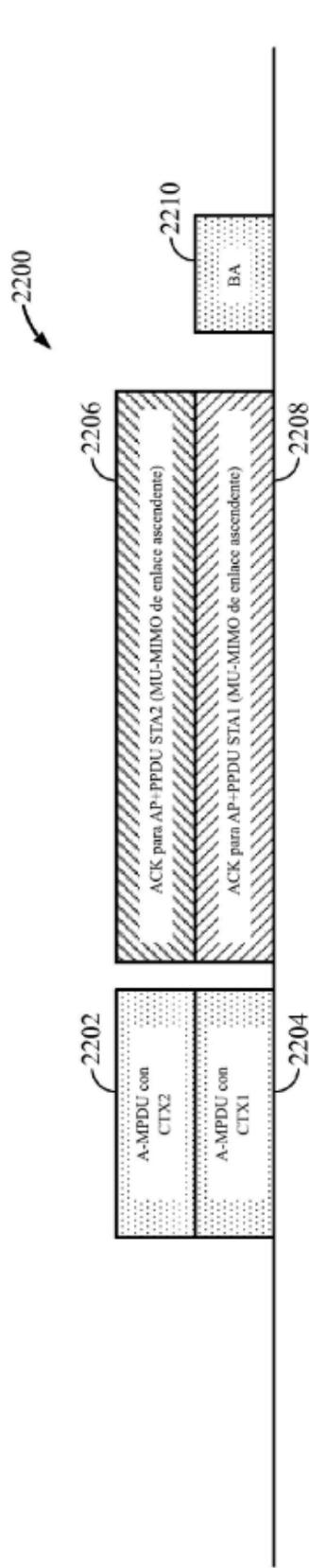


FIG. 22

DL MU-MIMO o  
DL FDMA a STA1 y  
STA2

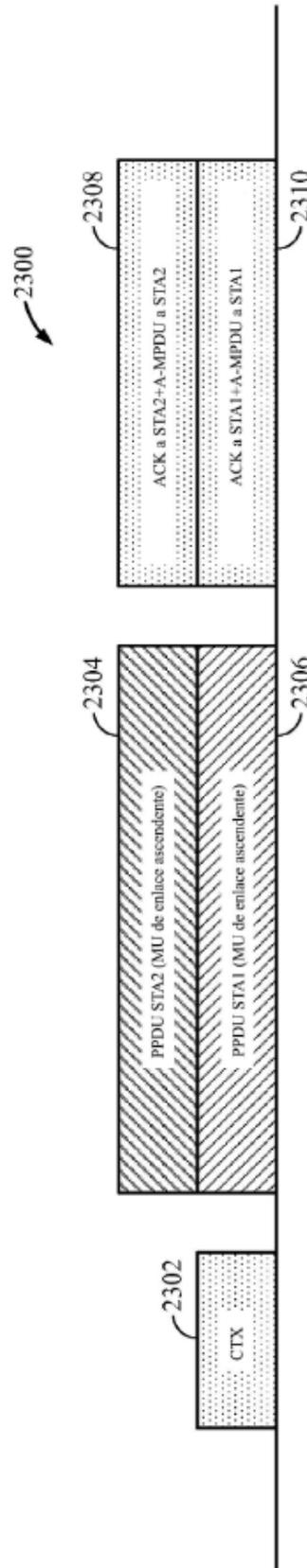


FIG. 23

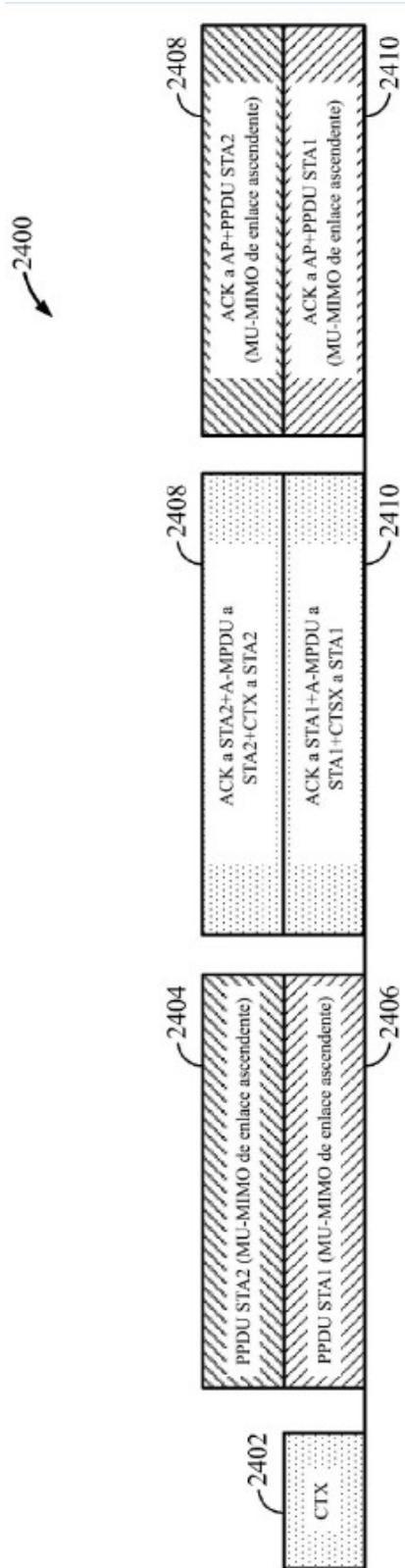


FIG. 24

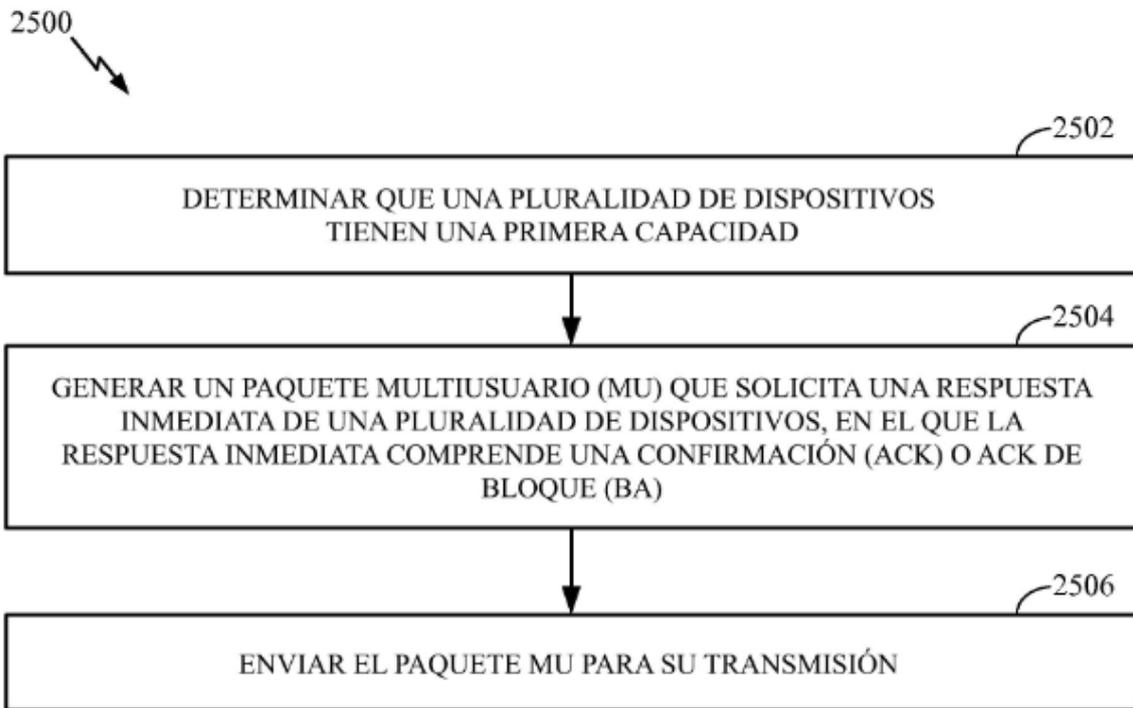


FIG. 25

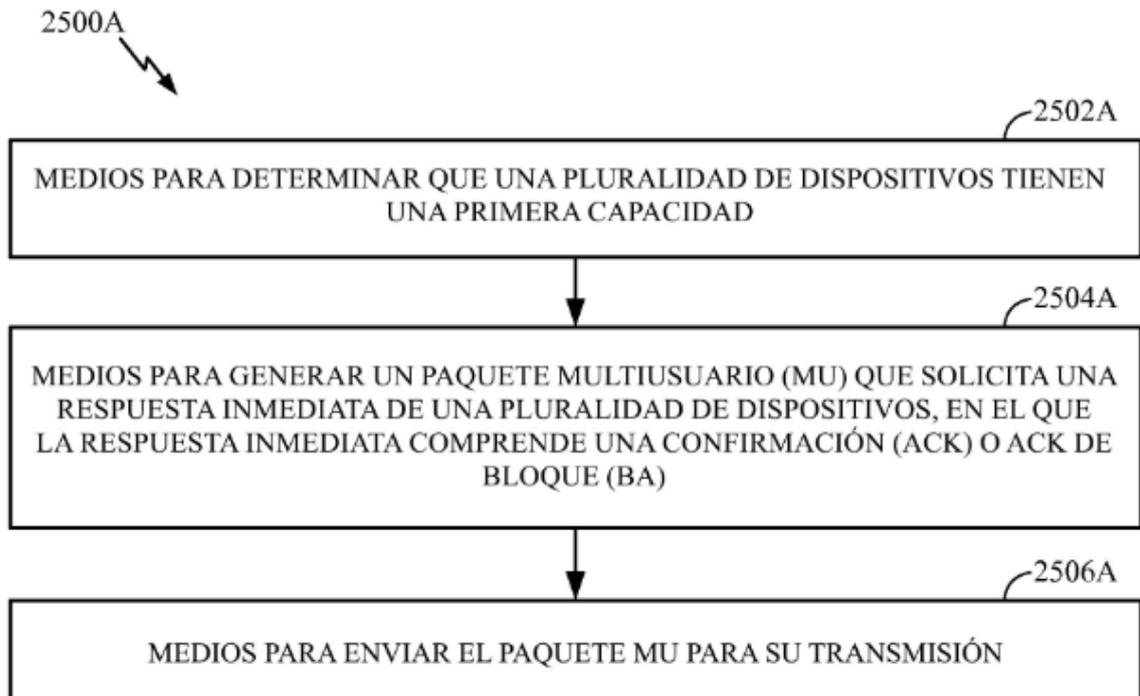


FIG. 25A

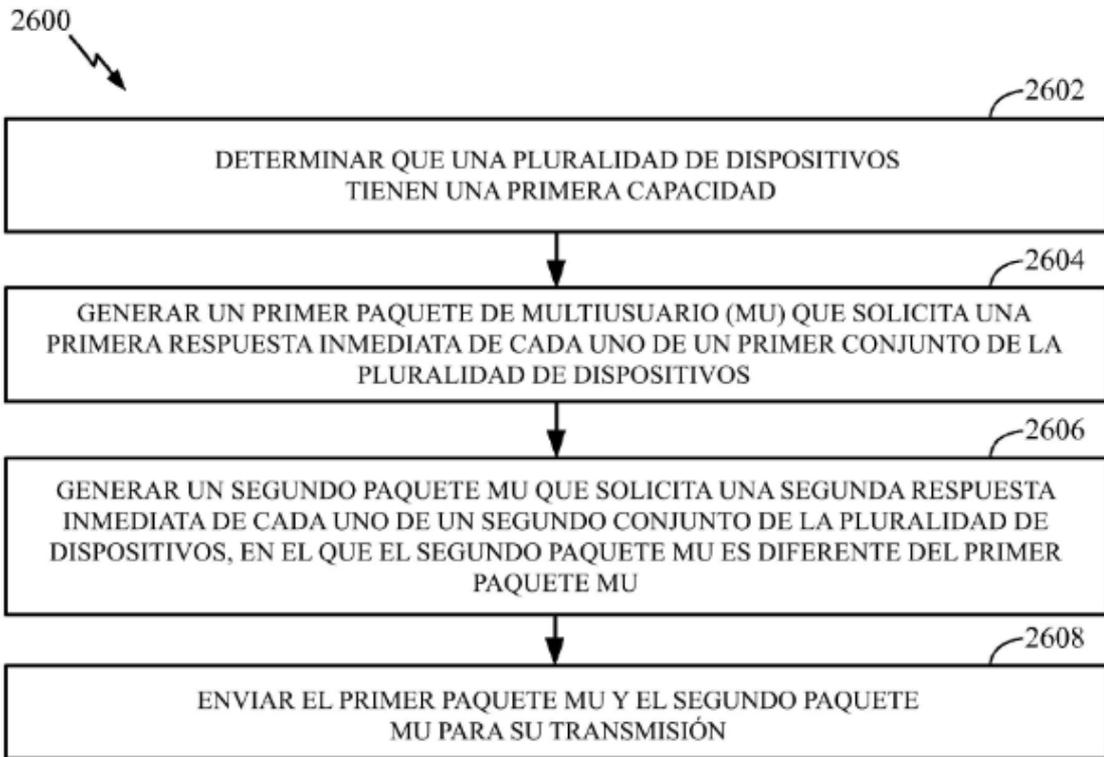


FIG. 26

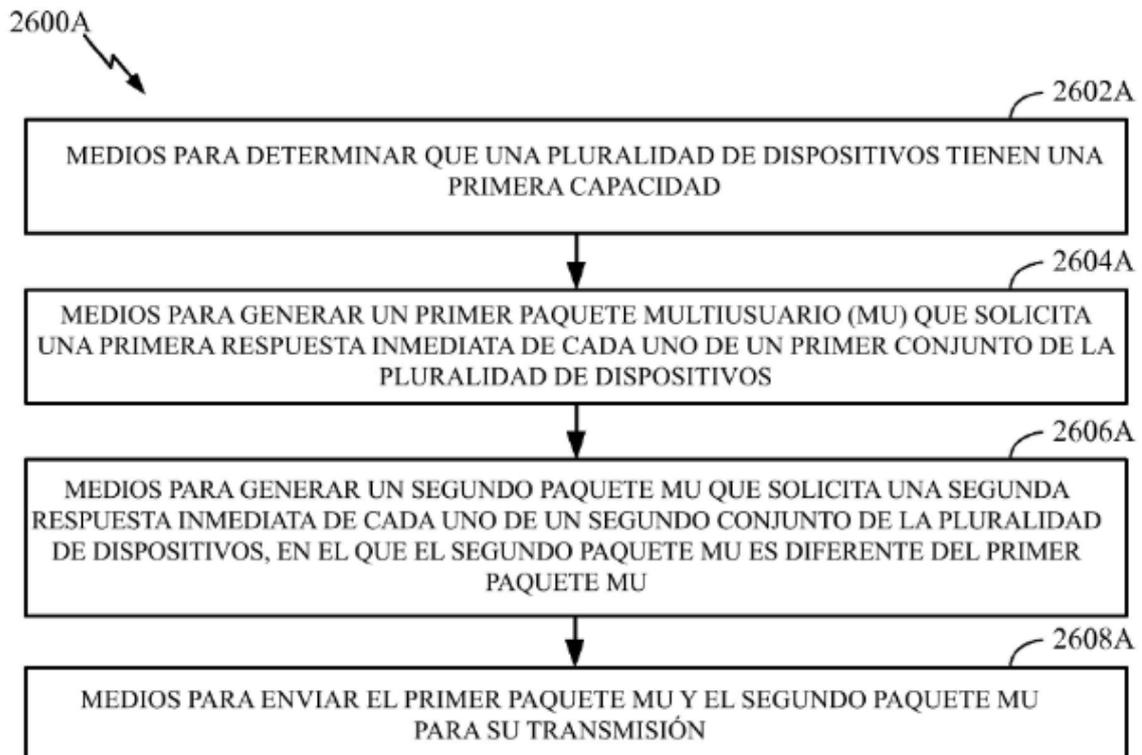


FIG. 26A