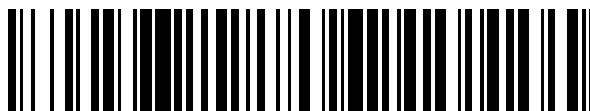


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 563**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 72/12 (2009.01)

H04W 74/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2010 PCT/US2010/056599**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2011 WO11060309**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2010 E 10782117 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2499871**

54 Título: **Procedimiento y aparato para acceso múltiple por división espacial**

30 Prioridad:

14.11.2009 US 261325 P

14.05.2010 US 780690

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
06.05.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ABRAHAM, SANTOSH P.;
MERLIN, SIMONE;
WENTINK, MAARTEN MENZO y
SAMPATH, HEMANTH

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 711 563 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

Procedimiento y aparato para acceso múltiple por división espacial

5 ANTECEDENTES

I. Campo

10 [0001] La siguiente descripción se refiere, en general, a sistemas de comunicación, y, más concretamente, a un procedimiento y aparato para gestionar transmisiones iniciadas por cliente en esquemas de comunicación de múltiples usuarios.

II. Antecedentes

15 [0002] Con el fin de tratar el problema de los crecientes requisitos de ancho de banda que se demandan para los sistemas de comunicaciones inalámbricas, se están desarrollando diferentes esquemas que permiten a múltiples terminales de usuario comunicarse con un único punto de acceso compartiendo los recursos de canal, obteniendo al mismo tiempo altos caudales de datos. La tecnología de múltiples entradas o múltiples salidas (MIMO) representa un enfoque de este tipo, que ha surgido recientemente como una técnica popular para los sistemas de comunicación de nueva generación. La tecnología de MIMO se ha adoptado en varias normas emergentes de comunicaciones inalámbricas tales como la norma 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos (IEEE). La norma IEEE 802.11 denota un conjunto de normas de interfaz aérea de red inalámbrica de área local (WLAN) desarrolladas por el comité IEEE 802.11 para comunicaciones de corto alcance (por ejemplo, entre decenas y algunos cientos de metros).

25 [0003] En los sistemas de comunicaciones inalámbricas, los protocolos de acceso al medio (MAC) están diseñados para funcionar utilizando varias dimensiones de libertad ofrecidas por el medio de enlace aéreo. Las dimensiones de libertad que se utilizan de manera más habitual son el tiempo y la frecuencia. Por ejemplo, en el protocolo IEEE 802.11 MAC, la dimensión de libertad "tiempo" se utiliza a través del CSMA (acceso múltiple por detección de portadora). El protocolo de CSMA trata de garantizar que no se produzca más de una transmisión durante un periodo de alta interferencia potencial. Asimismo, la dimensión de libertad "frecuencia" se puede utilizar usando diferentes canales de frecuencia.

35 [0004] Desarrollos recientes consideran el espacio como una dimensión viable que puede usarse para aumentar, o al menos para usar de manera más eficaz, la capacidad existente. El acceso múltiple por división espacial (SDMA) puede usarse para mejorar la utilización del enlace aéreo mediante la programación de múltiples terminales para una transmisión y recepción simultáneas. Los datos se envían a cada uno de los terminales usando flujos espaciales. Por ejemplo, con SDMA, un transmisor forma flujos ortogonales para receptores individuales. Dichos flujos ortogonales pueden formarse debido a que el transmisor presenta varias antenas y el canal de transmisión/recepción consiste en varias rutas. Los receptores también pueden tener una o más antenas (MIMO, SIMO). En este ejemplo se supone que el transmisor es un punto de acceso (AP) y que los receptores son estaciones (STA). Los flujos se forman de tal manera que un flujo destinado a la STA-B, por ejemplo, se detecta como una interferencia de baja potencia en la STA-C, la STA-D,..., etc., y esto no generará una interferencia significativa y, probablemente, se ignorará. Con el fin de formar estos flujos ortogonales, el AP necesita tener información de estado de canal (CSI) de cada una de las STA receptoras. Aunque la CSI puede medirse y comunicarse de varias maneras, añadiendo de este modo complejidad, el uso de la CSI optimizará la configuración de los flujos de SDMA.

50 [0005] Surgen complejidades adicionales cuando se aplica MIMO a sistemas multiusuario (MU). Por ejemplo, típicamente, el AP controla el proceso de comunicación de enlace ascendente (UL). Sin embargo, en determinadas configuraciones, el enfoque de programación de enlace ascendente sigue necesitando que las STA compitan con el AP para el acceso al canal. Dicho de otro modo, el AP actuará como una STA adicional que intenta obtener acceso al medio de transmisión, afectando de este modo a todas las STA que intentan obtener acceso. Además, puesto que las STA se basan en el AP para la programación de futuras transmisiones de UL, el esquema de programación no siempre funciona bien con determinados tipos de tráfico de datos, tal como tráfico de datos a ráfagas.

[0006] En consecuencia, sería deseable abordar una o más de las deficiencias descritas anteriormente.

60 [0007] Se llama la atención sobre el documento EP 1 257 140 A1, que describe que una comunicación de datos eficiente en un sistema de comunicación inalámbrica se proporciona mediante el uso de un control centralizado de comunicaciones de datos, tal como servicios de conmutación de paquetes, sobre el canal de enlace ascendente (estación móvil (MS) a estación base (BS)). Un protocolo de acceso múltiple se usa cuando las estaciones móviles de paquetes de datos realizan peticiones de recursos del canal de enlace ascendente. Los mensajes de petición transmitidos por las MS informan a la BS de los parámetros de servicio. Ejemplos de dichos parámetros de servicio son la potencia de transmisión disponible en la MS, la cantidad de datos a transmitir y la calidad de servicio (QoS).

La BS procesa entonces los mensajes de petición recibidos y realiza cálculos de gestión de interferencia para determinar la parte del balance de potencia recibida de la BS que se puede asignar al usuario de datos que solicita el servicio. Estos cálculos se usan para controlar la cantidad de interferencia vista en la estación base, para asignar una velocidad de transferencia de datos al usuario y para ayudar a los algoritmos de programación a calcular las prioridades de orden de servicio. Se puede usar cualquier algoritmo de programación; por ejemplo, la programación puede basarse en la cantidad de datos a transmitir, la antigüedad de los datos o la prioridad del servicio asociado con la estación móvil. El control de interferencia se usa para evitar que se produzcan niveles elevados de interferencia al tiempo que se maximiza la utilización de los recursos en el enlace ascendente.

[0008] También se llama la atención sobre el documento US 2008/212701 A1, que describe un procedimiento y aparato para procesar la transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO. Una unidad de transmisión/recepción inalámbrica, WTRU, recibe información de control de enlace descendente que incluye información de MIMO y de formato de transporte específica de WTRU e información de MIMO para todas las otras WTRU asignadas al mismo recurso. La WTRU procesa los datos de MIMO recibidos basándose en la información de control de enlace descendente. La información de control de enlace descendente también puede incluir información de formato de transporte para todas las otras WTRU asignadas al mismo RB. La información de control de enlace descendente se puede transmitir a través de señalización de control específica de la WTRU. La información de MIMO y/o de formato de transporte de todas las WTRU se puede transmitir a través de señalización de control común específica de recurso. El formato de señalización de control de enlace descendente puede incluir al menos uno de un número de flujos para la WTRU, un número de WTRU activas asignadas al mismo recurso, una identidad de canal espacial para la WTRU, un modo de MIMO, un índice de matriz de precodificación y un índice de vector de precodificación.

SUMARIO

[0009] De acuerdo con la presente invención, se dan a conocer un procedimiento, y un aparato, como se exponen en las reivindicaciones independientes, respectivamente. Los modos de realización preferentes de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

[0010] A continuación se presenta un resumen simplificado de uno o más aspectos de un procedimiento y aparato para el procedimiento y aparato para gestionar transmisiones de enlace ascendente iniciadas por cliente en esquemas de comunicación de múltiples usuarios con el fin de proporcionar una comprensión básica de dichos aspectos. El presente resumen no es una visión global extensa de todos los aspectos contemplados, y no está previsto para identificar elementos clave o esenciales de todos los aspectos ni para delimitar el alcance de algunos, o todos, los aspectos. Su único objetivo es presentar algunos conceptos de uno o más aspectos de forma simplificada como prelude de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

[0011] De acuerdo con diversos aspectos, la innovación de la materia se refiere a aparatos y procedimientos que proporcionan comunicaciones inalámbricas, donde un procedimiento para comunicaciones inalámbricas incluye recibir una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos; determinar la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y transmitir un mensaje que comprende la asignación de recursos al conjunto de aparatos para permitir la transmisión de datos.

[0012] En otro aspecto, se da a conocer un aparato para comunicaciones inalámbricas que incluye un sistema de procesamiento configurado para recibir una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos; determinar la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y transmitir un mensaje que comprende la asignación de recursos al conjunto de aparatos para permitir la transmisión de datos.

[0013] En otro aspecto más, se da a conocer un aparato para comunicaciones inalámbricas que incluye medios para recibir una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos; medios para determinar la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y medios para transmitir un mensaje que comprende la asignación de recursos al conjunto de aparatos para permitir la transmisión de datos.

[0014] En otro aspecto más, se da a conocer un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas que incluye un medio legible por máquina que incluye instrucciones ejecutables para recibir una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos; determinar la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y transmitir un mensaje que comprende la asignación de recursos al conjunto de aparatos para permitir la transmisión de datos.

[0015] En otro aspecto más, se da a conocer un punto de acceso que incluye una o más antenas; un receptor configurado para recibir, a través de la una o más antenas, una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos; un procesador configurado para determinar la asignación de recursos para un conjunto

de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y un transmisor que transmite un mensaje que comprende la asignación de recursos al conjunto de aparatos para permitir la transmisión de datos.

5 **[0016]** En otro aspecto más, se da a conocer un procedimiento para comunicaciones inalámbricas que incluye competir por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos; recibir un mensaje, comprendiendo el mensaje una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y transmitir datos mediante el aparato basándose en el mensaje.

10 **[0017]** En otro aspecto más, se da a conocer un aparato para comunicaciones inalámbricas que incluye un sistema de procesamiento configurado para competir por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos; recibir un mensaje, comprendiendo el mensaje una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y transmitir datos mediante el aparato basándose en el mensaje.

15 **[0018]** En otro aspecto más, se da a conocer un aparato para comunicaciones inalámbricas que incluye medios para competir por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos; medios para recibir un mensaje, comprendiendo el mensaje una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y medios para transmitir datos mediante el aparato basándose en el mensaje.

20 **[0019]** En otro aspecto más, se da a conocer un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas que incluye un medio legible por máquina que incluye instrucciones ejecutables para competir por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos; recibir un mensaje, comprendiendo el mensaje una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y transmitir datos mediante el aparato basándose en el mensaje.

25 **[0020]** En otro aspecto más, se da a conocer una estación que incluye una antena; un procesador, acoplado a la antena, configurado para competir por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos; un receptor configurado para recibir un mensaje, comprendiendo el mensaje una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y un transmisor configurado para transmitir datos mediante el aparato basándose en el mensaje.

30 **[0021]** Para conseguir los fines anteriores y otros relacionados, el uno o más aspectos comprenden las características descritas en mayor detalle más adelante y señaladas en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinados aspectos ilustrativos del uno o más aspectos. Sin embargo, estos aspectos solo indican algunas de las diversas maneras en que pueden utilizarse los principios de varios aspectos, y los aspectos descritos pretenden incluir todos dichos aspectos y sus equivalentes.

45 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0022] Estos y otros aspectos de muestra de la invención se describirán en la descripción detallada siguiente y en los dibujos adjuntos, en los que:

50 La FIG. 1 es un diagrama de una red de comunicaciones inalámbricas configurada de acuerdo con un aspecto de la divulgación;

La FIG. 2 es un nodo inalámbrico que incluye un sistema de procesamiento de entrada en un nodo inalámbrico en la red de comunicaciones inalámbricas de la FIG. 1;

55 La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un aparato que incluye un sistema de procesamiento;

La FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra la operación de una secuencia de trama de UL SDMA iniciada por punto de acceso (AP) tradicional;

60 La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de una estación (STA)/esquema de UL SDMA iniciado por cliente configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación con un enfoque de respuesta retardada de AP;

La FIG. 6 es un diagrama de tiempos que ilustra la operación de una estación (STA)/esquema de UL SDMA iniciado por cliente configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación con un enfoque de respuesta inmediata de AP;

La FIG. 7 es un diagrama de tiempos que ilustra la operación de una estación (STA)/esquema de UL SDMA iniciado por cliente configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación con un enfoque de respuesta retardada de AP;

La FIG. 8 es un diagrama de bloques que ilustra la funcionalidad de un aparato de punto de acceso para implementar un esquema de UL iniciado por cliente con una pluralidad de STA de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques que ilustra la funcionalidad de un aparato de STA para implementar un esquema de UL iniciado por cliente para una pluralidad de STA de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

[0023] De acuerdo con una práctica común, algunos de los dibujos pueden estar simplificados para mayor claridad. Por tanto, los dibujos pueden no representar todos los componentes de un aparato (por ejemplo, un dispositivo) o un procedimiento dado. Finalmente, se pueden usar números de referencia iguales para indicar características iguales a lo largo de la memoria descriptiva y las figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0024] Diversos aspectos de los procedimientos y aparatos se describen de aquí en adelante con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, estos procedimientos y aparatos se pueden realizar de muchas formas diferentes y no se debería interpretar que están limitados a cualquier estructura o función específica presentada a lo largo de esta divulgación. En su lugar, estos aspectos se proporcionan para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita por completo el alcance de estos procedimientos y aparatos a los expertos en la materia. Basándose en las descripciones y enseñanzas del presente documento, un experto en la materia debería apreciar que el alcance de la divulgación está concebido para abarcar cualquier aspecto de los procedimientos y aparatos divulgados en el presente documento, ya sea implementados de forma independiente de, o combinada con, cualquier otro aspecto de la divulgación. Por ejemplo, un aparato se puede implementar o un procedimiento se puede llevar a la práctica usando cualquier número de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, el alcance de la divulgación está concebido para abarcar un aparato o procedimiento de este tipo que se lleve a la práctica usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad además de o aparte de, los diversos aspectos de la divulgación expuestos en el presente documento. Se debería entender que cualquier aspecto de la divulgación en el presente documento se puede integrar mediante uno o más elementos de una reivindicación.

[0025] A continuación se presentarán varios aspectos de una red inalámbrica con referencia a la FIG. 1. La red inalámbrica 100 se muestra con varios nodos inalámbricos, designados en general como un punto de acceso 110 y una pluralidad de terminales de acceso o estaciones (STA) 120. Cada nodo inalámbrico puede recibir y/o transmitir. En la siguiente descripción detallada, el término "punto de acceso" se usa para designar un nodo de transmisión y el término "terminal de acceso" se usa para designar un nodo de recepción para comunicaciones de enlace descendente, mientras que el término "punto de acceso" se usa para designar un nodo de recepción y el término "terminal de acceso" se usa para designar un nodo de transmisión para comunicaciones de enlace ascendente. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán fácilmente que puede usarse otra terminología o nomenclatura para un punto de acceso y/o terminal de acceso. A modo de ejemplo, un punto de acceso puede denominarse una estación base, una estación transceptora base, una estación, un terminal, un nodo, un nodo inalámbrico, un terminal de acceso que actúa como un punto de acceso, o utilizando otra terminología adecuada. Un terminal de acceso puede denominarse un terminal de usuario, una estación móvil, una estación de abonado, una estación, un dispositivo inalámbrico, un terminal, un nodo, un nodo inalámbrico o utilizando otra terminología adecuada. Los diversos conceptos descritos a lo largo de esta divulgación están concebidos para aplicarse a todos los nodos inalámbricos adecuados, independientemente de su nomenclatura específica.

[0026] La red inalámbrica 100 puede soportar cualquier número de puntos de acceso distribuidos a través de una región geográfica para proporcionar cobertura a terminales de acceso 120. Un controlador de sistema 130 puede usarse para proporcionar coordinación y control de los puntos de acceso, así como acceso a otras redes (por ejemplo, Internet) para los terminales de acceso 120. Por simplicidad se muestra un punto de acceso 110. Un punto de acceso es en general un terminal fijo que proporciona servicios de red de retorno a terminales de acceso en la región geográfica de cobertura. Sin embargo, el punto de acceso puede ser móvil en algunas aplicaciones. Un terminal de acceso, que puede ser fijo o móvil, utiliza los servicios de red de retorno de un punto de acceso o establece comunicaciones de par a par con otros terminales de acceso. Ejemplos de terminales de acceso incluyen un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular), un ordenador portátil, un ordenador de escritorio, un asistente digital personal (PDA), un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor MP3), una cámara, una consola de juegos o cualquier otro nodo inalámbrico adecuado.

[0027] La red inalámbrica 100 puede soportar tecnología MIMO. Usando tecnología MIMO, un punto de acceso 110 puede comunicarse simultáneamente con múltiples terminales de acceso 120 usando acceso múltiple por división espacial (SDMA). SDMA es un esquema de acceso múltiple que permite que múltiples flujos transmitidos a diferentes receptores al mismo tiempo compartan el mismo canal de frecuencia y, como resultado, proporciona una mayor capacidad de usuario. Esto se consigue precodificando espacialmente cada flujo de datos y transmitiendo posteriormente cada flujo precodificado espacialmente a través de una antena de transmisión diferente en el enlace descendente. Los flujos de datos precodificados espacialmente llegan a los terminales de acceso con diferentes firmas espaciales, lo que permite que cada terminal de acceso 120 recupere el flujo de datos destinado a ese terminal de acceso 120. En el enlace ascendente, cada terminal de acceso 120 transmite un flujo de datos precodificado espacialmente, lo que permite al punto de acceso 110 identificar la fuente de cada flujo de datos precodificado espacialmente. Debe observarse que aunque en el presente documento se usa el término "precodificación", en general también puede usarse el término "codificación" para englobar el proceso de precodificación, codificación, descodificación y/o postcodificación de un flujo de datos.

[0028] Uno o más terminales de acceso 120 pueden estar equipados con múltiples antenas para permitir determinada funcionalidad. Con esta configuración, por ejemplo, múltiples antenas del punto de acceso 110 pueden usarse para comunicarse con un punto de acceso de múltiples antenas para mejorar el caudal de datos sin un ancho de banda o potencia de transmisión adicional. Esto puede conseguirse dividiendo una señal con una alta velocidad de transferencia de datos en el transmisor en múltiples flujos con una velocidad de transferencia de datos más baja y diferentes firmas espaciales, permitiendo por tanto que el receptor separe estos flujos en múltiples canales y combine de manera apropiada los flujos para recuperar la señal con alta velocidad de transferencia de datos.

[0029] Aunque partes de la siguiente divulgación describirán terminales de acceso que también soportan tecnología de MIMO, el punto de acceso 110 también puede configurarse para soportar terminales de acceso que no soportan tecnología de MIMO. Este enfoque puede permitir que versiones anteriores de terminales de acceso (es decir, terminales "heredados") permanezcan desplegadas en una red inalámbrica, ampliando su vida útil, permitiendo también que se introduzcan terminales de acceso de MIMO más recientes, según sea apropiado.

[0030] En la siguiente descripción detallada, varios aspectos de la divulgación se describirán con referencia a un sistema de MIMO que soporta cualquier tecnología inalámbrica adecuada, tal como multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM). OFDM es una técnica de espectro ensanchado que distribuye datos sobre un número de subportadoras separadas en frecuencias precisas. La separación proporciona "ortogonalidad", lo cual permite a un receptor recuperar los datos de las sub-portadoras. Un sistema de OFDM puede implementar la norma IEEE 802.11 o alguna otra norma de interfaz aérea. Otras tecnologías inalámbricas adecuadas incluyen, a modo de ejemplo, acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) o cualquier otra tecnología inalámbrica adecuada, o cualquier combinación de tecnologías inalámbricas adecuadas. Un sistema de CDMA puede implementar las normas IS-2000, IS-95, IS-856, CDMA de banda ancha (WCDMA), o alguna otra norma de interfaz aérea adecuada. Un sistema de TDMA puede implementar la norma del Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) o alguna otra norma de interfaz aérea adecuada. Como apreciarán fácilmente los expertos en la materia, los diversos aspectos de esta divulgación no están limitados a ninguna tecnología inalámbrica y/o norma de interfaz aérea particular.

[0031] El nodo inalámbrico, ya sea un punto de acceso o un terminal de acceso, puede implementarse con un protocolo que utiliza una estructura de capas que incluye una capa física (PHY) que implementa todas las especificaciones físicas y eléctricas para conectar el nodo inalámbrico al canal inalámbrico compartido, una capa de control de acceso al medio (MAC) que coordina el acceso al canal inalámbrico compartido, y una capa de aplicación que realiza diversas funciones de procesamiento de datos que incluyen, a modo de ejemplo, códecs de voz y multimedia y procesamiento de gráficos. Es posible que se requieran capas de protocolo adicionales (por ejemplo, capa de red, capa de transporte) para cualquier aplicación en particular. En algunas configuraciones, el nodo inalámbrico puede actuar como un punto de retransmisión entre un punto de acceso y un terminal de acceso, o entre dos terminales de acceso, y por lo tanto, puede no requerir una capa de aplicación. Los expertos en la materia podrán fácilmente implementar el protocolo apropiado para cualquier nodo inalámbrico dependiendo de la aplicación particular y de las restricciones de diseño globales impuestas en el sistema global.

[0032] Cuando el nodo inalámbrico está en modo de transmisión, la capa de aplicación procesa datos, segmenta los datos en paquetes y proporciona los paquetes de datos a la capa MAC. La capa MAC ensambla paquetes MAC con cada paquete de datos desde la capa de aplicación que se está transportando mediante la carga útil de un paquete MAC. De forma alternativa, la carga útil para un paquete MAC puede transportar un fragmento de un paquete de datos o múltiples paquetes de datos desde la capa de aplicación. Cada paquete MAC incluye una cabecera MAC y un código de detección de error. El paquete MAC a veces se denomina Unidad de Datos de Protocolo MAC (MPDU), pero también se puede denominar trama, paquete, ranura de tiempo, segmento o cualquier otra nomenclatura adecuada.

[0033] Cuando el MAC decide transmitir, proporciona un bloque de paquetes MAC a la capa PHY. La capa PHY ensambla un paquete PHY ensamblando el bloque de paquetes MAC en una carga útil y añadiendo un preámbulo.

Como se analizará con mayor detalle más adelante, la capa PHY también es responsable de proporcionar diversas funciones de procesamiento de señales (por ejemplo, modulación, codificación, procesamiento espacial, etc.). El nodo de recepción usa el preámbulo, que a veces se denomina Protocolo de Convergencia de Capa Física (PLCP), para detectar el inicio del paquete PHY y sincronizarlo con el reloj de datos de nodo del transmisor. El paquete PHY a veces se denomina Unidad de Datos de Protocolo de Capa Física (PLPDU), pero también puede denominarse trama, paquete, ranura de tiempo, segmento o cualquier otra nomenclatura adecuada.

[0034] Cuando el nodo inalámbrico está en un modo de recepción, el proceso se invierte. Es decir, la capa PHY detecta un paquete PHY entrante desde el canal inalámbrico. El preámbulo permite que la capa PHY se bloquee en el paquete PHY y realice diversas funciones de procesamiento de señales (por ejemplo, desmodulación, descodificación, procesamiento espacial, etc.). Una vez procesada, la capa PHY recupera el bloque de paquetes MAC transportados en la carga útil del paquete PHY y proporciona los paquetes MAC a la capa MAC.

[0035] La capa MAC comprueba el código de detección de error para cada paquete MAC para determinar si se descodificó correctamente. Si el código de detección de error para un paquete MAC indica que se descodificó correctamente, entonces la carga útil para el paquete MAC se proporciona a la capa de aplicación. Si el código de detección de error para un paquete MAC indica que se descodificó incorrectamente, el paquete MAC se descarta. Se puede enviar un acuse de recibo de bloque (BACK) al nodo de transmisión indicando qué paquetes de datos se descodificaron correctamente. El nodo de transmisión usa el BACK para determinar qué paquetes de datos, si los hay, requieren retransmisión.

[0036] La FIG. 2 es un diagrama de bloques conceptual que ilustra un ejemplo de las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En un modo de transmisión, un procesador de datos de TX 202 puede usarse para recibir datos de la capa MAC y codificar (por ejemplo, código Turbo) los datos para facilitar la corrección de errores hacia delante (FEC) en el nodo de recepción. El proceso de codificación da como resultado una secuencia de símbolos de código que pueden bloquearse entre sí y asignarse a una constelación de señal mediante el procesador de datos de TX 202 para producir una secuencia de símbolos de modulación.

[0037] En los nodos inalámbricos que implementan OFDM, los símbolos de modulación del procesador de datos de TX 202 pueden proporcionarse a un modulador de OFDM 204. El modulador de OFDM 204 divide los símbolos de modulación en flujos paralelos. Cada flujo se asigna entonces a una sub-portadora de OFDM y, a continuación, se combina usando una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) para producir un procesador espacial de TX 204 que realiza el procesamiento espacial de los símbolos de modulación. Esto puede lograrse mediante la precodificación espacial de los símbolos de modulación antes de proporcionarlos a un modulador de OFDM 206.

[0038] El modulador de OFDM 206 divide los símbolos de modulación en flujos paralelos. Cada flujo se asigna entonces a una sub-portadora OFDM y luego se combinan en conjunto usando una transformada rápida de Fourier Inversa (IFFT) para producir un flujo de OFDM de dominio de tiempo. Cada flujo de OFDM precodificado espacialmente se proporciona a continuación a una antena diferente 210a-210n a través de un transceptor respectivo 208a-208n. Cada transceptor 208a-208n modula una portadora de RF con un flujo precodificado respectivo para la transmisión a través del canal inalámbrico.

[0039] En un modo de recepción, cada transceptor 208a-208n recibe una señal a través de su antena respectiva 210a-210n. Cada transceptor 208a-208n se puede usar para recuperar la información modulada en una portadora de RF y proporcionar la información a un desmodulador de OFDM 220.

[0040] El procesador espacial de RX 220 lleva a cabo un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al nodo inalámbrico 200. El procesamiento espacial puede realizarse de acuerdo con la inversión de matriz de correlación de canal (CCMI), el error cuadrático medio mínimo (MMSE), la cancelación suave de interferencias (SIC) o alguna otra técnica adecuada. Si hay múltiples flujos espaciales destinados al nodo inalámbrico 200, pueden combinarse mediante el procesador espacial de RX 222.

[0041] En nodos inalámbricos que implementan OFDM, el flujo (o flujo combinado) desde el transceptor 208a-208n se proporciona a un desmodulador de OFDM 220. El desmodulador de OFDM 220 convierte el flujo (o flujo combinado) del dominio de tiempo al dominio de frecuencia usando una transformada rápida de Fourier (FFT). La señal en el dominio de frecuencia comprende un flujo independiente para cada sub-portadora de la señal OFDM. El desmodulador de OFDM 220 recupera los datos (es decir, símbolos de modulación) transportados en cada sub-portadora y multiplexa los datos en un flujo de símbolos de modulación antes de enviar el flujo a un procesador espacial de RX 222.

[0042] El procesador espacial de RX 222 lleva a cabo un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al nodo inalámbrico 200. El procesamiento espacial puede realizarse de acuerdo con la inversión de matriz de correlación de canal (CCMI), el error cuadrático medio mínimo (MMSE), la cancelación suave de interferencias (SIC) o alguna otra técnica adecuada. Si hay múltiples flujos espaciales destinados al nodo inalámbrico 200, pueden combinarse mediante el procesador espacial de RX 222.

[0043] Se puede usar un procesador de datos de RX 224 para trasladar los símbolos de modulación de vuelta al punto correcto en la constelación de señal. Debido al ruido y otras perturbaciones en el canal inalámbrico, los símbolos de modulación pueden no corresponder a una localización exacta de un punto en la constelación de señal original. El procesador de datos de RX 224 detecta qué símbolo de modulación se transmitió con mayor probabilidad encontrando la menor distancia entre el punto recibido y la localización de un símbolo válido en la constelación de señal. Estas decisiones suaves se pueden usar, en el caso de los códigos Turbo, por ejemplo, para calcular una relación de verosimilitud logarítmica (LLR) de los símbolos de código asociados con los símbolos de modulación dados. El procesador de datos de RX 224 usa a continuación la secuencia de LLR de símbolos de código con el fin de decodificar los datos que se transmitieron originalmente antes de proporcionar los datos a la capa MAC.

[0044] La FIG. 3 ilustra un ejemplo de una configuración de hardware para un sistema de procesamiento 300 en un nodo inalámbrico. En este ejemplo, el sistema de procesamiento 300 puede implementarse con una arquitectura de bus, representada en general mediante el bus 302. El bus 302 puede incluir cualquier número de buses y puentes de interconexión, dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento 300 y las restricciones de diseño globales. El bus enlaza entre sí diversos circuitos, incluyendo un procesador 304, medios legibles por ordenador 306 y una interfaz de bus 308. La interfaz de bus 308 se puede usar para conectar un adaptador de red 310, entre otras cosas, al sistema de procesamiento 300 a través del bus 302. La interfaz de red 310 se puede usar para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de un terminal de acceso 110 (véase la FIG. 1), una interfaz de usuario 312 (por ejemplo, un teclado, una pantalla, un ratón, una palanca de mandos, etc.) también pueden conectarse al bus a través de la interfaz de bus 308. El bus 302 también puede enlazar otros circuitos diversos tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión, circuitos de gestión de potencia y similares, que son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán con más detalle.

[0045] El procesador 304 es responsable de gestionar el bus y el procesamiento general, incluyendo la ejecución de software almacenado en los medios legibles por ordenador 308. El procesador 308 puede implementarse con uno o más procesadores de propósito general y/o de propósito especial. Los ejemplos incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), matrices de puertas programables por campo (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estados, lógica de puertas, circuitos de hardware discretos y otro hardware adecuado, configurado para llevar a cabo la diversa funcionalidad descrita a lo largo de esta divulgación.

[0046] Uno o más procesadores del sistema de procesamiento pueden ejecutar software. Deberá interpretarse ampliamente que el término "software" se refiere a instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de software, rutinas, subrutinas, objetos, módulos ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., independientemente de que se denominen software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otra forma.

[0047] El software puede residir en un medio legible por ordenador. Un medio legible por ordenador puede incluir, a modo de ejemplo, un dispositivo de almacenamiento magnético (por ejemplo, un disco duro, un disco flexible, una cinta magnética), un disco óptico (por ejemplo, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD)), una tarjeta inteligente, un dispositivo de memoria flash (por ejemplo, una tarjeta, un dispositivo o una memoria USB), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una ROM programable (PROM), una PROM borrable (EPROM), una PROM borrable eléctricamente (EEPROM), un registro, un disco extraíble, una onda portadora, una línea de transmisión o cualquier otro medio adecuado para almacenar o transmitir software. El medio legible por ordenador puede residir en el sistema de procesamiento, ser externo al sistema de procesamiento o distribuirse a través de múltiples entidades que incluyan el sistema de procesamiento. Los medios legibles por ordenador pueden realizarse en un producto de programa informático. A modo de ejemplo, un producto de programa informático puede incluir un medio legible por ordenador en materiales integrados.

[0048] En la implementación de hardware ilustrada en la FIG. 3, los medios legibles por ordenador 306 se muestran como parte del sistema de procesamiento 300 independiente del procesador 304. Sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la materia, los medios legibles por ordenador 306, o cualquier parte de los mismos, pueden ser externos al sistema de procesamiento 300. A modo de ejemplo, los medios legibles por ordenador 306 pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada mediante datos y/o un producto informático independiente del nodo inalámbrico, donde el procesador 304 pueda acceder a todos ellos a través de la interfaz de bus 308. De forma alternativa o adicional, los medios legibles por ordenador 304, o cualquier parte de los mismos, pueden integrarse en el procesador 304, tal como puede ser el caso de la memoria caché y/o los ficheros de registro generales.

[0049] La FIG. 4 ilustra un diagrama de tiempos 400 que ilustra una secuencia tradicional para la transmisión de SDMA de enlace ascendente iniciada por AP mediante un AP 402 con una pluralidad de STA 410-1 a 410-3, donde:

1. El AP 402 obtiene acceso al medio usando EDCA. El acceso se proporciona basándose en una prioridad que depende de una categoría de acceso (AC) de tráfico de UL desde la pluralidad de STA 410-1 a 410-3.

2. El AP 402 envía un mensaje de petición de SDMA (RSDMA) 404, solicitando a clientes tales como la pluralidad de STA 410-1 a 410-3 que envíen un mensaje de petición de envío-acceso múltiple (RTS-MA) de UL. Los mensajes UL RTS-MA se transmiten usando ranuras de tiempo y flujos espaciales (SS) asignados previamente, donde el AP 402 realiza la asignación.

3. La pluralidad de STA 410-1 a 410-3 responde con mensajes RTS-MA respectivos 412-1 a 412-3. Cada mensaje RTS-MA contiene la AC de tráfico de UL, un valor de contador de retroceso (back off) de EDCA y un tamaño de paquete.

4. El AP 402 puede enviar opcionalmente un mensaje RTS-MA-ACK (RMA) 406, acusando recibo de los mensajes RTS-MA 412-1 a 412-3 y solicitando sondeo con fines de cálculo de esquema de modulación y codificación (MCS) de UL SDMA.

5. El AP 402 envía entonces un mensaje de confirmación de RTS-MA (RMC) 408 con SS, MCS y los valores de desplazamiento de potencia requeridos para UL SDMA para clientes seleccionados. Estos clientes se seleccionan para preservar sus prioridades de EDCA (valor de contador de retroceso y AC). El mensaje de RMC 408 también reserva el medio durante un período de tiempo necesario para realizar una operación de transmisión, denominado una duración de TxOP. La duración de TxOP se puede basar en el tamaño de paquete más largo solicitado por los clientes seleccionados.

6. A continuación, los clientes envían paquetes de UL SDMA; ilustrado como las transmisiones de datos de SDMA 416-1 a 416-3, usando el SS, el MCS y los valores de desplazamiento de potencia sugeridos por el AP 402.

7. Una vez que el AP 402 ha recibido correctamente los paquetes de UL SDMA, el AP 402 responde con un mensaje de ACK de bloque (BA) 420 para acusar recibo de la transmisión desde los clientes.

8. Después de una transmisión correcta de los paquetes de UL SDMA, los clientes pueden reinicializar sus contadores de retroceso para el acceso EDCA. Los clientes pueden preferir no usar el acceso EDCA para el tráfico de UL y basarse en los mensajes RSDMA o de confirmación de RTS-MA programados para futuras transmisiones de UL.

[0050] El protocolo define la operación necesaria para que los AP y las STA configuren una comunicación de UL-SDMA. En un proceso de transmisión iniciado por cliente, el AP no conoce el estado de memoria intermedia de las STA y, en consecuencia, el AP no sabe cuáles de las STA necesitan enviar datos. Para solucionar esto, cada una de las STA puede enviar un mensaje de petición de transmisión (TXR) al AP cada vez que necesite enviar datos. El AP puede conceder la transmisión transmitiendo un mensaje de concesión de transmisión (TXS).

[0051] En un aspecto de la divulgación, el AP puede conceder el derecho de transmisión de inmediato a una primera STA enviando el mensaje de TXS tan pronto como se recibe la TXR. En este enfoque de "respuesta inmediata", después de que el AP recibe una TXR de la primera STA, el AP enviará un TXS de inmediato. Esto permite que la primera STA transmita datos, pero debido a que el protocolo de UL-SDMA es más eficiente si el número máximo de flujos espaciales se multiplexa en una transmisión similar, se pueden usar diversos mecanismos para permitir que otras STA accedan al medio. En un enfoque, se puede informar al AP de que una STA tiene datos para transmitir para una sesión de SDMA de enlace ascendente futura haciendo que la propia STA agregue dicha información durante una transmisión de UL-SDMA anterior. La asignación de recursos también puede basarse en un algoritmo de programación, donde el AP programará previamente las STA basándose en clasificaciones conocidas u otra categorización de las STA. A modo de ejemplo, si una de las STA tiene tráfico sensible al tiempo, tal como tráfico de voz sobre IP (VOIP), entonces el AP programará la STA con los recursos correspondientes.

[0052] En otro aspecto de la divulgación, el AP puede simplemente acusar recibo de la petición y esperar a recopilar otras peticiones antes de conceder la transmisión de inmediato. En este enfoque de "respuesta retardada", se recopilan peticiones de varias STA, de tal manera que el número máximo de flujos espaciales se multiplexa en una transmisión similar. Además, una STA que haya recibido un acuse de recibo puede esperar durante un tiempo de espera. Los enfoques de respuesta inmediata y respuesta retardada se describen más adelante en el presente documento.

[0053] Las STA tienen que decidir cuándo solicitar una transmisión. En un aspecto de la divulgación, las STA implementan un mecanismo de Acceso de Canal Distribuido Mejorado (EDCA) de IEEE 802.11. El mecanismo de EDCA actualmente proporciona prioridad de acceso basándose en el tipo de tráfico. Para optimizar la eficiencia de operación, se puede evitar que una STA envíe TXR salvo que la STA tenga datos suficientes para amortizar cualquier sobrecarga fija necesaria para transmitir los datos. A modo de ejemplo, para cada operación de

transmisión, se incluyen los recursos para transmitir un preámbulo, tiempos de diferimiento, etc. Por tanto, salvo que haya datos suficientes para justificar este gasto de recursos, se evitará que una STA solicite la transmisión. Se debe observar que es necesario tener en cuenta la latencia, la memoria intermedia u otras consideraciones similares. Por tanto, a modo de ejemplo, se pueden implementar umbrales de tal manera que una STA envíe una petición de transmisión al AP cuando se haya alcanzado un umbral de latencia o de memoria intermedia. En un aspecto de la divulgación, los umbrales pueden ser estáticos y basarse en la clase o el tipo/capacidades de red. En otro aspecto de la divulgación, los umbrales pueden ser dinámicos, donde el AP puede establecer los umbrales basándose en la carga de red. En otro aspecto más de la divulgación, también se puede implementar una combinación de umbrales estáticos y dinámicos.

[0054] Como se ha indicado anteriormente, se proporcionan dos modos de operación para que el AP decida cuándo debe iniciar una transmisión de UL-SDMA enviando un TXS. Haciendo referencia a la FIG. 5, que ilustra un proceso de respuesta retardada, se puede iniciar un temporizador después de que el AP recibe una petición desde una STA (TXR). El AP puede iniciar una sesión de UL-SDMA tan pronto como lleguen nuevas peticiones y la cantidad de flujos espaciales solicitados use completamente los disponibles, o cuando venza el temporizador. Las duraciones de temporizador pueden ser diferentes basándose en la clase. En la asignación de flujos espaciales y recursos para otras STA, el AP puede recibir múltiples peticiones e implementar una política para atender las peticiones en el orden correcto, al tiempo que cumple con las reglas de imparcialidad establecidas por el mecanismo de EDCA de IEEE 802.11. En un aspecto de la divulgación, un enfoque sencillo puede atender a las STA en el orden de la TXR recibida. Este enfoque respeta el hecho de que las STA pudieron acceder al medio cuando enviaron la petición y, en un protocolo de EDCA heredado, también habrían transmitido sus datos en ese orden. Esto se denominaría un enfoque no preferente.

[0055] En un segundo modo de operación, denominado enfoque de respuesta inmediata, el AP siempre responde a una petición con un mensaje que concede una transmisión de enlace ascendente. Por tanto, el AP puede enviar un TXS después de cada TXR, concediendo el TXS acceso de enlace ascendente para al menos el emisor del TXS, y potencialmente para otras STA. Específicamente, dicha transmisión de enlace ascendente podría implicar solo a la STA solicitante o podría ser un UL-SDMA que implique a múltiples STA. En la asignación de SS y recursos para otras STA, el AP debe seleccionar otras STA a incluir en el UL-SDMA. Se pueden implementar diferentes mecanismos para seleccionar qué estaciones se deben incluir en el UL-SDMA. Un enfoque es hacer que el AP incluya en la transmisión de UL-SDMA un conjunto de STA que son candidatas a tener tráfico para enviar.

[0056] Los diferentes enfoques de selección de las STA podrían incluir: un turno rotatorio (round robin) ciego o una selección aleatoria de STA. Otro enfoque puede incluir que después de cada transmisión de UL, una STA puede señalar, por ejemplo, estableciendo un bit, que tiene más datos para transmitir y el AP tendrá en cuenta esta información cuando seleccione la STA. Otro enfoque más puede incluir el uso de un protocolo independiente mediante las STA para señalar la naturaleza de su tráfico al AP, a partir de lo cual el AP puede deducir la carga de la STA.

[0057] En un aspecto de la divulgación, el número máximo de flujos espaciales permitidos en el UL-SDMA tiene que ser menor o igual al número de antenas de recepción en el AP. El AP necesita saber el número máximo de flujos espaciales que enviará cada estación. Un enfoque puede ser hacer que el AP decida este valor para cada STA antes de cada asignación de recursos con el fin de optimizar el uso de recursos en cada transmisión de UL-SDMA. Este enfoque puede ser complejo y requerir información adicional. Otro enfoque es hacer que el AP y la STA acuerden, *a priori*, el número máximo de flujos espaciales que una STA usará en cualquier transmisión de UL-SDMA. El AP puede modificar periódicamente este valor.

[0058] Una STA puede decidir cuántos flujos espaciales debe usar, que pueden ser menores que la cantidad máxima que se ha acordado previamente. El AP solo necesita asegurarse de que la STA no excede un número máximo determinado previamente de flujos espaciales. Esto puede dar lugar a flujos espaciales no usados si la STA no usa todos los flujos espaciales, pero puede haber una mejora en el tiempo de procesamiento por no tener que asignar dinámicamente flujos espaciales.

[0059] Una vez que el AP ha seleccionado las STA para la transmisión de UL-SDMA, el AP tiene que decidir la duración de la transmisión de UL-SDMA. En un aspecto de la divulgación, la STA puede especificar la duración requerida en su petición. El AP establecerá la duración del UL-SDMA como una función del tiempo requerido de las STA programadas. La petición proveniente de una STA tendrá uno o más campos de duración. Cada campo de duración especificará la duración solicitada dependiendo del número total de flujos espaciales que se transmiten mediante SDMA en conjunto. Por ejemplo, una STA con un único flujo espacial puede requerir 1 ms si se atiende solo, pero puede requerir más de 1,5 ms si se atiende junto con otros 2 flujos espaciales, porque, en este último caso, la STA tendrá que usar un MCS más bajo. En el caso de que se envíe una única duración, las peticiones pueden incluir una indicación de MCS asociada con la duración. El AP podrá determinar la cantidad de datos que la STA necesita transmitir (MCS x duración) y usar dicha información para seleccionar la duración concedida en el TXS. Un ejemplo de la función puede ser que la duración se basa en la duración máxima incluida en las peticiones que forman parte de las peticiones programadas (es decir, el máximo de las peticiones de STA). Para el modo de respuesta inmediata, la duración puede basarse en la TXR de la primera STA.

[0060] Para la determinación de modulación, como se ha descrito anteriormente, el número de flujos espaciales para cada STA es fijo, pero la modulación usada por cada STA debe decidirse. El esquema óptimo puede ser que el AP recopile toda la información de canal de todas las STA y calcule la modulación óptima conjunta para cada STA. Esto puede ser complejo y requiere información adicional. Otro enfoque es hacer que cada STA use un algoritmo de adaptación de velocidad que permita una selección de modulación autónoma. Una solución alternativa es hacer que el AP decida qué MCS debe usar cada STA, donde la indicación de MCS se incluye en el mensaje de TXS. Otra solución alternativa es hacer que cada STA envíe una indicación de MCS en la TXR y el AP envíe una indicación de retroceso de MCS en el TXS, refiriéndose al MCS recibido en la TXR.

[0061] El TXS también puede incluir, además de lo que la STA puede transmitir, un número de flujos espaciales que se asignan a todas las STA que estarán transmitiendo. Las STA que están transmitiendo pueden usar esta información para determinar la modulación (por ejemplo, una primera STA puede usar una modulación para una velocidad de transferencia de datos más baja para un TXS que está asignando un número alto de flujos espaciales para la transmisión de UL SDMA, es decir, la primera STA sabe que sus transmisiones estarán sometidas a interferencia procedente de otras STA a las que se les ha concedido acceso).

[0062] Para la operación de capa física de UL-SDMA, es posible que se requiera control de potencia (por ejemplo, puede ser necesario cambiar la potencia de transmisión de cada estación). Un enfoque es hacer que el AP almacene el nivel de potencia recibido de cada TXR y lo asocie con la STA de envío. El AP puede incluir una información de control de potencia por STA en el TXS, lo que puede permitir que cada estación modifique la potencia de transmisión. La potencia de transmisión puede modificarse con referencia relativa a la potencia usada al enviar la TXR. La TXR de cada STA puede enviarse a la potencia máxima que la STA puede soportar.

[0063] Antes de que tenga lugar la sesión de UL-SDMA, el AP puede especificar algunos parámetros que usarán las STA, y los comunica a cada STA. El número exacto de flujos espaciales (N_{ss}) o el número máximo de flujos espaciales que usará cada STA puede ser menor que el N_{txSTA} para cada STA.

[0064] Como una característica opcional, antes de que tenga lugar la sesión de UL-SDMA, las STA comunican al AP la naturaleza de su tráfico. La comunicación puede indicar el retardo aceptado máximo en el servicio, o el caudal solicitado promedio.

[0065] La FIG. 6 es un diagrama de tiempos que ilustra la operación 600 de una estación (STA)/esquema de UL SDMA iniciado por cliente configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación con un enfoque de respuesta inmediata de AP. En un enfoque del protocolo, como se ilustra en 602, cada STA que tiene datos para transmitir hacia el AP envía una TXR y el acceso al medio se obtiene a través de operaciones de EDCA heredado. EDCA proporciona diferentes clases de tráfico y define diferentes reglas de acceso por clase. La TXR puede transportar una clase de datos a transmitir. La TXR también puede incluir TxTime, que es el tiempo requerido para la transmisión. En otras palabras, cada petición de una STA incluirá una indicación de una o más duraciones solicitadas, donde cada duración se refiere a una posible configuración de transmisión de SDMA, tal como el número total de flujos espaciales. Cada petición de una STA también puede incluir una indicación de MCS, refiriéndose al MCS que usará la STA en relación con la duración de transmisión solicitada. A partir de la duración y el MCS solicitado, el AP puede determinar la cantidad de datos que la STA necesita enviar.

[0066] En un aspecto de la divulgación, no se permite que las STA que envían una TXR y reciben un acuse de recibo envíen otra TXR para la misma clase de datos, salvo que se cumplan algunas condiciones. Por ejemplo, una STA puede enviar otra TXR si el tiempo de espera vence sin que la STA reciba un TXS con su dirección en la lista de TXS. En otro ejemplo, la STA puede enviar otra TXR si los requisitos de calidad de servicio (QoS) permiten el envío de TXR adicionales.

[0067] Como se ilustra en 604, después de recibir una TXR, el AP puede responder inmediatamente con un acuse de recibo (ACK) simple. En un aspecto de la divulgación, la ACK se puede enviar después de un tiempo de SIFS según se define en la norma IEEE 802.11. El AP puede almacenar, en una localización tal como en una memoria local, la petición de uso futuro guardando también información tal como la clase de la petición, el TxTime, el tiempo en el que se recibió la petición, la potencia a la que se recibió la petición, y el MCS.

[0068] En otro aspecto de la divulgación, el AP puede responder inmediatamente después de un tiempo de SIFS como se define en la norma IEEE 802.11 con un mensaje de envío de transmisión (TXS), como se ilustra en 608. El mensaje de TXS puede transportar una lista de STA a las que se permite transmitir datos en el siguiente UL-SDMA; la duración máxima de la transmisión de datos (TxTime); el ajuste de nivel de potencia para cada STA, que puede definirse basándose en la potencia almacenada de la TXR recibida; y el número total de flujos espaciales asignados, lo que puede ser útil para un algoritmo de adaptación de velocidad. El mensaje de TXS también puede incluir opcionalmente un desplazamiento de tiempo para corregir el tiempo de inicio de transmisión de paquetes, así como una indicación de MCS por STA o una indicación de retroceso de MCS por STA.

[0069] La lista de STA a las que se permite transmitir datos en el UL-SDMA se puede obtener mediante diversos métodos, dependiendo de la información disponible. En un ejemplo de creación de la lista de STA, las STA se pueden seleccionar en el orden cronológico del tiempo de recepción de TXR respectivo. En este ejemplo, la STA se puede añadir a la lista hasta que la suma de Nss para cada STA alcance un número que no permitiría añadir ninguna otra STA que realizó una petición. Como se describe más detalladamente en el presente documento, el AP considera que una STA es una candidata a listarse en un TXS solo mientras el STA ID esté almacenado en la memoria del AP. En un enfoque, una STA que no se listó en un TXS dado se listará en al menos uno de un TXS posterior. En otro enfoque, una STA que se listó en un TXS dado, pero de la cual el AP no recibió un paquete correcto, se listará en al menos uno de un TXS posterior, hasta que se alcance un número máximo de reintentos o venza un tiempo de espera.

[0070] En otro ejemplo de creación de la lista de STA, la STA se selecciona a partir de una lista de candidatos basándose en la información disponible. Un procedimiento incluye una selección de estaciones mediante turno rotatorio ciego. En este procedimiento, después de cada transmisión de UL, una STA señala con un bit que tiene más datos para transmitir. El AP tendrá en cuenta esta información al seleccionar las STA. En un protocolo independiente, las STA pueden señalar al AP la naturaleza de su tráfico, a partir de lo cual el AP puede deducir la carga de la STA y tener un procedimiento de selección que la tenga en cuenta.

[0071] En otro ejemplo más de creación de la lista de STA, el AP puede incluir una STA que envió la TXR que activó el TXS. Esto no es estrictamente necesario, pero haría que la operación fuera más similar a una operación de IEEE 802.11 heredado.

[0072] Como se ha indicado anteriormente, el TXS puede incluir una duración máxima de la transmisión de datos, TxTime. En un aspecto de la divulgación, la duración del TxTime se establece como una función de la duración del TxTime especificado en los mensajes de TXR de las estaciones especificadas en la lista de STA. Por ejemplo, el TxTime se puede establecer como el TxTime máximo de las TXR recibidas. Otro enfoque de ejemplo es que el TxTime se puede establecer como el TxTime en la última TXR, lo que coincide con el comportamiento de un protocolo de EDCA heredado.

[0073] En un aspecto de la divulgación, el AP considera a una STA como una candidata a listar en un TXS siempre que el STA ID esté almacenado en su memoria local. Por tanto, en un aspecto de la divulgación, el AP puede eliminar una STA de la memoria local después de ciertos eventos. Por ejemplo, la STA se puede eliminar una vez que el AP recibe un ACK de la STA. La STA también se puede eliminar si el AP no recibe un paquete correcto de la STA después de un número máximo de retransmisiones consecutivas de TXS que listan esa STA en la lista de STA.

[0074] Después de recibir el TXS, una STA puede verificar para determinar si su dirección está listada en el TXS. Si no está listada, entonces no se puede permitir que la STA transmita durante una duración de TxTime, que extrae del TXS.

[0075] Si la STA está listada en el TXS, entonces si la STA tiene datos para transmitir y puede transmitir de acuerdo con las reglas de acceso al medio, la STA extrae la duración de TxTime del TXS y continúa transmitiendo un paquete de datos con una duración menor o igual a TxTime en una TXOP, como se ilustra en 610/612. En un aspecto de la divulgación, una transmisión puede comenzar inmediatamente después de un tiempo de SIFS como se define en la norma IEEE 802.11, y la STA usa el número de flujos espaciales acordado con el AP (Nss), y selecciona de manera independiente la modulación que se debe usar. Los campos de entrenamiento en el preámbulo de paquete se modulan de acuerdo con la indexación definida mediante el orden de las estaciones en el TXS. Opcionalmente, la STA puede añadir un bit que indica si tiene más datos disponibles para transmitir en una futura transmisión de enlace ascendente. El bit indica que la STA desea que se la tenga en cuenta para el siguiente UL-SDMA sin enviar una TXR explícita. Incluso si la STA no tiene datos para transmitir, la STA puede enviar un mensaje de control para informar al AP de que no tiene datos para transmitir. Por el contrario, el AP puede asumir que la STA no escuchó el TXS y, en consecuencia, reprogramarla en el siguiente UL-SDMA, lo que puede causar ineficiencia.

[0076] Después de recibir los datos de todas las STA, el AP puede enviar inmediatamente, después del tiempo de SIFS según se define en la norma IEEE 802.11, un acuse de recibo a cada estación para la que los datos se recibieron correctamente, como se ilustra mediante el ACK de bloque 614/616. El acuse de recibo para múltiples STA se puede enviar de acuerdo con diferentes mecanismos. A modo de ejemplo y no de limitación, el acuse de recibo se puede enviar usando SDMA, TDMA o AMPDU.

[0077] La FIG. 7 es un diagrama de tiempos que ilustra la operación 700 de una estación (STA)/esquema de UL SDMA iniciado por cliente configurado de acuerdo con un aspecto de la divulgación con un enfoque de respuesta retardada de AP. Como un modo de operación diferente, se puede permitir que el AP envíe un mensaje de TXS de forma autónoma, lo que no es una respuesta a una TXR, como se ilustra en 708. En un aspecto de la divulgación, las operaciones que siguen al TXS son las mismas que se describieron anteriormente, donde el TXS fue una respuesta a una TXR. Cada clase de datos está asociada con una duración de tiempo de espera, que puede ser

diferente basándose en la clase. Después de recibir una TXR con una clase particular, el tiempo de vencimiento del temporizador se puede establecer en un tiempo actual más la duración del tiempo de espera especificado para la clase si no hay ningún temporizador ya en ejecución. Si ya hay un temporizador en ejecución, el tiempo de vencimiento del temporizador se puede establecer en el mínimo del tiempo de vencimiento actual y el tiempo actual más la duración asociada con la clase.

[0078] Además, en un aspecto de la divulgación, el temporizador vence siempre que el AP recibe suficientes TXR, como se ilustra en 702a-702b, de tal manera que la suma de los Nss asociados con las estaciones emisoras, con cada STA contada una vez, alcanza un número tal que no se permitirían STA adicionales en el UL-SDMA.

[0079] En un aspecto de la divulgación, el AP envía el TXS cuando vence el temporizador, de nuevo como se ilustra en 708. Como un modo de operación alternativo, después del vencimiento del temporizador, el AP puede esperar a recibir una petición adicional antes de enviar el TXS.

[0080] Como se ilustra en 710/712, la STA que recibe una TXOP de enlace ascendente a través de un TXS sin enviar antes una TXR de contienda (es decir, una STA que recibe una TXOP preferente/no solicitada) continúa su retroceso sin cambios (es decir, el retroceso que se estaba contando regresivamente con el fin de transmitir la TXR no se ve afectado por la TXOP no solicitada). La alternativa es que el retroceso pendiente para transmitir la TXR se trunca y se reinicia después de recibir una TXOP no solicitada, pero esto reduciría la prioridad de acceso de la STA. Es posible reiniciar el retroceso si es necesario que haya ventajas para las STA heredadas en la red (es decir, es una decisión de la política).

[0081] Para indicar que hay más tráfico pendiente después de la TXOP de enlace ascendente actual, una STA puede agregar una MPDU de TXR en la A-MPDU de enlace ascendente. La STA todavía tiene que seguir compitiendo para enviar una TXR de contienda independiente, con el fin de proporcionar al AP oportunidades para conceder TXOP de enlace ascendente mediante el envío de una TXR. La agregación de peticiones de TXOP en A-MPDU de enlace ascendente en combinación con el envío de TXR de contienda para proporcionar TXOP al AP es un enfoque.

[0082] Si el AP ha recibido las transmisiones, el AP enviará ACK de bloque 714/716. Específicamente, después de recibir los datos de todas las STA, el AP puede enviar inmediatamente, después del tiempo de SIFS según se define en la norma IEEE 802.11, un acuse de recibo a cada estación para la que los datos se recibieron correctamente. Como se ha señalado previamente, el acuse de recibo para múltiples STA se puede enviar de acuerdo con diferentes mecanismos. A modo de ejemplo y no de limitación, el acuse de recibo se puede enviar usando SDMA, TDMA o AMPDU.

[0083] La FIG. 8 es un diagrama que ilustra la funcionalidad de un aparato de punto de acceso 800 de acuerdo con un aspecto de la divulgación. El aparato 800 incluye un módulo 802 para recibir una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos; un módulo 804 para determinar la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y un módulo 806 para transmitir un mensaje que comprende la asignación de recursos para el conjunto de aparatos para permitir la transmisión de datos.

[0084] La FIG. 9 es un diagrama que ilustra la funcionalidad de un aparato de STA 900 de acuerdo con un aspecto de la divulgación. El aparato 900 incluye un módulo 902 que compete por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos; un módulo 904 para recibir un mensaje, comprendiendo el mensaje una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y un módulo 906 para transmitir datos mediante el aparato basándose en el mensaje.

[0085] El sistema de procesamiento descrito en el presente documento, o cualquier parte del sistema de procesamiento, puede proporcionar los medios para realizar las funciones citadas en el presente documento. A modo de ejemplo, el código de ejecución del sistema de procesamiento puede proporcionar los medios para recibir una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos; medios para determinar la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y medios para transmitir un mensaje que comprende la asignación de recursos para el conjunto de aparatos para permitir la transmisión de datos. A modo de otro ejemplo, el código de ejecución del sistema de procesamiento puede proporcionar los medios para competir por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos; recibir un mensaje, comprendiendo el mensaje una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y transmitir datos mediante el aparato basándose en el mensaje. De forma alternativa, el código en el medio legible por ordenador puede proporcionar los medios para realizar las funciones citadas en el presente documento.

[0086] Se entiende que se está presentando cualquier orden específico o jerarquía de pasos descritos en el contexto de un módulo de software para proporcionar ejemplos de un nodo inalámbrico. Basándose en las

preferencias de diseño, se entiende que el orden o jerarquía específico de los pasos se puede reorganizar aun manteniéndose dentro del alcance de la invención.

5 **[0087]** Los expertos en la materia reconocerán cómo implementar mejor la funcionalidad descrita presentada a lo largo de esta divulgación dependiendo de la aplicación particular y de las limitaciones globales de diseño impuestas en el sistema global.

10 **[0088]** La descripción anterior se proporciona para permitir que cualquier experto en la materia comprenda totalmente todo el alcance de la divulgación. Las modificaciones de las diversas configuraciones divulgadas en el presente documento serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia. Por tanto, las reivindicaciones no están previstas para limitarse a los aspectos mostrados en el presente documento, sino que se les ha de conceder el alcance total compatible con el lenguaje de las reivindicaciones, en el que la referencia a un elemento en forma singular no está previsto que signifique "uno y solo uno", a no ser que así se indique de forma específica, sino más bien "uno o más". A menos que se indique lo contrario de forma específica, el término "alguno/a" se refiere a uno o más. Una reivindicación que cita al menos uno de una combinación de elementos (por ejemplo, "al menos uno de A, B o C") se refiere a uno o más de los elementos citados (por ejemplo, A, o B, o C, o cualquier combinación de los mismos). Todos los equivalentes estructurales y funcionales de los elementos de los diversos aspectos descritos a lo largo de esta divulgación, que son conocidos o que lleguen a ser conocidos posteriormente por los medianamente expertos en la técnica, están concebidos para ser abarcados por las reivindicaciones. Por otro lado, no se pretende que nada de lo divulgado en el presente documento esté dedicado al público, independientemente de si dicha divulgación se menciona de forma explícita en las reivindicaciones.

15

20

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple por división espacial que comprende:
5 recibir una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos (120, 200, 410), en el que la pluralidad de peticiones se recibe como parte de un proceso de contienda de acceso al medio, en el que las peticiones se transmiten mediante la pluralidad de aparatos si una característica determinada de los datos a transmitir satisface un umbral;
10 determinar la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y
15 transmitir un mensaje que comprende la asignación de recursos para el conjunto de aparatos para permitir la transmisión simultánea de datos, en el que la transmisión de datos comprende un flujo de datos precodificado espacialmente.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de peticiones comprende una primera petición y una segunda petición, y la determinación de la asignación de recursos comprende:
20 determinar un tiempo en el que o después del que se debe transmitir el mensaje basándose en la primera petición; y
25 actualizar el tiempo basándose en la segunda petición.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que el mensaje comprende un acuse de recibo de la segunda petición; y
30 en el que la transmisión del mensaje comprende transmitir el mensaje de acuerdo con un mecanismo de contienda de acceso de canal distribuido mejorado, EDCA, después de que se ha alcanzado el tiempo.
4. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que la transmisión del mensaje comprende transmitir el mensaje después de la recepción de la segunda petición, en el que la segunda petición se recibe antes de que se haya alcanzado el tiempo; o
35 en el que la transmisión del mensaje comprende transmitir el mensaje basándose en la recepción de la segunda petición y basándose en un número de flujos espaciales asignados.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la transmisión del mensaje comprende transmitir el mensaje después de la recepción de cualquier petición que requiera más flujos espaciales de los que se pueden soportar.
40
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la determinación de la asignación de recursos comprende asignar un número de flujos espaciales a cada aparato en el conjunto de aparatos, en el que el número asignado de flujos espaciales se determina como parte de un protocolo de asociación.
45
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el proceso de contienda de acceso al medio comprende una contienda de acceso basada en EDCA.
- 50 8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mensaje comprende una pluralidad de parámetros para cada uno de la pluralidad de aparatos, que comprende al menos uno de:
 un valor de esquema de modulación y codificación, MCS;
55 un número de flujos espaciales;
 índice o índices de flujos espaciales;
 un ajuste de nivel de potencia; o
60 una clase de datos.
9. Un aparato (110) para comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple por división espacial, que comprende:
65

medios para recibir (802) una pluralidad de peticiones para transmitir datos desde una pluralidad de aparatos (120, 200, 410), en el que la pluralidad de peticiones se recibe como parte de un proceso de contienda de acceso al medio, en el que las peticiones se transmiten mediante la pluralidad de aparatos si una característica determinada de los datos a transmitir satisface un umbral;

medios para determinar (804) la asignación de recursos para un conjunto de aparatos en la pluralidad de aparatos, en el que la determinación se basa en la pluralidad de peticiones; y

medios para transmitir (806) un mensaje que comprende la asignación de recursos para el conjunto de aparatos para permitir la transmisión simultánea de datos, en el que la transmisión de datos comprende un flujo de datos precodificado espacialmente.

- 10.** Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple por división espacial que comprende:

competir por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos (120, 200, 410), en el que la contienda comprende:

determinar una característica de los datos a transmitir, y

transmitir una petición de asignación de recursos al medio si la característica satisface un umbral, y el procedimiento comprende además:

recibir un mensaje, el mensaje que comprende una asignación de recursos basándose en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión simultánea de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y

transmitir los datos mediante el aparato basándose en el mensaje, en el que transmitir los datos comprende un flujo de datos precodificado espacialmente.

- 11.** El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la transmisión de datos comprende transmitir datos en un número de flujos espaciales basándose en una asignación de flujos espaciales y un índice de flujo espacial de la asignación de recursos.

- 12.** El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la asignación de recursos en el mensaje comprende una pluralidad de parámetros para el aparato y al menos uno de los otros aparatos que comprende al menos uno de:

un valor de MCS;

un número de flujos espaciales;

índice o índices de flujos espaciales;

un ajuste de nivel de potencia; o

una clase de datos.

- 13.** Un aparato (120, 200, 410) para comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple por división espacial que comprende:

medios para competir (902) por el acceso a un medio basándose en una petición, mediante un aparato, con una pluralidad de otros aparatos (120, 200, 410);

medios para recibir un mensaje (904), el mensaje que comprende una asignación de recursos basada en peticiones desde el aparato y los otros aparatos, en el que la asignación de recursos permite la transmisión simultánea de datos desde el aparato y algunos de los otros aparatos; y

medios para transmitir (906) datos mediante el aparato basándose en el mensaje, en el que transmitir datos comprende un flujo de datos precodificado espacialmente y en el que los medios de contienda comprenden:

medios para determinar una característica de los datos a transmitir; y

medios para transmitir una petición de asignación de recursos al medio si la característica satisface un umbral.

14. Un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple por división espacial, que comprende:

5 un medio legible por máquina que comprende instrucciones ejecutables para llevar a cabo las etapas de procedimiento de las reivindicaciones 1 a 8 o 10 a 12.

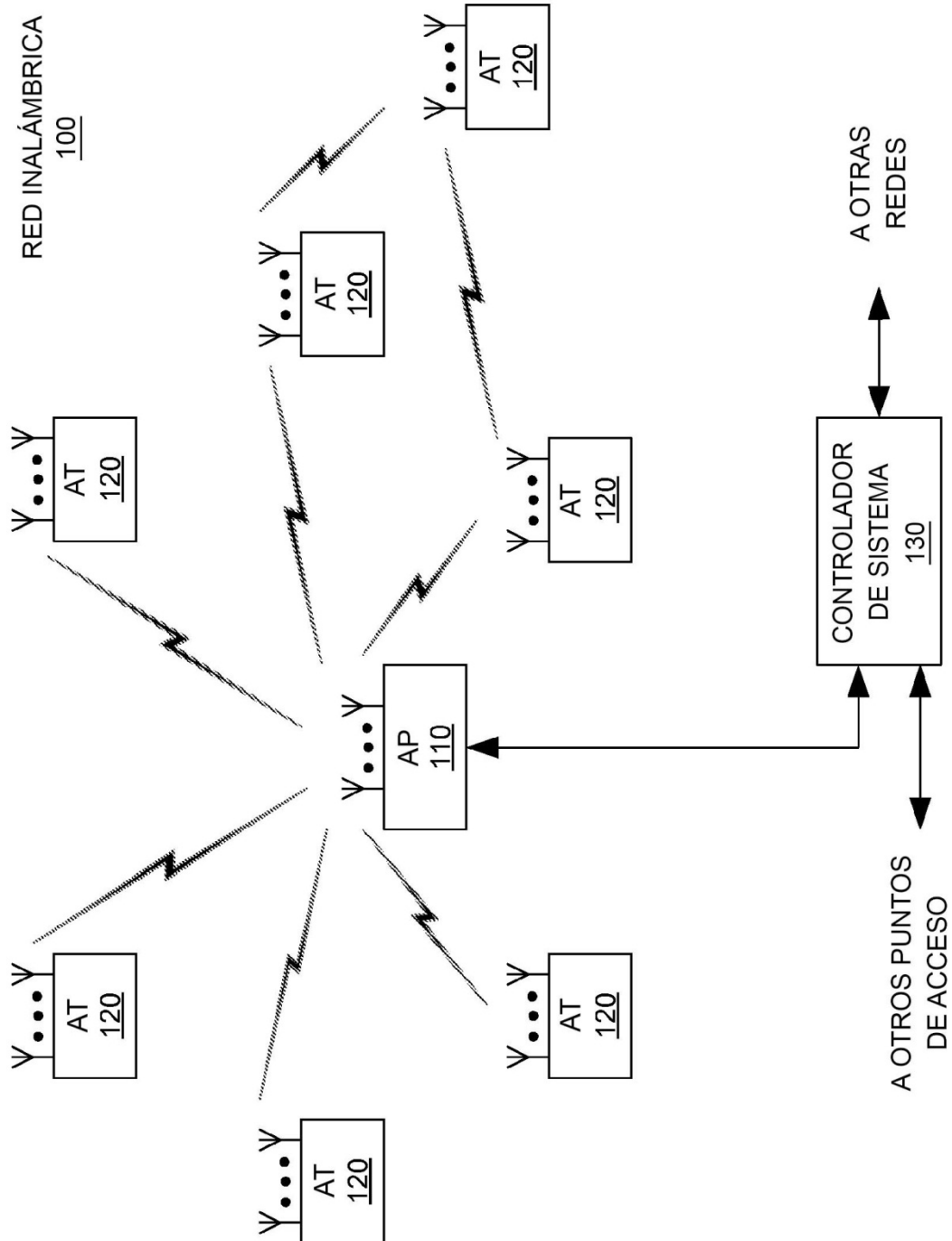


FIG. 1

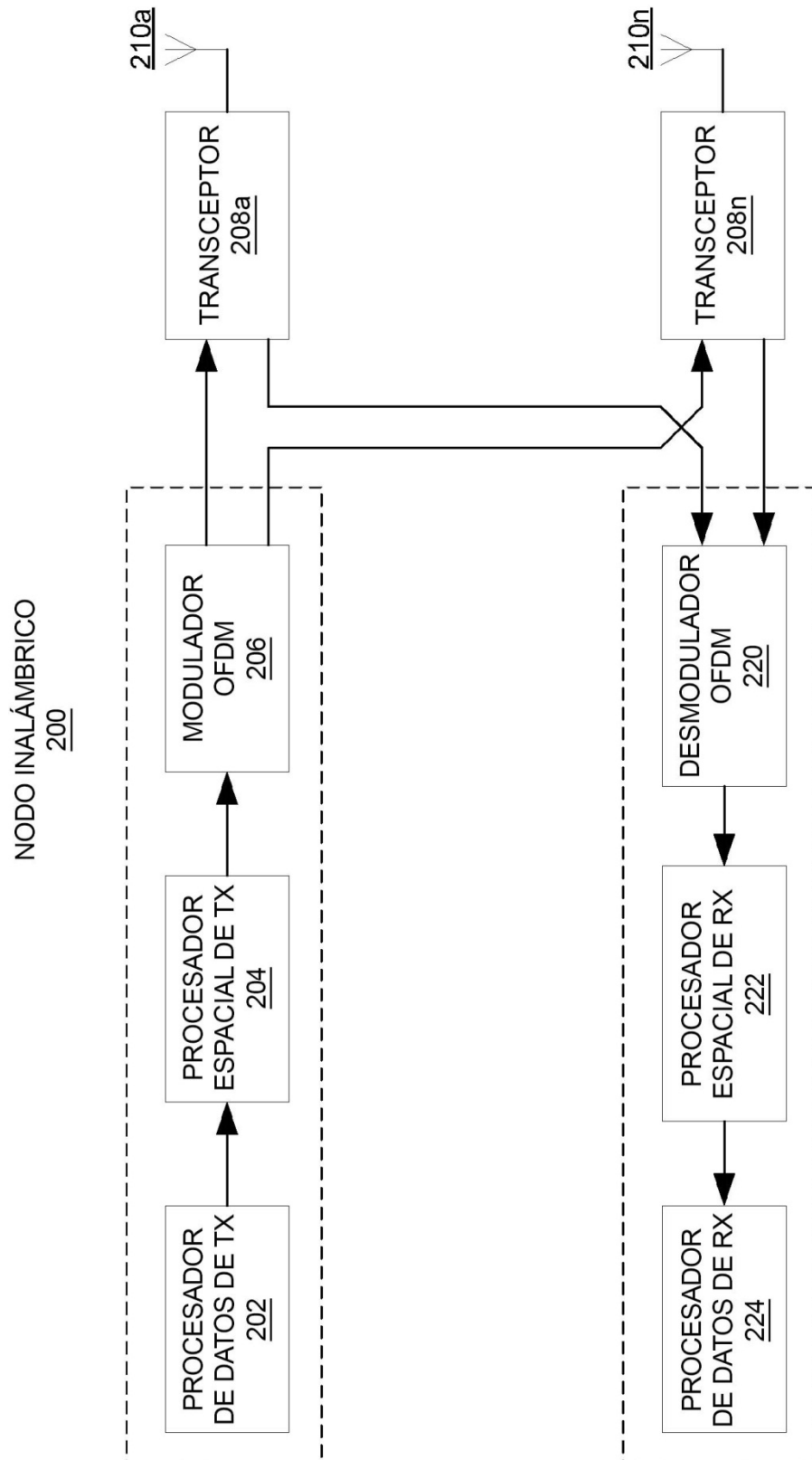


FIG. 2

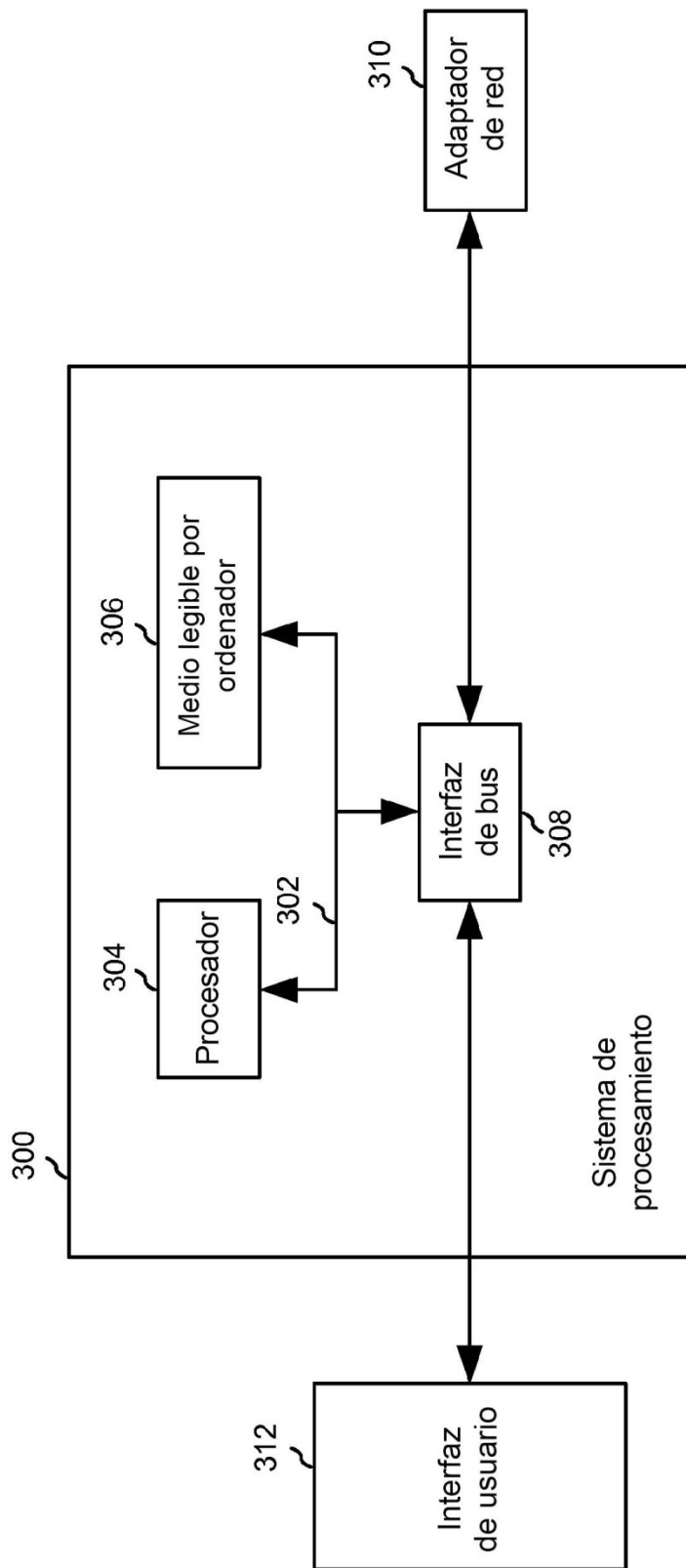


FIG. 3

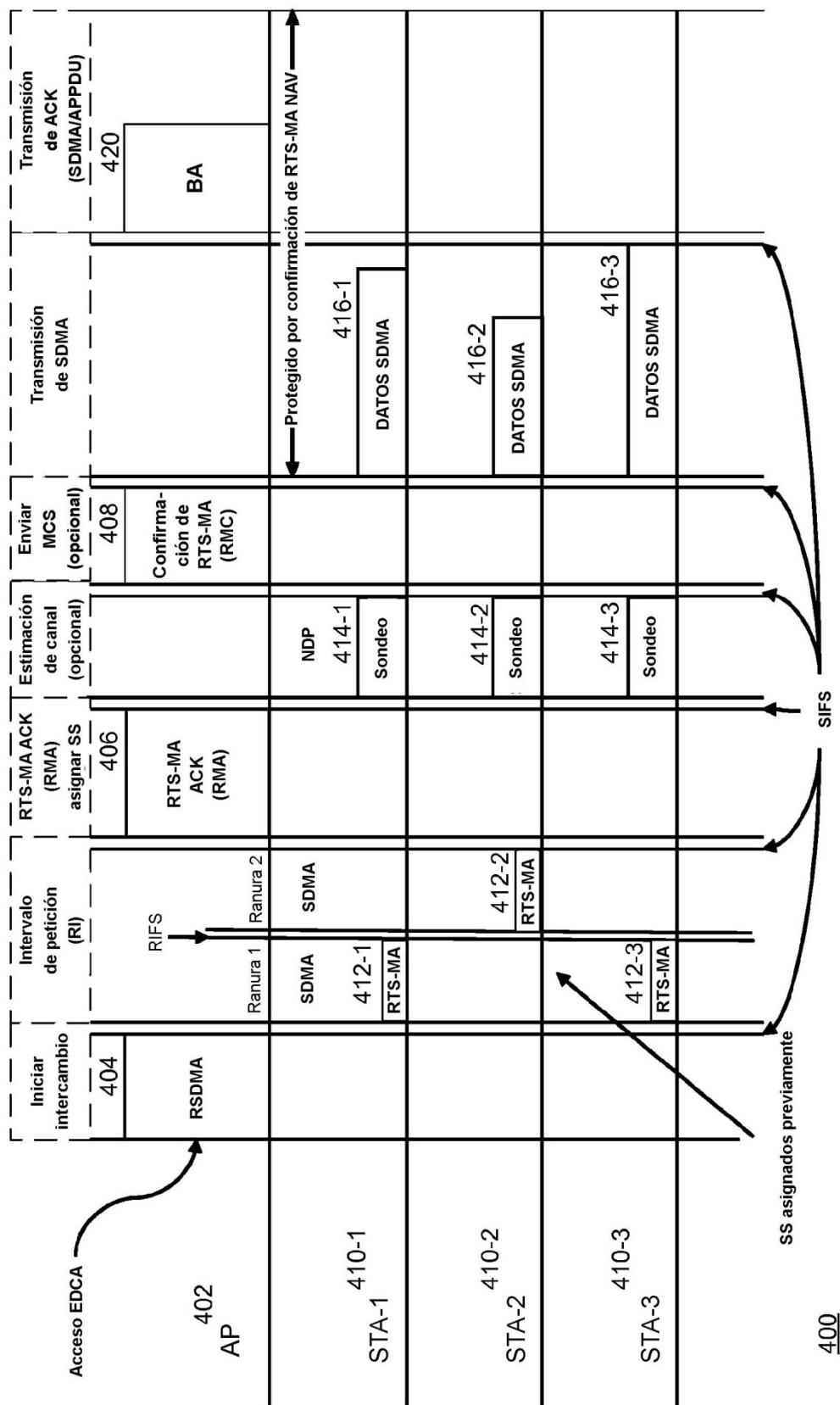
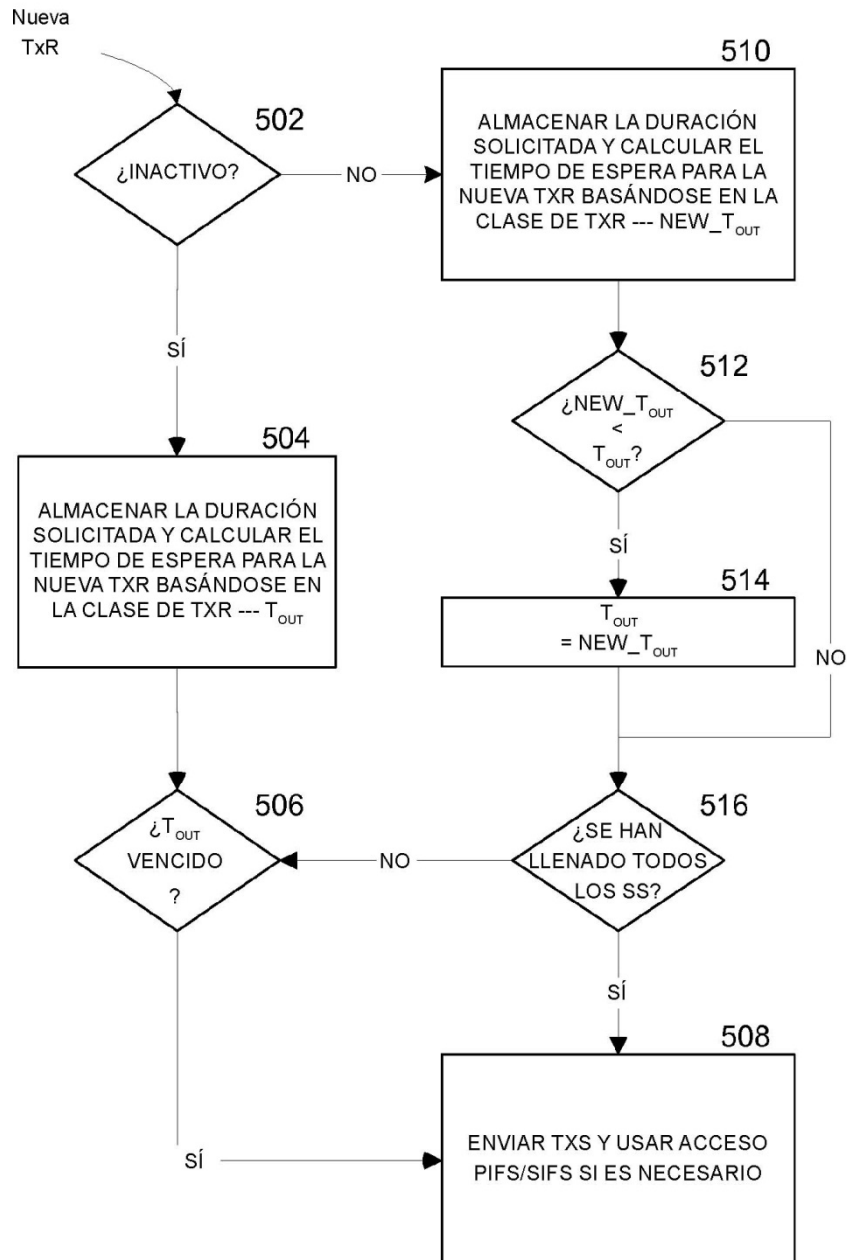


FIG. 4

500**FIG. 5**

600

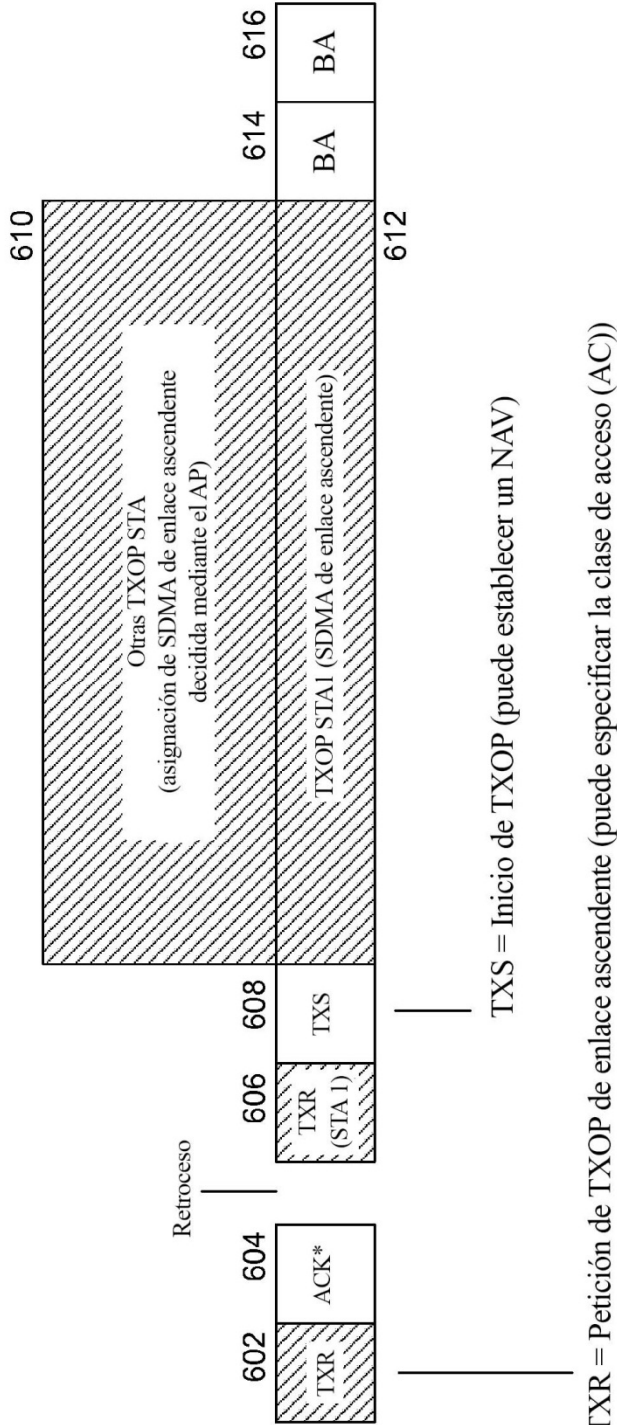


FIG. 6

700

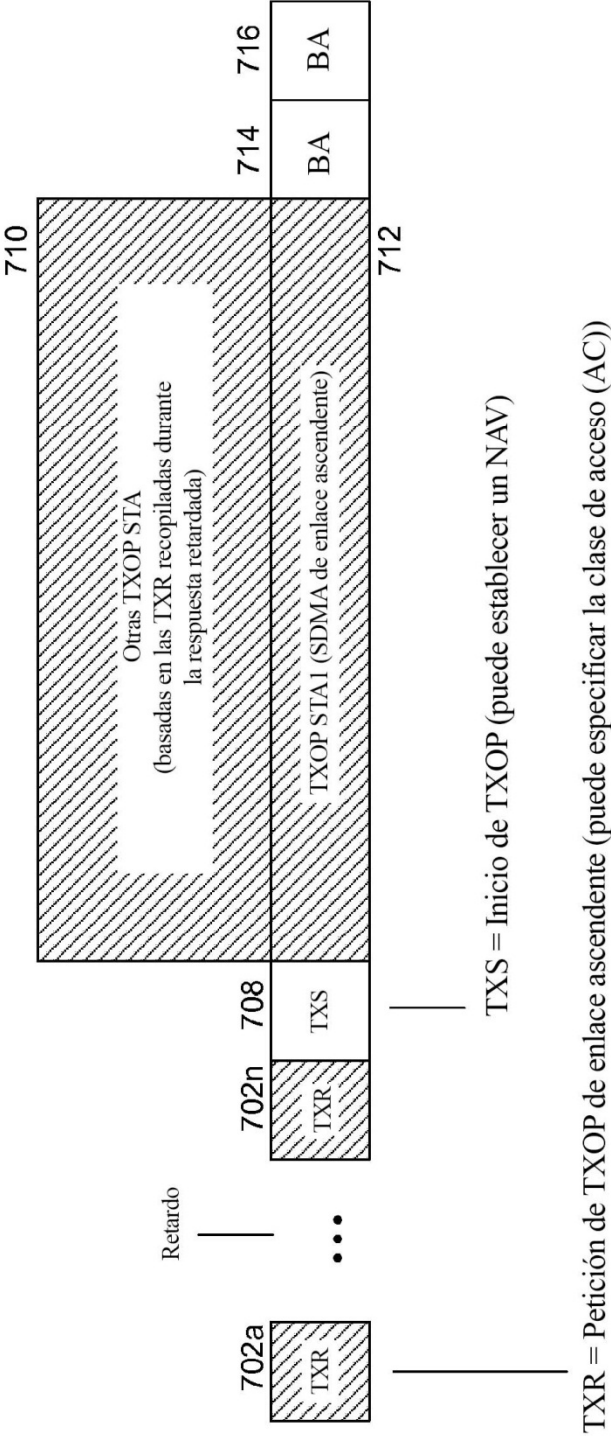


FIG. 7

800

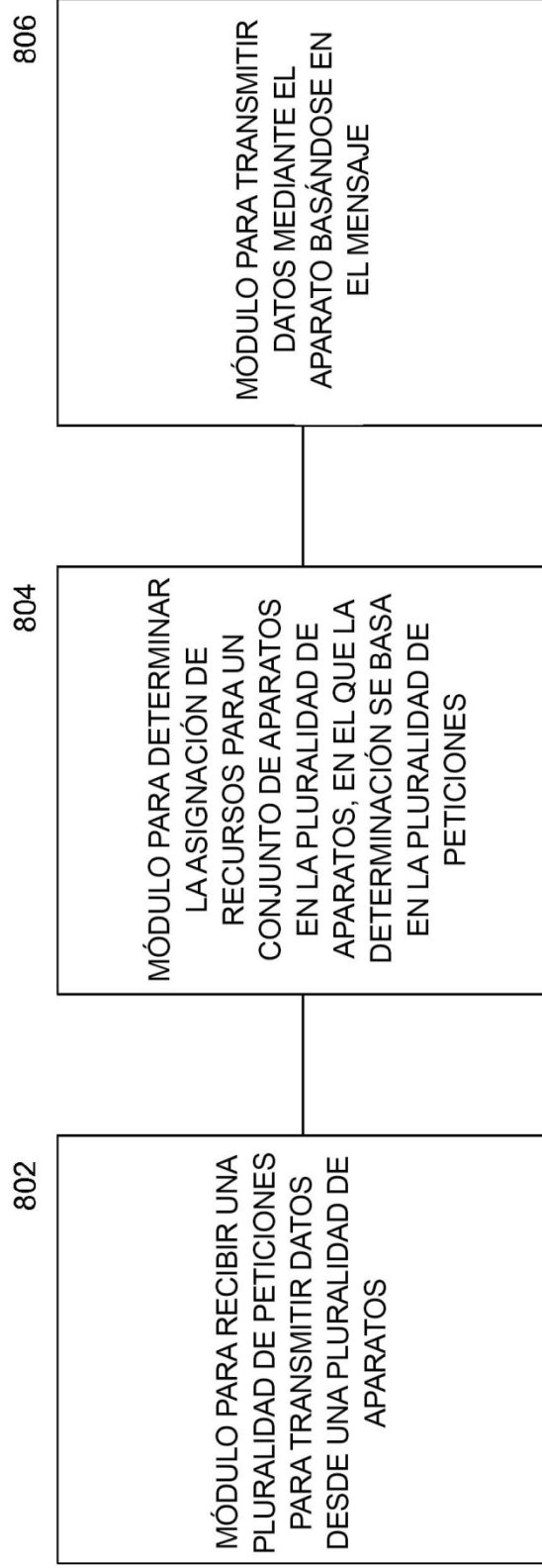


FIG. 8

900

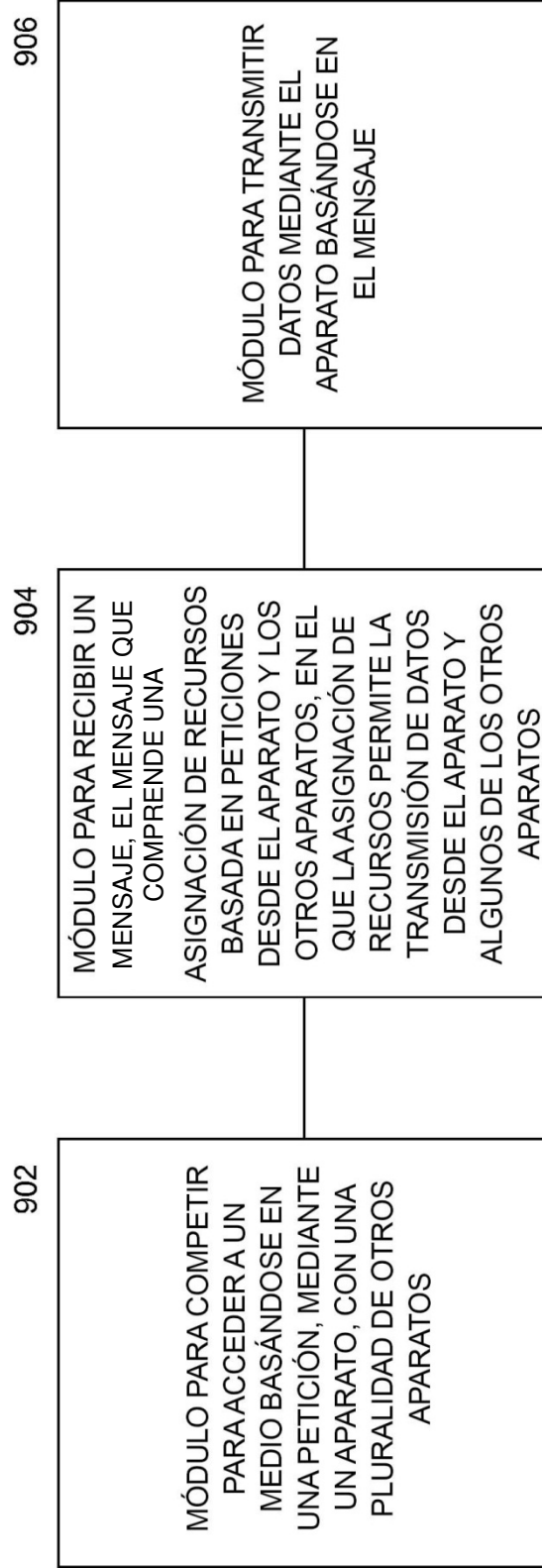


FIG. 9