(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 369 341**

(51) Int. CI.:
H04L 12/56 (2006.01)
H04L 12/66 (2006.01)
H04L 29/06 (2006.01)
H04W 52/38 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **10176962 .8**
(96) Fecha de presentación: **15.10.2004**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2267956**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **29.12.2010**

(54) Título: **CONTROL DE ACCESO AL MEDIO DE ALTA VELOCIDAD CON INTEROPERABILIDAD CON UN SISTEMA HEREDADO.**

(30) Prioridad:
15.10.2003 US 511750 P 15.10.2003 US 511904 P
21.10.2003 US 513239 P 01.12.2003 US 526356 P
01.12.2003 US 526347 P 23.12.2003 US 532791 P
18.02.2004 US 545963 P 02.06.2004 US 576545 P
08.07.2004 US 586841 P 11.08.2004 US 600960 P
13.10.2004 US 964330

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.11.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.11.2011

(73) Titular/es:
Qualcomm Incorporated
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

(72) Inventor/es:
Walton, Rodney. J;
Ketchum, John. W y
Nanda, Sanjiv

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Control de acceso al medio de alta velocidad con interoperabilidad con un sistema heredado

Antecedentes

Campo

La presente invención se refiere en general a comunicaciones y más específicamente al control de acceso al medio.

Antecedentes

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas están ampliamente desplegados para proporcionar varios tipos de comunicación tal como voz y datos. Un sistema, o red, de datos inalámbrico típico proporciona acceso a múltiples usuarios a uno o más recursos compartidos. Un sistema puede usar una variedad de técnicas de acceso múltiple tales como el Multiplexado por División de Frecuencia (FDM), Multiplexado por División de Tiempo (TDM), Multiplexado por División de Código (CDM) y otros.

Los ejemplos de redes inalámbricas incluyen los sistemas de datos basados en células. Los siguientes son varios de tales ejemplos: (I) el "TIA/EIA-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System" (la norma IS-95), (2) la norma ofrecida por un consorcio denominado "Proyecto de Asociación para la Tercera Generación" (3GPP) y realizado en un conjunto de documentos que incluye los documentos Nº 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213 y 3G TS 25.214 (la norma W-CDMS), (3) la norma ofrecida por un consorcio denominado "Proyecto 2 de Asociación para la Tercera Generación" (3GPP2) y realizado en "TR-45. 5 Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems" (la Norma IS-2000) y (4) el sistema de alta velocidad de datos (HDR) de acuerdo con la norma TIA/EIA/IS-856 (la norma IS-856).

Otros ejemplos de sistemas inalámbricos incluyen las Redes de Área Local Inalámbrica (WLAN) tales como las normas IEEE 802.11 (i. e. 802.11 (a), (b) o (g)). Se pueden conseguir mejoras sobre estas redes en el despliegue de una WLAN de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO) que comprenden técnicas de modulación de Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM). La IEEE 802.11 (e) se ha introducido para mejorar algunos de los inconvenientes de las normas 802.11 previas.

Según han ido avanzando los diseños de sistemas inalámbricos, han estado disponibles velocidades de datos más elevadas. Las velocidades de datos más elevadas han abierto la posibilidad de aplicaciones avanzadas, entre las que están la voz, video, transferencia de datos rápida y varias otras aplicaciones. Sin embargo, varias aplicaciones pueden tener requisitos diferentes para sus respectivas transferencias de datos. Muchos tipos de datos tienen unos requisitos de productividad y latencia o necesitan alguna garantía de Calidad de Servicio (QoS). Sin gestión de recursos, la capacidad del sistema se puede reducir y el sistema puede no funcionar eficientemente.

Los protocolos de Control de Acceso al Medio (MAC) se usan comúnmente para asignar un recurso de comunicación compartido entre un número de usuarios. Los protocolos MAC comúnmente interrelacionan capas más altas con las capas físicas usadas para transmitir y recibir datos. Para beneficiarse de un aumento en las velocidades de datos, se debe diseñar un protocolo de MAC para utilizar los recursos compartidos de modo eficiente. Esto es deseable en general para mantener la interoperabilidad con normas de comunicación alternativas o heredadas. Por lo tanto hay una necesidad en la técnica de un procesamiento del MAC para un uso eficiente de sistemas de alta productividad. Hay una necesidad adicional en la técnica para que dicho procesamiento del MAC sea compatible hacia atrás con los diversos tipos de sistemas heredados.

La Patente de Estados Unidos Nº 6.587.441 desvela un procedimiento y aparato para el transporte de datos a través de una red inalámbrica gestionada usando un protocolo de comunicación único. La Patente Europea Nº 6.587.441 desvela el traspaso de llamadas inalámbricas entre sistemas que soportan modelos de llamadas por circuitos y en paquetes.

Sumario

La presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para la gestión de la interoperabilidad mediante un punto de acceso con sistemas de comunicación inalámbrica heredados como se define en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones desveladas en el presente documento enfocan la necesidad de un procesamiento MAC para un uso eficiente de sistemas de alta productividad y que sea compatible hacia atrás con los varios tipos de sistemas heredados. En un aspecto se transmite una primera señal de acuerdo con un formato de transmisión heredado para reservar una parte de un medio compartido y la comunicación de acuerdo con un segundo formato de transmisión transcurre durante la parte reservada.

En otro aspecto, un dispositivo de comunicación puede competir por el acceso en un sistema heredado y comunicar a continuación de acuerdo con una nueva clase de protocolo de comunicación con uno o más dispositivos de comunicación remotos durante el periodo de acceso. En otro aspecto, un dispositivo puede solicitar el acceso a un medio compartido de acuerdo con un protocolo heredado y, tras conseguir el acceso, el dispositivo puede comunicar

con una o más estaciones remotas (o facilitar la comunicación entre dos o más estaciones remotas) de acuerdo con un nuevo protocolo.

En otro aspecto, un punto de acceso de nueva clase asigna un periodo libre de competición y un periodo de competición, una parte del periodo libre de competición asignado a la comunicación de acuerdo con una nueva clase de protocolo y una segunda parte del periodo libre de competición asignado opcionalmente a la comunicación de acuerdo con un protocolo de comunicación heredado. El período de competición puede usar cualquiera de los protocolos o una combinación de ambos. Se presentan también diversos otros aspectos.

Breve descripción de los dibujos

La FIGURA 1 es una realización de ejemplo de un sistema que incluye una WLAN de alta velocidad;

la FIGURA 2 representa una realización de ejemplo de un dispositivo de comunicación inalámbrica, que se puede configurar como un punto de acceso o terminal de usuario;

la FIGURA 3 representa parámetros de espaciado entre tramas 802.11;

la FIGURA 4 representa un ejemplo del segmento de transmisión de la capa física (PHY) que ilustra el uso de un DIPS más un tiempo de inactividad para un acceso de acuerdo con la DCF;

la FIGURA 5 representa un ejemplo del segmento de transmisión de la capa física (PHY) que ilustra el uso de un SIFS antes de ACK, con una prioridad más alta que un acceso DIFS;

la FIGURA 6 ilustra la segmentación de grandes paquetes en fragmentos más pequeños con un SIFS asociado;

la FIGURA 7 representa un ejemplo del segmento de transmisión de la capa física (PHY) que ilustra una TXOP con acuse de recibo por trama;

la FIGURA 8 que ilustra una TXOP con acuse de recibo en bloque;

la FIGURA 9 representa un ejemplo del segmento de transmisión de la capa física (PHY) que ilustra una TXOP consultado usando un HCCA;

la FIGURA 10 es una realización de ejemplo de una TXOP que incluye múltiples transmisiones consecutivas sin ningún espacio;

la FIGURA 11 representa una realización de ejemplo de una TXOP que ilustra la reducción de la cantidad de transmisión de preámbulos requerida;

la FIGURA 12 representa una realización de ejemplo del procedimiento para la incorporación de varios aspectos, incluyendo la consolidación de preámbulos, la eliminación de espacios tales como el SIFS y la inserción de GIF según sea apropiado;

la FIGURA 13 representa un ejemplo del segmento de transmisión de la capa física (PHY) que ilustra consultas consolidadas y sus respectivos TXOP;

la FIGURA 14 representa una realización de ejemplo de un procedimiento para la consolidación de consultas;

la FIGURA 15 ilustra una trama de MAC de ejemplo;

la FIGURA 16 ilustra una PDU de MAC de ejemplo;

la FIGURA 17 representa una comunicación entre iguales de ejemplo;

la FIGURA 18 representa una ráfaga de la capa física de técnicas anteriores;

la FIGURA 19 representa una ráfaga de la capa física de ejemplo, que se puede desplegar para la transmisión entre iguales;

la FIGURA 20 representa una realización de ejemplo de una trama de MAC que incluye un segmento opcional ad hoc;

la FIGURA 21 representa una ráfaga de capa física de ejemplo;

la FIGURA 22 representa un procedimiento de ejemplo para la transmisión de datos entre iguales;

la FIGURA 23 representa un procedimiento de ejemplo para la comunicación entre iguales;

la FIGURA 24 representa un procedimiento de ejemplo para proporcionar realimentación de velocidad para su uso en la conexión entre iguales;

la FIGURA 25 ilustra una conexión entre iguales gestionada entre dos estaciones y un punto de acceso;

la FIGURA 26 ilustra una conexión entre iguales en base a competición (o ad hoc);

la FIGURA 27 representa una trama de MAC de ejemplo que ilustra la comunicación entre iguales gestionada entre estaciones;

la FIGURA 28 ilustra el soporte tanto de estaciones heredadas como de nueva clase en la misma asignación de frecuencias;

la FIGURA 29 ilustra la combinación de control de acceso al medio heredado y de nueva clase;

la FIGURA 30 representa un procedimiento de ejemplo para conseguir una oportunidad de transmisión;

la FIGURA 31 representa un procedimiento de ejemplo para compartir una FA única con múltiples BSS;

la FIGURA 32 ilustra BSS solapados usando una FA única;

la FIGURA 33 representa un procedimiento de ejemplo para la realización de comunicaciones entre iguales a alta velocidad mientras interopera con un BSS heredado;

la FIGURA 34 ilustra una comunicación entre iguales usando técnicas MIMO mediante la competición para acceso en una BSS heredada;

la FIGURA 35 representa el encapsulado de una o más tramas (o fragmentos) de MAC dentro de una trama agregada;

la FIGURA 36 representa una trama de MAC heredada;

la FIGURA 37 ilustra una trama no comprimida de ejemplo;

la FIGURA 38 ilustra una trama comprimida de ejemplo;

la FIGURA 39 ilustra otra trama comprimida de ejemplo;

la FIGURA 40 ilustra una Cabecera de Agregación de ejemplo;

la FIGURA 41 ilustra una realización de ejemplo de una Trama de Período de Acceso Planificado (SCAP) para su uso en el ACF;

la FIGURA 42 ilustra cómo se puede usar el SCAP en conjunto con HCCA y EDCA;

la FIGURA 43 ilustra intervalos de Balizamiento que comprenden un número de SCAP intercalados con períodos de acceso basados en la competición;

la FIGURA 44 ilustra una operación de baja latencia con un gran número de STA de MIMO;

la FIGURA 45 ilustra un mensaje SCHED de ejemplo;

la FIGURA 46 representa un campo de gestión de potencia de ejemplo;

la FIGURA 47 representa un campo MAP de ejemplo;

la FIGURA 48 ilustra tramas de control SCHED de ejemplo para asignación de TXOP;

la FIGURA 49 representa una PPDU 802.11 heredada;

la FIGURA 50 representa un formato de PPDU de MIMO de ejemplo para transmisiones de datos;

la FIGURA 51 representa una PPDU de SCHED de ejemplo;

la FIGURA 52 representa una PPDU de FRACH de ejemplo y

la FIGURA 53 ilustra una realización alternativa de un procedimiento de interoperabilidad con sistemas heredados.

Descripción detallada

Se describen en el presente documento realizaciones de ejemplo que soportan una operación altamente eficiente en conjunto con capas físicas de velocidad de bits muy alta para una LAN inalámbrica (o aplicaciones similares que usen las tecnologías de transmisión recientemente emergentes). Las WLAN de ejemplo soportan velocidades de bits por encima de 100 Mbps (millones de bits por segundo) en anchos de banda de 20 MHz.

Varias realizaciones de ejemplo mantienen la simplicidad y robustez de la operación de coordinación distribuida de sistemas WLAN heredados, ejemplos de los cuales se encuentran en 802.11 (a-e). Se pueden conseguir las ventajas de las variadas realizaciones mientras se mantiene la compatibilidad hacia atrás con tales sistemas heredados. (Nótese que, en la descripción a continuación, los sistemas 802.11 se describen como sistemas heredados de ejemplo. Los expertos en la técnica reconocerán que son compatibles las mejoras con sistemas y normas alternativas).

Una WLAN de ejemplo puede comprender una pila de protocolos de subred. La pila de protocolos de subred puede soportar alta velocidad de datos, mecanismos de transporte de la capa física de alto ancho de banda en general, que incluyen, pero sin limitarse a, aquellos basados en la modulación OFDM, técnicas de modulación de portadora única, sistemas que usan antenas múltiples de transmisión y múltiples de recepción (sistemas Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO), que incluyen sistemas de Múltiple Entrada Única Salida (MISO)) para una operación de alta eficiencia en el ancho de banda, sistemas que usan antenas de transmisión y recepción múltiples en conjunto con técnicas de multiplexado espacial para transmitir datos a o desde múltiples terminales de usuarios durante el mismo intervalo de tiempo y sistemas que usan técnicas de acceso múltiple por división de código (CDMA) que permiten transmisiones simultáneamente para múltiples usuarios. Los ejemplos alternativos incluyen sistemas de Entrada Simple Salida Múltiple (SIMO) y Entrada Simple Salida Simple (SISO).

Se exponen una o más realizaciones de ejemplo descritas en el presente documento en el contexto de un sistema inalámbrico de comunicación de datos. Mientras que el uso dentro de este contexto es ventajoso, se pueden incorporar diferentes realizaciones de la invención en diferentes entornos o configuraciones. En general, los varios sistemas descritos en el presente documento se pueden formar usando procesadores controlados por software, circuitos integrados o lógica discreta. Los datos, instrucciones, comandos, información, señales, símbolos y chips a los que se puede hacer referencia a todo lo largo de la presente solicitud se representan ventajosamente por tensiones, intensidades, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas o una combinación de los mismos. Además, los bloques mostrados en cada diagrama de bloques pueden representar hardware o etapas de procedimientos. Las etapas de procedimientos se pueden intercambiar sin apartarse del ámbito de la presente invención. La expresión “de ejemplo” se usa en el presente documento para indicar que “sirve como un ejemplo, caso o ilustración”. Cualquier realización descrita en el presente documento como “de ejemplo” no se debe interpretar necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones.

La FIGURA 1 es una realización de ejemplo del sistema 100, que comprende un punto de acceso (AP) 104 conectado a uno o más terminales de usuario (UT) 106A - N. De acuerdo con la terminología 802. 11, en el presente documento el AP y el UT son también denominados como estaciones o STA. El AP y los UT comunican a través de la Red de Área Local Inalámbrica (WLAN) 120. En la realización de ejemplo, la WLAN 120 es un sistema de OFDM de MIMO de alta velocidad. Sin embargo, la WLAN 120 puede ser cualquier LAN inalámbrica. El punto de acceso 104 comunica con cualquier número de dispositivos externos o procesos a través de la red 102. La red 102 puede ser la Internet, una intranet o cualquier otra red cableada, inalámbrica u óptica. La conexión 110 transporta las señales de la capa física desde la red al punto de acceso 104. Los dispositivos o procesos se pueden conectar a la red 102 o como UT (o por medio de las conexiones de los mismos) en la WLAN 120. Ejemplos de dispositivos que se pueden conectar tanto a la red 102 como a la WLAN 120 incluyen teléfonos, Asistentes Digitales Personales (PDA), ordenadores de varios tipos (portátiles, ordenadores personales, estaciones de trabajo, terminales de cualquier tipo), dispositivos de video tales como cámaras, cámaras grabadoras, webcams y virtualmente cualquier otro tipo de dispositivo de datos. Los procesos pueden incluir la voz, el video, comunicaciones de datos, etc. Las varias transmisiones continuas de datos pueden tener requisitos de transmisión variables, que pueden acomodarse mediante el uso de técnicas variables de Calidad de Servicio (QoS).

El sistema 100 se puede desplegar con un AP 104 centralizado. Todos los UT 106 comunican con el AP en una realización de ejemplo. En una realización alternativa, la comunicación directa entre iguales entre dos UT se puede acomodar, con modificaciones al sistema, como será evidente para los expertos en la técnica, cuyos ejemplos se ilustran a continuación. El acceso puede ser gestionado por un AP, o ad hoc (es decir en base a la competición), como se detalla a continuación.

En una realización, el AP 104 proporciona una adaptación a Ethernet. En este caso, se puede desplegar un enrutador IP además del AP para proporcionar una conexión a la red 102 (no se muestran detalles). Las tramas Ethernet se pueden transferir entre el enrutador y los UT 106 a través de la subred WLAN (detallada a continuación). La adaptación y la conectividad Ethernet son bien conocidas en la técnica.

En una realización alternativa, el AP 104 proporciona una Adaptación IP. En este caso, el AP actúa como un enrutador de pasarela para el conjunto de UT conectados (no se muestran detalles). En este caso, los datagramas IP se pueden enrutar por el AP 104 a y desde los UT 106. La adaptación IP y la conectividad son bien conocidas en la técnica.

La FIGURA 2 representa una realización de ejemplo de un dispositivo de comunicación inalámbrico, que se puede configurar como un punto de acceso 104 o un terminal de usuario 106. Una configuración de punto de acceso 104 se muestra en la FIGURA 2. El transceptor 210 recibe y transmite sobre la conexión 110 de acuerdo con los requisitos de la capa física de la red 102. Los datos desde o a los dispositivos o aplicaciones conectadas a la red

102 se proporcionan a un procesador de MAC 220. Estos datos se denominan en el presente documento como flujos 260. Los flujos pueden tener características diferentes y pueden requerir un procesamiento diferente en base al tipo de aplicación asociada con el flujo. Por ejemplo, se puede caracterizar el video o la voz como flujos de baja latencia (teniendo en general el video unos requisitos de rendimiento superiores a la voz). Muchas aplicaciones de datos son menos sensibles a la latencia, pero pueden tener unos requisitos de integridad de datos más elevados (por ejemplo, la voz puede ser tolerante a algunas pérdidas de paquetes, la transferencia de archivos es en general intolerante a la pérdida de paquetes).

El procesador de MAC 220 recibe flujos 260 y los procesa para su transmisión sobre la capa física. El procesador de MAC 220 recibe también datos de la capa física y procesa los datos para formar paquetes para los flujos salientes 260. El control y señalización internos se comunican también entre el AP y los UT. Las unidades de datos del protocolo de MAC (PDU de MAC), también denominadas Unidades de Datos de Protocolo de la Capa Física (PHY) (PPDU) o tramas (en el lenguaje 802.11), se proporcionan a y se reciben desde el transceptor LAN inalámbrico 240 en la conexión 270. Las técnicas de ejemplo para la conversión de los flujos y comandos a las PDU de MAC, y viceversa, se detallan a continuación. Las realizaciones alternativas pueden emplear cualquier técnica de conversión. Se puede devolver una realimentación 280 que corresponde a las varias ID del MAC desde la capa física (PHY) 240 al procesador de MAC 220 para varias finalidades. La realimentación 260 puede comprender cualquier información de la capa física, incluyendo velocidades soportables por los canales (incluyendo canales de emisión múltiple así como de emisión única), formato de modulación y varios otros parámetros.

En una realización de ejemplo, la capa de Adaptación (ADAP) y la capa de Control del Enlace de Datos (DLC) se realizan en el procesador de MAC 220. La capa física (PHY) se realiza en el transceptor LAN inalámbrico 240. Los expertos en la técnica reconocerán que la segmentación de las diversas funciones se puede realizar en cualquiera de una variedad de configuraciones. El procesador de MAC 220 puede realizar parte o todo el procesamiento de la capa física. Un transceptor LAN inalámbrico debe incluir un procesador para la realización del procesamiento del MAC o subpartes del mismo. Se puede desplegar cualquier número de procesadores, hardware de propósito especial o combinaciones de los mismos.

El procesador de MAC 220 puede ser un microprocesador de finalidad general, un procesador de señal digital (DSP) o un procesador de finalidad especial. El procesador de MAC 220 se puede conectar con hardware de finalidad especial para ayudar en las varias tareas (no se muestran detalles). Se pueden ejecutar varias aplicaciones en procesadores conectados externamente, tales como un ordenador conectado externamente o a través de una conexión de red, pueden ejecutarse en cualquier procesador adicional dentro del punto de acceso 104 (no mostrado) o puede ejecutarse en un procesador de MAC 220 en sí. El procesador de MAC 220 se muestra conectado con la memoria 255, que se puede usar para almacenamiento de datos así como de instrucciones para la realización de los varios procedimientos y métodos descritos en el presente documento. Los expertos en la técnica reconocerán que la memoria 255 se puede componer de uno o más componentes de memoria de varios tipos, que pueden estar integrados totalmente o en parte dentro del procesador de MAC 220.

Además de almacenamiento de instrucciones y datos para la realización de las funciones descritas en el presente documento, la memoria 255 puede usarse también para el almacenamiento de datos asociados con varias colas.

El transceptor LAN inalámbrico 240 puede ser cualquier tipo de transceptor. En una realización de ejemplo, el transceptor LAN inalámbrico 240 es un transceptor OFDM, que se puede operar con una interfaz MIMO o MISO. OFDM, MIMO y MISO son conocidos para los expertos en la técnica. Varios transceptores OFDM, MIMO y MISO de ejemplo se detallan en la Solicitud de Patente de Estados Unidos pendiente junto con la presente Nº de Serie 10/650.295, titulada “FREQUENCY-INDEPENDENT SPATIAL-PROCESSING FOR WIDEBAND MISO AND MIMO SYSTEMS”, presentada el 27 de agosto de 2003, asignada al asignatario de la presente invención. Las realizaciones alternativas pueden incluir sistemas SIMO o SISO.

El transceptor LAN inalámbrico 240 se muestra conectado con las antenas 250 A-N. Se puede soportar cualquier número de antenas en varias realizaciones. Las antenas 250 se pueden usar para transmitir y recibir en la WLAN 120.

El transceptor LAN inalámbrico 240 puede comprender un procesador espacial conectado a cada una de las una o más antenas 250. El procesador espacial puede procesar los datos para la transmisión independientemente para cada antena o procesar conjuntamente las señales recibidas en todas las antenas. Los ejemplos de procesamiento independiente se pueden basar en estimaciones de canal, realimentación desde el UT, inversión de canal o una variedad de otras técnicas conocidas en la técnica. El procesamiento se realiza usando cualquiera de una variedad de técnicas de procesamiento espacial. Varios transceptores de este tipo pueden usar conformación de haz, y direccionamiento del haz, direccionamiento eigen u otras técnicas espaciales para aumentar el rendimiento a y desde un terminal de usuario dado. En una realización de ejemplo, en la que se transmiten símbolos OFDM, el procesador espacial puede comprender procesadores subespaciales para el procesamiento de cada uno de los subcanales OFDM, o bins.

En un sistema de ejemplo, el AP tiene N antenas y un UT de ejemplo puede tener M antenas. Hay por ello M x N trayectos entre las antenas del AP y los UT. Son conocidas en la técnica una variedad de técnicas espaciales para la

mejora del rendimiento usando estos múltiples trayectos. En un sistema de Diversidad de Transmisión de Tiempo y Espacio (STTD) (también denominado en el presente documento como “diversidad”), los datos de transmisión se forman y codifican y envían a través de todas las antenas como una única transmisión continua de datos. Con M antenas transmisoras y N antenas receptoras puede haber MIN(M, N) canales independientes que se pueden formar. El multiplexado espacial explota estos trayectos independientes y puede transmitir datos diferentes en cada uno de los trayectos independientes, para aumentar la velocidad de transmisión.

Son conocidas varias técnicas para el aprendizaje o adaptación de las características del canal entre el AP y un UT. Se pueden transmitir pilotos únicos desde cada antena transmisora. Los pilotos se reciben y miden en cada antena receptora. Se puede devolver entonces la realimentación de información de estado del canal al dispositivo transmisor para su uso en la transmisión. Se puede realizar una descomposición eigen de la matriz de canal medida para determinar los modos eigen del canal. Una técnica alternativa, para evitar la descomposición eigen de la matriz del canal en el receptor, es usar el redireccionamiento eigen del piloto y datos para simplificar el procesamiento espacial en el receptor.

Por ello, dependiendo de las condiciones del canal actuales, pueden estar disponibles varias velocidades de datos para la transmisión a varios terminales de usuario a través del sistema. En particular, el enlace específico entre el AP y cada UT puede tener un rendimiento superior que un enlace de difusión múltiple o emisión que se puede compartir desde el AP a más de un UT. Ejemplos de esto se detallan adicionalmente a continuación. El transceptor LAN inalámbrico 240 puede determinar la velocidad soportable en base a cualquiera que sea el procesamiento espacial que se esté usando para el enlace físico entre el AP y el UT. Esta información se puede realimentar en la conexión 280 para su uso en el procesamiento del MAC.

El número de antenas se puede desplegar dependiendo de las necesidades de datos de los UT así como el tamaño y factor de forma. Por ejemplo, una visualización de video en alta definición puede incluir, por ejemplo, cuatro antenas, debido a sus requisitos de alto ancho de banda, mientras que un PDA puede quedar satisfecho con dos. Un punto de acceso de ejemplo puede tener cuatro antenas.

Un terminal de usuario 106 se puede desplegar de una forma similar al punto de acceso 104 representado en la FIGURA 2. En lugar de tener flujos 260 que conectan con un transceptor LAN (aunque un UT puede incluir un transceptor así, tanto cableado como inalámbrico), los flujos 260 se reciben en general desde o son proporcionados a una o más aplicaciones o procesos que funcionan en el UT o en un dispositivo conectado con el mismo. Los niveles más altos conectados tanto al AP 104 como al UT106 pueden ser de cualquier tipo. Las capas descritas en el presente documento son solamente ilustrativas.

MAC 802.11 heredado

Como se ha mencionado anteriormente, se pueden desplegar varias realizaciones detalladas en el presente documento de modo que sean compatibles con sistemas heredados. El conjunto de características IEEE 802.11 (e) (que a su vez es compatible hacia atrás con normas 802.11 anteriores), incluye varias características que se resumirán en esta sección, junto con características introducidas en normas anteriores. Para una descripción detallada de estas funciones, se hace referencia a la norma IEE 802.11 respectiva.

El MAC de la 802. 11 consiste en un Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Evasión de Colisiones (CSMA/CA) en base a la Función de Coordinación Distribuida (DCF) y una Función de Coordinación Puntual (PCF). La DCF permite un acceso del medio sin control central. La PCF se despliega en un AP para proporcionar un control central. La DCF y la PCF utilizan varios espacios entre transmisiones consecutivas para evitar colisiones. Las transmisiones se denominan como tramas y un hueco entre tramas se denomina como Espacio Entre Tramas (IFS). Las tramas pueden ser tramas de datos de usuario, tramas de control o tramas de gestión.

Las duraciones del tiempo de espaciado entre tramas varían dependiendo del tipo de espacio insertado. La FIGURA 3 representa los parámetros del espaciado entre tramas 802.11: un Espaciado Entre Tramas Corto (SIFS), un Espaciado Entre Tramas Puntual (PIFS) y un Espaciado Entre Tramas DCF (DIFS). Nótese que SIFS < PIFS < DIFS. Por ello, una transmisión a continuación de una duración de tiempo más corta tendrá una prioridad más alta que una que deba esperar más tiempo antes de intentar acceder al canal.

De acuerdo con la característica de detección de portadoras (CSMA) del CSMA/CA, una estación (STA) puede obtener acceso al canal después de detectar que el canal está inactivo durante el menos una duración DIFS. (Como se usa en el presente documento, el término STA se puede referir a cualquier estación que accede a una WLAN, y puede incluir puntos de acceso así como terminales de usuario). Para evitar la colisión, cada STA espera un tiempo de inactividad seleccionado además del DIFS antes de acceder al canal. Las STA con un tiempo de inactividad más largo notarán cuando comienza una STA con prioridad más alta a transmitir en el canal y por lo tanto evitarán colisionar con esa STA. (Cada STA en espera puede reducir su tiempo de inactividad respectivo en una cantidad de tiempo de espera antes de detectar una transmisión alternativa en el canal, manteniendo de ese modo su prioridad relativa.) Por ello, a continuación de la característica de evasión de la colisión (CA) del protocolo, la STA espera inactiva un periodo aleatorio de tiempo entre [0, CW] en el que CW se elige inicialmente para que sea CWmin, pero se aumenta en un factor de dos en cada colisión, hasta un valor máximo de CWmax.

La FIGURA 4 representa el segmento de transmisión de una capa física (PHY) de ejemplo 400, que ilustra el uso de DIFS más tiempo de inactividad para el acceso de acuerdo con el DCF. Una transmisión existente 410 utiliza el canal. Cuando la transmisión 410 finaliza, en este ejemplo, no tiene lugar ningún acceso de prioridad más elevada y por tanto la nueva transmisión 420 comienza después del DIFS y el período de inactividad asociado. En la explicación a continuación, la STA que realiza la transmisión 420 se dice que ha adquirido su oportunidad de transmitir, en este caso a través de la competición.

El SIFS se usa durante una secuencia de trama en la que sólo se espera que una STA específica responda a la transmisión actual. Por ejemplo, cuando se transmite un acuse de recibo (ACK) en respuesta a una trama de datos recibida, el ACK se puede transmitir inmediatamente a continuación de los datos recibidos más el SIFS. Otra secuencia de transmisión puede usar también el SIFS entre tramas. Una trama de Solicitud de Envío (RTS) se puede seguir después de un SIFS con una trama Despejado para Enviar (CTS), a continuación los datos se pueden transmitir un SIFS después del CTS, después de lo que un ACK puede seguir a los datos tras un SIFS. Como se ha indicado, tales secuencias de tramas se intercalan con SIFS. La duración del SIFS se puede usar para (a) la detección de la energía en el canal y para determinar si se ha ido la energía (es decir el canal está despejado), (b) tiempo para decodificar el mensaje previo y determinar si una trama ACK indica que la transmisión se recibió correctamente y (c) tiempo para que los transceptores STA conmuten de recepción a transmisión y viceversa.

La FIGURA 5 representa un segmento de transmisión 500 de una capa física (PHY) de ejemplo, que ilustra el uso de los SIFS antes de un ACK, con una prioridad más alta que un acceso DIFS. Una transmisión 510 existente utiliza el canal. Cuando la transmisión 510 finaliza, en este ejemplo, un ACK 520 sigue al final de la transmisión 510 después de un SIFS. Nótese que el ACK 520 comienza antes de que expire un DIFS, por ello cualquiera otra STA que intente acceder a una transmisión no tendría éxito. En este ejemplo, después de que se complete el ACK 520, no tiene lugar ningún acceso de prioridad más alta y así comienza una nueva transmisión 530 después del DIFS y el periodo de inactividad asociado, si hay alguno.

La secuencia de tramas RTS/CTS (además de proporcionar características de control de flujo) se puede usar para mejorar la protección de la transmisión de tramas de datos. El RTS y CTS contienen información de duración para la trama de datos posterior y ACK y cualquier SIFS intercalado. Las STA que oyen bien el RTS o bien el CTS marcan la duración ocupada en su Vector de Asignación de Red (NAV) y tratan el medio como ocupado durante la duración. Típicamente, las tramas más largas que una duración especificada se protegen con RTS/CTS, mientras que las tramas más cortas se transmiten sin protección.

Se puede usar el PCF para permitir a un AP proporcionar un control centralizado del canal. Un AP puede obtener control del medio después de detectar que el medio está inactivo durante una duración de PIFS. El PFIS es más corto que el DFIS y por ello tiene una prioridad más alta que el DFIS. Una vez que el AP ha obtenido acceso al canal puede proporcionar oportunidades de acceso libre de competición a otras STA y por ello mejorar la eficiencia del MAC comparada con la DCF. Nótese que el SIFS tiene una prioridad más alta que el PIFS, de modo que la PCF debe esperar hasta que se complete cualquier secuencia SIFS antes de tomar el control del canal.

Una vez que el AP obtiene el control del medio usando el PIFS puede establecer un periodo libre de competición (CFP) durante el que el AP puede proporcionar acceso bajo consulta a las STA asociadas. La consulta libre de competición (consulta-CF), o simplemente consulta, se transmite por el AP seguida por una transmisión desde la STA consultada al AP. De nuevo, la STA debe esperar durante una duración de SIFS a continuación de la consulta-CF, aunque la STA consultada no necesita esperar durante el DIFS o cualquier tiempo de inactividad. El 802.11 (e) introdujo varias mejoras, incluyendo mejoras para la consulta, un ejemplo de los cuales se detalla adicionalmente a continuación respecto a la FIGURA 9.

El Balizamiento transmitido por el AP establece la duración del CFP. Esto es similar al uso del RTS o CTS para impedir acceso por competición. Sin embargo, pueden aún suceder problemas de terminal oculto a partir de terminales que sean incapaces de oír el Balizamiento, aunque aquellas transmisiones pueden interferir con las transmisiones planificadas por el AP. Es posible una protección adicional por medio del uso de un CTS a sí mismo por cada terminal que comienza una transmisión en el CFP.

Está permitido que se incluyan los ACK y las Consultas-CF en una trama y se pueden incluir con tramas de datos para mejorar la eficiencia del MAC. Nótese que la relación SIFS < PIFS < DIFS proporciona un mecanismo de prioridad determinista para acceso al canal. El acceso por competición entre las STA en la DCF es probabilístico basado en el mecanismo de tiempo de inactividad.

Las normas 802.11 previas previeron también el segmentado de paquetes grandes en fragmentos más pequeños. Un beneficio de tal segmentación es que el error en un segmento requiere menos retransmisión que un error en un paquete grande. Un inconveniente de la segmentación en estas normas es, para una transmisión con acuse de recibo, el requisito de la transmisión de un ACK para cada segmento, con el SIFS adicional que corresponda a las transmisiones de ACK adicionales y las transmisiones del fragmento. Esto se ilustra en la FIGURA 6. El segmento de transmisión de la capa física (PHY) de ejemplo 600 ilustra la transmisión de N segmentos y sus acuses de recibo respectivos. Se transmite la transmisión 610 existente. Al final de la transmisión 610, una primera STA espera el DIFS 620 y el tiempo de inactividad 630 para obtener acceso al canal. La primera STA transmite N fragmentos 640A

– 660N a una segunda STA, después de la cual deben transcurrir N retardos respectivos de SIFS 650A – 650N. La segunda STA transmite N tramas ACK 660A -660N. Entre cada fragmento, la primera STA debe esperar un SIFS, de modo que hay asimismo N-1 SIFS 670A – 670N. Por ello, en contraste con el envío de un paquete, un ACK y un SIFS, un paquete segmentado requiere el mismo tiempo de transmisión de paquetes con N ACK y 2N-1 SIFS.

La norma 802.11 (e) añade mejoras para mejorar los MAC previos del 802.11 (a), (b) y (g). La 802.11 (g) y (a) son ambas sistemas OFDM, que son muy similares, pero funcionan de maneras diferentes. Varias características de los protocolos de MAC de baja velocidad, tal como el 802.11 (b), fueron llevadas hacia adelante en sistemas con velocidades de bits mucho más altas, introduciendo ineficiencias, detalladas adicionalmente a continuación.

En la 802.11 (e), la DCF se mejora y se denomina como Acceso de Canal Distribuido Mejorado (EDCA). Las mejoras de la calidad de servicio (QoS) primaria de la EDCA son la introducción de un Espaciado entre Tramas de Arbitraje (AIFS). El AIFS[i] se asocia con la clase de tráfico (TC) identificada con el índice i. El AP puede usar valores de AIFS[i] diferentes a los valores AIFS[i] que se permite que se usen otras STA. Solamente el AP puede usar un valor AIFS[i] que sea igual al PIFS. En otro caso el AIFS[i] es mayor que o igual al DIFS. Por omisión, el AIFS para clases de tráfico de “voz” y “video” se elige para que sea igual al DIFS. Un AIFS más grande que implica una prioridad más baja se elige para clases de tráfico del “la mejor posible” y “segundo plano”.

El tamaño de la ventana de competición se realiza también como una función del TC. La clase de prioridad más alta se permite que establezca el CW=1, es decir sin tiempo de inactividad. Para otros TC, diferentes tamaños de ventana de competición proporcionan una prioridad relativa probabilística, pero no se pueden usar para conseguir retardos garantizados.

La 802.11 (e) introdujo la oportunidad de transmisión (TXOP). Para mejorar la eficiencia del MAC, cuando una STA adquiere el medio a través del EDCA o a través de un acceso consultado en HCCA, la STA se puede permitir que transmita más de una única trama. Las una o más tramas se denominan como las TXOP. La máxima longitud de una TXOP en el medio depende de la clase de tráfico y se establece por el AP. También, en caso de una TXOP consultada, el AP indica la duración permitida de la TXOP. Durante la TXOP, la STA puede transmitir una serie de tramas, intercaladas con SIFS y ACK desde el destino. Además, para eliminar la necesidad de esperar el DIFS más el tiempo de inactividad para cada trama, la STA que ha adquirido una TXOP tiene la certeza de que puede mantener el canal para transmisiones posteriores.

Durante la TXOP, los ACK desde el destino puede ser por trama (como en los MAC del 802. 11 iniciales) o puede usar un bloque inmediato o retardado ACK como se explica a continuación. También, se permite una política de no ACK para ciertos flujos de tráfico, por ejemplo emisión o difusión múltiple.

La FIGURA 7 representa el segmento de transmisión de la capa física (PHY) de ejemplo 700, que ilustra una TXOP con un acuse de recibo por trama. Se transmite una transmisión 710 existente. A continuación de la transmisión 710 y después de esperar al DIFS 720 y tiempo de inactividad 730, si hay alguno, una STA consigue una TXOP 790. La TXOP 790 comprende N tramas 740A – 740N. seguida cada trama por N SIFS 750-750N respectivos. La STA receptora responde con N ACKS 760A-760N respectivos. Los ACK 760 son seguidos por N-1 SIFS 770A – 770N. Nótese que cada trama 740 comprende un preámbulo 770 así como cabecera y paquete 780. Las realizaciones de ejemplo, detalladas a continuación, permiten una reducción grande de la cantidad de tiempo de transmisión reservado a los preámbulos.

La FIGURA 8 ilustra una TXOP 810 con acuse de recibo en bloque. La TXOP 810 se puede adquirir a través de competición o consulta. La TXOP 810 comprende N tramas 820A – 820N, seguida cada trama por N SIFS respectivas 830A – 830N. A continuación de la transmisión de las tramas 820 y SIFS 830, se transmite una solicitud de ACK en bloque 840. La STA receptora responde a la solicitud de ACK en bloque en un tiempo en el futuro. El ACK en bloque puede seguir inmediatamente a la finalización de la transmisión de un bloque de tramas o se puede retardar para permitir al receptor el procesamiento en el software.

Las realizaciones de ejemplo, detalladas a continuación, permiten una gran reducción de la cantidad de tiempo de transmisión entre tramas (SIFS en este ejemplo). En algunas realizaciones, no hay necesidad de retardo entre transmisiones (es decir tramas) consecutivas.

Nótese que, en 802.11 (a) y otras normas, para ciertos formatos de transmisión, se define una extensión de señal que añade retardo adicional al final de cada trama. Aunque no está incluido técnicamente en la definición del SIFS, varias realizaciones, detalladas a continuación, también permiten la retirada de las extensiones de señal.

La característica de ACK en Bloque proporciona una eficiencia mejorada. En un ejemplo, hasta 64 unidades de datos de servicio (SDU) de MAC (cada una posiblemente fragmentada hasta en 16 fragmentos) que corresponden a 1024 tramas se pueden transmitir por una STA, en tanto se permite que la STA de destino proporcione una única respuesta al final del bloque de tramas indicando el estado del ACK de cada una de las 1024 tramas. Típicamente, a velocidades elevadas, las SDU de MAC no están fragmentadas y para una latencia baja, se pueden transmitir menos de 64 SDU de MAC antes de requerir un ACK del Bloque desde el destino. En tal caso, para transmitir M tramas, el tiempo total se reduce desde M tramas + M SIFS + M ACK + M-1 SIFS, a M tramas + M SIFS + ACK en Bloque. Las realizaciones detalladas a continuación mejoran incluso más la eficiencia del ACK en bloque.

El Protocolo de Enlace Directo (DLP), introducido por el 802.11 (e), permite a una STA enviar tramas directamente a otra STA de destino dentro de un Conjunto de Servicio Básico (BSS) (controlado por el mismo AP). El AP puede realizar una TXOP consultada disponible para esta transferencia directa de tramas entre STA. Previamente a la introducción de esta característica, durante el acceso consultado, el destino de las tramas desde la STA consultada era siempre el AP, que dirigiría su vez las tramas a la STA de destino. Mediante la eliminación del envío de tramas en dos saltos, se mejora la eficiencia del medio. Las realizaciones detalladas adicionalmente a continuación añaden una eficiencia sustancial a las transferencias DLP.

La 802.11 (e) introduce también una PDF mejorada, denominada Función de Coordinación Híbrida (HCF). En el Acceso al Canal Controlado por HCF (HCCA), se permite al AP que acceda al canal en cualquier momento para establecer una Fase de Acceso Controlado (CAP), que es como la CFP y se usa para proporcionar oportunidades de transmisión en cualquier momento durante la fase de competición, no sólo siguiendo inmediatamente al balizamiento. El AP accede al medio mediante la espera durante un PIFS sin tiempo de inactividad.

La FIGURA 9 representa un segmento 800 de transmisión de la capa física (PHY) de ejemplo, que ilustra una TXOP consultada que usa HCCA. En este ejemplo, el AP compite por la consulta. Se transmite una transmisión 910 existente. A continuación de la transmisión 910, el AP espera el PIFS y a continuación transmite la consulta 920, dirigida a una STA. Nótese que otras STA en competencia por el canal tendrán que esperar al menos un DIFS lo que no ocurre debido a la consulta transmitida 920, como se muestra. La STA consultada transmite la TXOP consultada 940 a continuación de la consulta 920 y el SIFS 930. El AP continúa consultando, esperando al PIFS entre cada TXOP consultada 940 en la consulta 920. En un escenario alternativo, el AP puede establecer una CAP y esperar el PIFS a partir de la transmisión 910. El AP puede transmitir una o más consultas durante la CAP.

Mejoras del MAC

Como se ha descrito anteriormente, varias características ineficientes de los MAC previos se llevaron hacia delante a versiones posteriores. Por ejemplo, largos preámbulos, diseñados para 11 Mbps en relación a 64 Mbps, introducen ineficiencia. Como la Unidad de Datos de Protocolo de MAC (MPDU) mantiene su reducción cuando aumentan las velocidades, manteniendo los varios espacios entre tramas y/o preámbulos constantes significa una disminución correspondiente en la utilización del canal. Por ejemplo, una velocidad de datos elevada de la transmisión MPDU de MIMO puede ser solamente unos pocos microsegundos de duración, comparada con el 802. 11 (g), que tiene un preámbulo de 72 μs. La eliminación o reducción de retardos tales como el SIFS, extensiones de señal y/o preámbulos incrementará el rendimiento y la utilización del canal.

La FIGURA 10 es una realización de ejemplo de una TXOP 1010 que incluye múltiples transmisiones consecutivas sin ningún espacio. La TXOP 1010 comprende N tramas 1020A – 1020N que se transmiten secuencialmente sin ningún espacio (compárese esto con las SIFS requeridas en la TXOP 810, representadas en la FIGURA 8). El número de tramas en la TXOP se limita solamente por la memoria intermedia y la capacidad de decodificación del receptor. Cuando una STA está transmitiendo tramas consecutivas con un ACK en bloque en una TXOP 1010, es innecesario intercalar duraciones SIFS dado que ninguna otra STA necesita obtener acceso al medio entre tramas consecutivas. Una solicitud de ACK en bloque opcional 1030 se añade a las N tramas. Ciertas clases de tráfico pueden no requerir un acuse de recibo. Se puede responder con una solicitud de ACK en bloque siguiendo inmediatamente al TXOP, o se puede transmitir en un momento posterior. Las tramas 1020 no requieren extensiones de señal. La TXOP 1010 se puede desplegar en cualquiera de las realizaciones detalladas en el presente documento en las que se requiera una TXOP.

Como se muestra en la FIGURA 10, se puede eliminar la transmisión del SIFS entre tramas consecutivas en una TXOP, cuando todas las tramas se han trasmitido por la misma STA. En la 802.11 (e), tales espacios se retuvieron para limitar los requisitos de complejidad en el receptor. En la norma 802.11 (e), el período de SIFS de 10 μs y la extensión de señal OFDM de 6 μs proporcionan al receptor un total de 16 μs para el procesamiento de la trama recibida (incluyendo demodulación y decodificación). Sin embargo, a velocidades PHY más grandes, estos 16 μs dan como resultado una ineficiencia significativa. En algunas realizaciones, con la introducción del procesamiento MIMO, incluso 16 μs pueden ser insuficientes para completar el procesamiento. En su lugar, en esta realización de ejemplo, el SIFS y la extensión de la señal OFDM entre transmisiones consecutivas desde una STA al AP o a otra STA (usando el protocolo de enlace directo) se eliminaron. Por ello, un receptor que requiere un periodo adicional después de completar la transmisión, para procesamiento del receptor MIMO y decodificación de canal (por ejemplo de codificación turbo/convolucional/LDPC) puede realizar esas funciones mientras se utiliza un medio para transmisión adicional. Se puede transmitir un acuse de recibo en un momento de posterior, como se ha descrito anteriormente (usando ACK en bloque, por ejemplo).

Debido a los diferentes retardos de propagación entre STA, las transmisiones entre diferentes pares de STA pueden estar separadas por periodos de guarda para evitar colisiones en un receptor entre transmisiones consecutivas en el medio desde diferentes STA (no mostradas en la FIGURA 10, pero detalladas adicionalmente a continuación). En una realización de ejemplo, un periodo de guarda de un símbolo OFDM (4 μs) es suficiente para todos los entornos operativos para la 802.11. Las transmisiones desde la misma STA a diferentes STA de destino no necesitan estar separadas por periodos de guarda (como se muestra en la FIGURA 10). Detallados adicionalmente continuación, estos periodos de guarda se pueden denominar como Espacios Entre Tramas de Guarda de Banda (GIFS).

En lugar de usar SIFS y/o extensión de señal, el tiempo de procesamiento en el receptor requerido (para procesamiento y decodificación MIMO, por ejemplo) se puede proporcionar a través del uso de un esquema de ARQ basado en ventanas (por ejemplo N retrocesos o repetición selectiva), técnicas conocidas para los expertos en la técnica. El ACK de la capa de MAC parar y esperar de la 802.11 anteriores ha sido mejorado en la 802.11 (e) hasta un mecanismo similar a ventana con hasta 1024 tramas y ACK en bloque, en este ejemplo. Se puede preferir introducir un mecanismo ARQ basado en ventanas estándar en lugar de un esquema ACK en bloque ad hoc diseñado en la 802.11 (e).

La ventana permitida máxima se puede determinar por la complejidad de procesamiento y la memoria intermedia en el receptor. El transmisor puede tener permitido transmitir datos suficientes para rellenar la ventana del receptor a la velocidad PHY de pico que se pueda conseguir entre el par transmisor-receptor. Por ejemplo, dado que el procesamiento del receptor no puede ser capaz de mantenerse con la velocidad PHY, el receptor puede necesitar almacenar salidas de demodulador o software hasta que sean decodificadas. Por lo tanto, los requisitos de memoria intermedia para el procesamiento de la capa física en la velocidad PHY de pico se pueden usar para determinar la ventana permitida máxima.

En una realización de ejemplo, el receptor puede anunciar el tamaño del bloque PHY permitido máximo que puede procesar a una velocidad PHY dada sin sobrepasar sus memorias intermedias de la capa física. Alternativamente, el receptor puede anunciar el tamaño de bloque PHY permitido máximo que puede procesar a la velocidad PHY máxima sin sobrepasar sus memorias intermedias de la capa física. A velocidades PHY más bajas, se pueden procesar tamaños de bloque más largos sin sobrepaso de la memoria intermedia. Se puede usar una fórmula conocida por los transmisores para calcular el tamaño de bloque PHY permitido máximo para una velocidad PHY dada, desde el tamaño de bloque PHY permitido máximo anunciado a la velocidad PHY máxima.

Si el tamaño de bloque PHY máximo anunciado es un parámetro estático, entonces la cantidad de tiempo antes de que se puedan procesar las memorias intermedias de la capa física y el receptor esté listo para la siguiente ráfaga PHY es otro parámetro del receptor que puede ser conocido en el transmisor y también en el planificador. Alternativamente, el tamaño de bloque PHY máximo anunciado se puede variar dinámicamente de acuerdo con la ocupación de las memorias intermedias de la capa física.

El retardo de procesamiento del receptor se puede usar para determinar el retardo de ida y vuelta para el ARQ, que a su vez se puede usar para determinar los retardos vistos por las aplicaciones. Por lo tanto, para permitir servicios de latencia baja, el tamaño de bloque PHY permitido puede estar limitado.

La FIGURA 11 representa una realización de ejemplo de una TXOP 1110 que ilustra la reducción de la cantidad de transmisión de preámbulo requerida. La TXOP 1110 comprende el preámbulo 1120 seguido de N transmisiones consecutivas 1130A – 1130N. Se puede añadir una solicitud de ACK en bloque opcional 1140. En este ejemplo, una transmisión 1130 comprende una cabecera y un paquete. Por contraste de la TXOP 1110 con la TXOP 790 de la FIGURA 7, en el que cada trama 740 comprende un preámbulo, además de la cabecera y el paquete. Mediante el envío de un único preámbulo, la transmisión de preámbulo requerida es un preámbulo en lugar de N preámbulos, para la misma cantidad de datos transmitidos.

Por ello, el preámbulo 1120 se puede eliminar de las transmisiones sucesivas. El preámbulo inicial 1120 puede usarse por el receptor para adquirir la señal, así como para una adquisición de frecuencia fina para el OFDM. Para las transmisiones MIMO, el preámbulo inicial 1120 se puede extender en comparación con el preámbulo OFDM actual para permitir al receptor estimar los canales especiales. Sin embargo, las tramas posteriores dentro de la misma TXOP pueden no requerir preámbulos adicionales. Los tonos piloto dentro de los símbolos OFDM son generalmente suficientes para el seguimiento de la señal. En una realización alternativa, se pueden intercalar símbolos adicionales (como preámbulo) periódicamente durante la TXOP 1110. Sin embargo, la sobrecarga de preámbulos global se puede reducir significativamente. El preámbulo se puede enviar solamente según sea necesario y se puede enviar de modo diferente en base a la cantidad de tiempo que ha transcurrido desde un preámbulo transmitido previamente.

Nótese que la TXOP 1110 puede incorporar asimismo características de sistemas heredados. Por ejemplo, el ACK en bloques opcional. Se pueden soportar ACK más frecuentes. Incluso así, tal como el GIFS, se puede sustituir un espacio menor por las SIFS más largas (tras la extensión de la señal, si se usa). Las transmisiones consecutivas 1130 pueden incluir también segmentos de un paquete más grande, como se ha descrito anteriormente. Nótese adicionalmente que se puede comprimir la cabecera para transmisiones consecutivas 1130 a la misma STA de recepción. Un ejemplo de compresión de cabeceras se detalla adicionalmente continuación.

La FIGURA 12 representa una realización de ejemplo de un procedimiento 1200 para la incorporación de varios aspectos recién descritos, que incluyen la consolidación de preámbulos, la eliminación de espacios tales como el SIFS y la inserción de GIFS según sea apropiado. El proceso comienza en el bloque 1210, en la que una STA adquiere una TXOP usando cualquiera de las técnicas detalladas en el presente documento. En el bloque 1220, se transmite un preámbulo según sea necesario. De nuevo, el preámbulo puede ser más largo o más corto que un preámbulo heredado y puede variar dependiendo de parámetros variados tales como el tiempo transcurrido desde el último preámbulo transmitido según sea necesario para habilitar a la STA receptora para estimar el canal espacial

MIMO. En el bloque 1230, la STA transmite uno o más paquetes (o, más generalmente, transmisiones consecutivas de cualquier clase) a un destino. Nótese que los preámbulos adicionales no necesitan ser transmitidos. En una realización alternativa, uno o más preámbulos se pueden transmitir opcionalmente o se puede intercalar un preámbulo similar a símbolos según se desee. En el bloque 1240, la STA puede transmitir opcionalmente a una STA receptora adicional. En este caso, se inserta un GIFS según sea necesario, y se pueden transmitir una o más transmisiones consecutivas a la STA receptora adicional. Entonces se puede detener el proceso. En varias realizaciones, la STA puede continuar transmitiendo a más de dos STA, insertando GIFS y/o preámbulos según se requiera para el nivel deseado de rendimiento.

Por ello, como se ha descrito anteriormente, la eficiencia del MAC se puede mejorar adicionalmente mediante la consolidación de las transmisiones desde una STA a múltiples STA de destino en transmisiones consecutivas, eliminando de ese modo muchos o todos los periodos de guarda y reduciendo la sobrecarga de preámbulos. Se puede usar un preámbulo único (o transmisión piloto) para múltiples transmisiones consecutivas desde la misma STA a diferentes STA de destino.

Se puede obtener una eficiencia adicional por medio de la consolidación de consultas. En una realización de ejemplo, se pueden consolidar varias consultas en un canal de control, cuyos ejemplos se detallan a continuación. En un ejemplo, el AP puede transmitir a múltiples STA de destino una señal que incluye mensajes de consulta para asignar las TXOP. Por contraste, en la 802.11 (e), cada TXOP está precedida por una Consulta-CF desde el AP seguido por un SIFS. Se obtiene como resultado una eficiencia mejorada cuando varios de tales mensajes Consulta-CF se consolidan en un único mensaje del canal de control (denominado como un mensaje SCHED en una realización de ejemplo, detallada a continuación) usado para asignar varias TXOP. En una realización general, cualquier período de tiempo se puede asignar para las consultas consolidadas y sus respectivas TXOP. Una realización de ejemplo se detalla continuación con respecto a la FIGURA 15 y se incluyen en el presente documento ejemplos adicionales.

Se puede codificar un mensaje del canal de control (es decir SCHED) con una estructura de velocidad en escalones para mejorar adicionalmente la eficiencia. En consecuencia, un mensaje de consulta de cualquier STA se puede codificar de acuerdo con la calidad de canal entre el AP y la STA. El orden de transmisión de los mensajes de consulta no necesita ser el orden de las TXOP asignadas, pero se puede ordenar de acuerdo con la robustez de la codificación.

La FIGURA 13 representa un segmento de transmisión 1300 de la capa física (PHY) de ejemplo, que ilustra consultas consolidadas y sus respectivas TXOP. Se transmiten las consultas consolidadas 1310. Las consultas se pueden transmitir usando una estructura de canal de control, ejemplos de los cuales se detallan en el presente documento, o se pueden transmitir usando miríadas de técnicas alternativas, que serán fácilmente evidentes para un experto en la técnica. En este ejemplo, para eliminar la necesidad de los espacios entre tramas entre las consultas y cualquier TXOP de enlace directo, las TXOP de enlace directo 1320 se transmiten directamente después de las consultas consolidadas 1310. Posteriormente a las TXOP de enlace directo 1320, se transmiten varias TXOP de enlace inverso 1330A – 1330N, con GIFS 1340 insertados según sea apropiado. Nótese que los GIFS no necesitan estar incluidos cuando se realizan transmisiones secuenciales desde una STA (de modo similar a la ausencia de GIFS requerido para transmisiones de enlace directo que emanan desde la AP a varias STA). En este ejemplo, las TXOP de enlace inverso incluyen TXOP de STA a STA (es decir entre iguales) (usando, por ejemplo, DLP). Nótese que el orden de transmisión mostrado es solamente para ilustración. Las TXOP de enlace directo e inverso (incluyendo las transmisiones entre iguales) se pueden intercambiar o intercalar. Algunas configuraciones pueden no dar como resultado la eliminación de tantos espacios como otras configuraciones. Los expertos en la técnica adaptarán fácilmente miríadas de realizaciones alternativas a la luz de las enseñanzas del presente documento.

La FIGURA 14 representa una realización de ejemplo de un procedimiento 1400 para la consolidación de consultas. El proceso comienza en el bloque 1410, en el que se asignan los recursos de canal en una o más TXOP. Se puede desplegar cualquier función de planificación para realizar la determinación de la asignación de las TXOP. En el bloque 1420, se consolidan las consultas para la adjudicación de las TXOP de acuerdo con la asignación. En el bloque 1430, las consultas consolidadas se transmiten a una o más STA en uno o más canales de control (es decir los segmentos CTRLJ del mensaje SCHED, en una realización de ejemplo detallada a continuación). En una realización alternativa, se puede desplegar cualquier técnica de mensajes para transmitir las consultas consolidadas. En el bloque 1440, las STA transmiten las TXOP de acuerdo con las asignaciones consultadas en las consultas consolidadas. Entonces puede detenerse el proceso. Este procedimiento se puede desplegar en conjunto con intervalos de consulta consolidados de cualquier longitud, que pueden comprender todo o parte del intervalo de Balizamiento del sistema. Las consultas consolidadas se pueden usar intermitentemente con acceso basado en la competición o en consultas heredadas, como se ha descrito anteriormente. En una realización de ejemplo, el procedimiento 1400 se puede repetir periódicamente o de acuerdo con otros parámetros, tal como la carga del sistema o la demanda de transmisión de datos.

Una realización de ejemplo de un protocolo de MAC que ilustra varios aspectos se detalla con respecto a las FIGURAS 15 y 16. Este protocolo de MAC se detalla adicionalmente en la Solicitud de Patente de Estados Unidos pendiente junto con la presente Nº de Serie XX/XXX.XXX, XX/XXX.XXX y XX/XXX.XXX (expediente de representante Nº 030428, 030433, 030436) titulada “WIRELESS LAN PROTOCOL STACK”, presentada

conjuntamente con la presente, asignada al asignatario de la presente invención.

Un ejemplo de intervalo de trama de MAC por TDD 1500 se ilustra en la FIGURA 15. El uso de la expresión intervalo de trama de MAC por TDD en este contexto se refiere al período de tiempo en el que se definen varios segmentos de transmisión detallados a continuación. El intervalo de trama de MAC por TDD 1500 se distingue del uso genérico del término trama para describir la transmisión en un sistema 802.11. En los términos de la 802.11, el intervalo de trama de MAC por TDD 1500 puede ser análogo al intervalo de Balizamiento o a una fracción del intervalo de Balizamiento. Los parámetros detallados con respecto a las FIGURAS 15 y 16 son solamente ilustrativos. Un experto en la materia adaptará fácilmente este ejemplo a miríadas de realizaciones alternativas, usando algunos o todos los componentes descritos y con varios valores de parámetros. La función MAC 1500 se asigna entre los siguientes segmentos del canal de transporte: emisión, control, tráfico directo e inverso (denominado como fase de enlace descendente y fase de enlace ascendente, respectivamente) y acceso aleatorio.

En la realización de ejemplo, un intervalo de trama de MAC por TDD 1500 se Duplexado por División de Tiempo (TDD) a través de un intervalo de tiempo de 2 ms, dividido en cinco segmentos del canal de transporte 1510 - 1550 como se muestra. Se pueden desplegar órdenes alternativos y tamaños de trama diferentes en realizaciones alternativas. Las duraciones de las asignaciones en el intervalo de trama de MAC por TDD 1500 se pueden cuantificar hasta algún intervalo de tiempo común pequeño.

El ejemplo de cinco canales de transporte dentro del intervalo de trama de MAC por TDD 500 incluye: (a) el Canal de Emisión (BCH) 1510, que transporta el Canal de Control de Emisión (BCCH); (b) el Canal de Control (CCH) 1520, que transporta el Canal de Control de Tramas (FCCH) y el Canal de Realimentación de Acceso Aleatorio (RFCH) en el enlace directo; (c) el Canal de Tráfico (TCH), que transporta datos de usuario e información de control y se subdivide en (i) el Canal de Tráfico Directo (F-TCH) 1530 en el enlace directo y (ii) el Canal de Tráfico Inverso (R-TCH) 1540 en el enlace inverso y (d) el Canal de Acceso Aleatorio (RCH) 1550, que transporta el Canal de Solicitud de Acceso (ARCH) (para solicitud de acceso del UT). Se transmite un balizamiento piloto así como en el segmento 1510.

La fase de enlace descendente de la trama 1500 comprende los elementos 1510 - 1530. La fase de enlace ascendente comprende los elementos 1540 - 1550. El segmento 1560 indica el comienzo de un intervalo de trama de MAC por TDD posterior. Una ilustración alternativa que engloba la transmisión entre iguales se ilustra adicionalmente a continuación.

El Canal de Emisión (BCH) y el balizamiento 1510 se transmiten por el AP. La primera parte del BCH 510 contiene la sobrecarga de la capa física común, tal como señales pilotos, que incluyen un piloto de adquisición de tiempos y frecuencia. En una realización de ejemplo, el balizamiento consiste en 2 símbolos OFDM cortos usados para adquisición de frecuencia y tiempos por los UT seguidos de 8 símbolos OFDM cortos del piloto MIMO común usado por los UT para estimar el canal.

La segunda parte del BCH 1510 es la parte de datos. La parte de datos del BCH define la asignación del intervalo de trama de MAC por TDD con respecto a los segmentos del canal de transporte: CCH 1520, F-TCH 1530, R-TCH 1540 y RCH 1550, y define también la composición del CCH con respecto a los canales. En este ejemplo, el BCH 1510 define la cobertura de la LAN inalámbrica 120 y por eso se transmite en el modo de transmisión de datos más robusto disponible. La longitud del BCH completo es fija. En una realización de ejemplo, el BCH define la cobertura de una WLAN-MIMO y se transmite en el modo de Diversidad de Transmisión en Tiempo y Espacio (STTD) usando Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria (BPSK) codificada a 1/4 de velocidad. En este ejemplo, la longitud del BCH se fija a 10 símbolos OFDM cortos. Se pueden desplegar varias otras técnicas de señalización en realizaciones alternativas.

El Canal de Control (CCH) 1520, transmitido por el AP, define la composición del resto del intervalo de trama de MAC por TDD e ilustra el uso de consultas consolidadas. El CCH 1520 se transmite usando modos de transmisión elevadamente robustos en múltiples subcanales, cada subcanal con una velocidad de datos diferente. El primer subcanal es el más robusto y se espera que se pueda decodificar por todos los UT. En una realización de ejemplo, se usa la BPSK codificada a 1/4 de velocidad para el primer subcanal CCH. Están también disponibles varios otros subcanales con robustez decreciente (y eficiencia creciente). En una realización de ejemplo, se usan hasta tres subcanales adicionales. Cada UT intenta decodificar todos los canales en orden hasta que no logra una decodificación. El segmento de canal de transporte del CCH en cada trama es de longitud variable, dependiendo la longitud del número de mensajes CCH en cada subcanal. Los acuses de recibo para ráfagas de acceso aleatorio en el enlace inverso se realizan en el subcanal más robusto (primero) del CCH.

El CCH contiene asignaciones de ráfagas de la capa física en los enlaces directo e inverso (análogos a las consultas consolidadas para las TXOP). Las asignaciones pueden ser por transferencia de datos en el enlace directo o inverso. En general, una asignación de ráfaga de capa física comprende: (a) un ID del MAC; (b) un valor que indica el momento de comienzo de la asignación dentro de la trama (en el F-TCH o el R-TCH); (c) la longitud de la asignación; (d) la longitud de la cabecera adicional de la capa física dedicada; (e) el modo de transmisión y (f) el esquema de codificación y modulación a ser usado para la ráfaga de la capa física.

Otros tipos de ejemplo de asignaciones en el CCH incluyen: una asignación del enlace inverso para la transmisión y un piloto dedicado desde un UT o una asignación en el enlace inverso para la transmisión de la información de estado de la memoria intermedia y el enlace desde un UT. El CCH puede definir también partes de la trama que se han de dejar sin usar. Estas partes sin usar de la trama se pueden usar por los UT para hacer estimaciones de la base de ruido (e interferencia) así como para medir los balizamientos de los sistemas vecinos.

El Canal de Acceso Aleatorio (RCH) 1150 es un canal en el enlace inverso en el que un UT puede transmitir una ráfaga de acceso aleatorio. La longitud variable del RCH se especifica para cada trama en el BCH.

El Canal de Tráfico Directo (F-TCH) 1530 comprende una o más ráfagas de capa física transmitidas desde el AP 104. Cada ráfaga se dirige a un ID del MAC particular como se indica en la asignación del CCH. Cada ráfaga comprende una cabecera adicional de la capa física dedicada, tal como una señal piloto (si hay alguna) y una PDU de MAC transmitida de acuerdo con el modo de transmisión y el esquema de codificación y modulación indicados en la asignación del CCH. El F-TCH es de longitud variable. En una realización de ejemplo, la cabecera adicional de la capa física dedicada puede incluir un piloto MIMO dedicado. Se detalla una PDU de MAC con respecto a la FIGURA 16.

El canal de tráfico inverso (R-TCH) 1540 comprende transmisiones de ráfagas de capa física desde uno o más UT 106. Cada ráfaga se transmite por un UT particular como se indica en la asignación del CCH. Cada ráfaga puede comprender un preámbulo piloto dedicado (si hay alguno) y una PDU de MAC transmitida de acuerdo con el modo de transmisión y el esquema de codificación y modulación indicados en la asignación del CCH. El R-TCH es de longitud variable.

En la realización de ejemplo, el F-TCH 530, el R-TCH 540 o ambos, pueden usar técnicas de multiplexado espacial o de acceso múltiple por división de código para permitir la transmisión simultánea de las PDU de MAC asociadas con diferentes UT. Se puede incluir un campo que contiene el ID de MAC con el que se asocia la PDU de MAC (es decir el remitente en el enlace ascendente, o el receptor pretendido en el enlace descendente) en la cabecera de la PDU de MAC. Esto se puede usar para resolver cualquier ambigüedad de direccionamiento que pueda surgir cuando se usa multiplexado espacial o CDMA. En realizaciones alternativas, cuando el multiplexado se basa estrictamente en técnicas de división de tiempo, la ID de MAC no se requiere en la cabecera de la PDU de MAC, dado que la información de direccionamiento se incluye en el mensaje de CCH que asigna un período de tiempo dado en el intervalo de trama de MAC por TDD a un ID de MAC específico. Se puede desplegar cualquier combinación de multiplexado espacial, multiplexado por división de código, multiplexado por división de tiempo y cualquier otra técnica conocida en la técnica.

La FIGURA 16 representa la formación de una PDU de MAC 1660 a partir de un paquete 1610, que puede ser un datagrama IP o un segmento Ethernet, en este ejemplo. Los tamaños de ejemplo y los tipos de campo se describen en esta ilustración. Los expertos en la técnica reconocerán que se contemplan varios otros tamaños, tipos y configuraciones dentro del ámbito de la presente invención.

Como se muestra, el paquete de datos 1610 se segmenta en una capa de adaptación. Cada PDU de subcapa de adaptación 1630 transporta uno de estos elementos 1620. En este ejemplo, el paquete de datos 1610 se segmenta en N segmentos 1620A – N. Una PDU de subcapa de adaptación 1630 comprende un contenido útil 1634 que contiene el segmento respectivo 1620. Un tipo de campo 1632 (un byte en este ejemplo) se adjunta a la PDU de subcapa de adaptación 1630.

Se adjunta una cabecera de enlace lógico (LL) 1642 (4 bytes en este ejemplo) al contenido útil 1644, que comprende la PDU de la capa de adaptación 1630. La información de ejemplo para la cabecera LL 1642 incluye un identificador de la transmisión, información de control y números de secuencia. Se calcula un CRC 1646 sobre la cabecera 1642 y el contenido útil 1644 y se adjunta para formar una PDU de subcapa del enlace lógico (PDU de LL) 1640. Las PDU del Control del Enlace Lógico (LLC) y del Control del Enlace de Radio (RLC) se pueden formar de una manera similar. Las PDU de LL 1640, así como las PDU de LLC y PDU de RLC, se colocan en colas (por ejemplo en una cola de alta QoS, una cola de lo mejor posible o una cola de mensajes de control) para su servicio por una función MUX.

Se adjunta una cabecera MUX 1652 a cada PDU de LL 1640. Una cabecera MUX de ejemplo 1652 puede comprender una longitud y un tipo (la cabecera 1652 es de dos bytes en este ejemplo). Se puede formar una cabecera similar para cada PDU de control (es decir las PDU de LLC y RLC). La PDU de LL 1640 (o la PDU de LLC o RLC) forman el contenido útil 1654. La cabecera 1652 y el contenido útil 1654 forman la PDU de la subcapa MUX (MPDU) 1650 (las PDU de la subcapa MUX se denominan en el presente documento también como PDU de MUX).

Los recursos de comunicación en el medio compartido se asignan por el protocolo de MAC en una serie de intervalos de trama de MAC por TDD, en este ejemplo. En realizaciones alternativas, cuyos ejemplos se detallan adicionalmente a continuación, estos tipos de intervalos de trama de MAC por TDD se pueden intercalar con varias otras funciones MAC, que incluyen las basadas en la competición o consulta y que incluyen la interfaz con sistemas heredados que usan otros tipos de protocolos de acceso. Como se ha descrito anteriormente, un planificador puede determinar el tamaño de las ráfagas de capa física asignados a una o más ID de MAC en cada intervalo de trama de

MAC por TDD (análoga a TXOP consultadas consolidadas). Nótese que cada ID de MAC con datos a ser transmitidos no tendrá necesariamente espacio asignado en un intervalo de trama de MAC por TDD particular. Cualquier esquema de control de acceso o planificación se puede desplegar dentro del ámbito de la presente invención. Cuando se realiza una asignación para un ID de MAC, una función MUX respectiva para ese ID de MAC formará una PDU de MAC 1660, que incluye una o más PDU MUX 1650 para la inclusión del intervalo de trama de MAC por TDD. Se incluirán una o más PDU MUX 1660, para una o más ID de MAC asignada en un intervalo de trama de MAC por TDD (es decir el intervalo de trama de MAC por TDD 1500, detallado con relación a la FIGURA 15, anterior).

En una realización de ejemplo, un aspecto permite que una MPDU 1650 sea transmitida, permitiendo un empaquetado eficiente en una PDU de MAC 1660. En este ejemplo, se pueden incluir los bytes no transmitidos de cualquier MPDU parcial 1650, restos de una transmisión previa, identificados por la MPDU parcial 1664. Estos bytes 1664 se transmitirán por delante de cualquier nueva PDU 1666 (es decir las PDU de LL o PDU de control) en la trama actual. La cabecera 1662 (dos bytes en este ejemplo) incluye un puntero MUX, que apunta al comienzo de la primera MPDU nueva (la MPDU 1666A en este ejemplo) a ser transmitida en la trama actual. La cabecera 1662 puede incluir también una dirección MAC.

La PDU de MAC 1660 comprende el puntero MUX 1662, una PDU MUX parcial 1664 en el comienzo (resto de una asignación previa), seguida por cero o más PDU MUX completas 1666A - N y una posible PDU MUX parcial 1668 (de la asignación actual) u otro relleno, para llenar la parte asignada de la ráfaga de capa física. La PDU de MAC 1660 se transporta en la ráfaga de capa física asignada al ID de MAC.

Por ello, la PDU de MAC 1660 de ejemplo ilustra la transmisión (o trama, en la terminología 802.11), que se puede transmitir desde una STA a otra, incluyendo partes de datos desde uno o más flujos dirigidos a esa STA de destino. Se consigue un empaquetado eficiente con el uso opcional de PDU MUX parcial. Cada PDU de MAC se puede transmitir en una TXOP (usando la terminología 802.11), en un tiempo indicado en la consulta consolidada incluida en el CCH.

La realización de ejemplo detallada en las FIGURAS 15-16 ilustra varios aspectos, incluyendo consultas consolidadas, transmisión de preámbulo reducido y eliminación de huecos mediante la transmisión secuencial de ráfagas de capa física desde cada STA (incluyendo el AP). Estos aspectos se aplican a cualquier protocolo de MAC, incluyendo los sistemas 802.11. Adicionalmente detalladas a continuación están las realizaciones alternativas que ilustran varias otras técnicas para conseguir una eficiencia del MAC, así como el soporte de transmisión entre iguales y la integración con y/o la cooperación con protocolos o sistemas heredados existentes.

Como se ha descrito anteriormente, varias realizaciones detalladas en el presente documento pueden emplear estimación de canal y control de velocidad ajustados. La eficiencia del MAC mejorada se puede obtener a través del minimizado de la transmisión no necesaria en el medio, pero una inadecuada realimentación del control de velocidad puede, en algunos casos, reducir el rendimiento global. Por ello, se pueden proporcionar oportunidades suficientes para la estimación y realimentación del canal para maximizar la velocidad transmitida en todos los modos MIMO, para impedir la pérdida de rendimiento debido a una estimación de canal inadecuada, que puede desplazar cualquier ganancia de eficiencia del MAC. Por lo tanto, como se ha descrito anteriormente y se detalla adicionalmente a continuación, las realizaciones MAC de ejemplo se pueden diseñar para proporcionar oportunidades de transmisión de preámbulo suficientes, así como oportunidades para que los receptores proporcionen realimentación del control de velocidad al transmisor.

En un ejemplo, el AP intercala periódicamente pilotos MIMO en sus transmisiones (al menos cada TP ms, en el que TP puede ser un parámetro fijo variable). Cada STA puede comenzar también su TXOP de consulta con un piloto MIMO que se puede usar por otras STA y el AP para estimar el canal. Para el caso de una transmisión al AP o a otra STA que use el Protocolo de Enlace Directo (detallado adicionalmente a continuación), el piloto MIMO puede ser una referencia dirigida a ayudar a simplificar el procesamiento del receptor en la STA de destino.

El AP puede proporcionar también oportunidades a la STA de destino para proporcionar una realimentación de ACK. La STA de destino puede usar también estas oportunidades de realimentación para proporcionar realimentación del control de velocidad para los modos MIMO disponibles a la STA que transmite. Tal realimentación del control de velocidad no se define en los sistemas 802.11 heredados, que incluyen el 802.11 (e). La introducción del MIMO puede aumentar la cantidad total de información de control de velocidad (por modo MIMO). En algunos casos, para maximizar el beneficio de las mejoras en la eficiencia del MAC, éstas se pueden complementar mediante una realimentación ajustada del control de velocidad.

Otro aspecto aquí introducido, y detallado adicionalmente a continuación, es la información de pendientes y planificación para las STA. Cada STA puede comenzar sus TXOP con un preámbulo seguido por una duración solicitada de la siguiente TXOP. Esta información se destina para el AP. El AP recoge la información sobre la siguiente TXOP solicitada desde diversas STA y determina la asignación de duración en el medio de las TXOP para un intervalo de trama de MAC por TDD posterior. El AP puede usar diferentes prioridades o reglas de QoS para determinar cómo compartir el medio o puede usar reglas muy simples para compartir proporcionalmente el medio de acuerdo con las solicitudes desde las STA. Se puede desplegar también cualquier otra técnica de planificación. Las

asignaciones de las TXOP para el siguiente intervalo de trama de MAC por TDD se asignan en el mensaje del canal de control posterior desde el AP.

Punto de acceso designado

En realizaciones detalladas en el presente documento, una red puede soportar la operación con o sin un punto de acceso verdadero. Cuando está presente un verdadero AP, se puede conectar, por ejemplo, a una conexión de conducción gruesa cableada (es decir cable, fibra, DSL o T1/T3, de Ethernet) o a un servidor de entretenimiento doméstico. En este caso, el AP verdadero puede ser la fuente y el sumidero para la mayoría de los datos que fluyen entre dispositivos en la red.

Cuando no existe un AP verdadero, las estaciones pueden aún comunicar entre sí usando técnicas como la Función de Coordinación Distribuida (DCF) o 802.11 b/g/a o el Canal de Acceso Distribuido Mejorado del 802.11e, como se ha descrito anteriormente. Como se detalla adicionalmente a continuación, cuando se requieren recursos adicionales, se puede conseguir un uso más eficiente del medio con un esquema de planificación centralizada. Esta arquitectura de red puede surgir, por ejemplo, en un hogar en donde muchos dispositivos diferentes necesitan comunicarse entre sí (es decir, DVD-TV, CD-amplificador-altavoces, etc.). En este caso, las estaciones de red designan automáticamente una estación para que se convierta en el AP. Nótese que, como se detalla a continuación, se puede utilizar una Función de Coordinación Adaptativa (ACF) con un punto de acceso designado y se puede desplegar con planificación centralizada, acceso aleatorio, comunicación ad hoc o cualquier combinación de los mismos.

Ciertos, pero no necesariamente todos, los dispositivos no AP pueden tener una capacidad de MAC mejorada y ser adecuados para su funcionamiento como un AP designado. Se debería indicar que no todos los dispositivos necesitan ser diseñados para ser capaces de tener capacidad como AP designada de MAC. Cuando es crítica la QoS (por ejemplo, garantía latencia), elevado rendimiento y/o eficiencia, puede ser necesario que uno de los dispositivos en la red sea capaz de una operación como AP designado.

Esto significa que la capacidad como AP designada estará generalmente asociada con dispositivos con capacidades más altas, por ejemplo con uno o más atributos tales como potencia de línea, gran número de antenas y/o cadenas de transmisor/receptor o requisitos de alto rendimiento. (Los factores adicionales para la selección de un AP designado se detallan adicionalmente a continuación.) Por ello, un dispositivo en el extremo inferior tal como una cámara o teléfono no necesitan ser sobrecargados con capacidades de AP designado, mientras que los dispositivos de gama alta tales como una fuente de video de gama alta o visualizador de video de alta definición pueden estar equipados con capacidades de AP designado.

En una red no AP, el AP designado asume el papel del AP verdadero y puede o puede que no tenga reducida funcionalidad. En varias realizaciones, un AP designado puede realizar lo siguiente: (a) establecer la ID del Conjunto de Servicios Básicos (BSS) de la red; (b) establecer los tiempos de red mediante la transmisión de un balizamiento de información de configuración de red del canal de emisión (BCH) (el BCH puede definir la composición del medio hasta el siguiente BCH); (c) gestionar las conexiones mediante la planificación de transmisiones de estaciones en la red usando el Canal de Control Directo (FCCH); (d) gestionar la asociación; (e) proporcionar control de admisión para flujos de QoS y/o (f) varias otras funciones. El AP designado puede implementar un planificador sofisticado o cualquier tipo de algoritmo de planificación. Se puede desplegar un planificador simple, un ejemplo del cual se detallará adicionalmente a continuación.

Una cabecera del Protocolo de Convergencia de la Capa Física (PLCP) modificada se detalla a continuación con respecto a comunicaciones entre iguales, que es también aplicable para AP designados. En una realización, la cabecera PLCP de todas las transmisiones se transmite a la velocidad de datos básica que se puede decodificar por todas las estaciones (incluyendo el AP designado). La cabecera PLCP de transmisiones desde las estaciones contiene datos de pendientes en la estación asociados con una prioridad dada o flujo. Alternativamente, contiene una solicitud de duración para una oportunidad de transmisión posterior para una prioridad dada o un flujo.

El AP designado puede determinar la información pendiente o duraciones de oportunidad de transmisión solicitadas por las estaciones mediante el “entrometimiento” en las cabeceras PLCP de todas las transmisiones de estación. El AP designado puede determinar la fracción de tiempo a ser asignada a los basados en EDCA (accesos distribuidos) y la fracción de tiempo asignado a acceso de consultas libres de competición (centralizadas) en base a la carga, colisiones u otras medidas de congestión. El AP designado puede ejecutar un planificador rudimentario que asigne ancho de banda en proporción a las solicitudes y los planifique en el periodo libre de competición. Los planificadores mejorados se permiten pero no son obligatorios. Las transmisiones planificadas se pueden anunciar por el AP designado en un CCH (canal de control).

Puede que no se requiera que un AP designado repita una transmisión de una estación a otra estación (es decir sirva como punto de salto), aunque se permite esta funcionalidad. Un verdadero AP puede ser capaz de repeticiones.

Cuando se selecciona un punto de acceso designado, se puede crear una jerarquía para determinar qué servicio debería servir como punto de acceso. Los factores de ejemplo que se pueden incorporar en la selección de un punto

de acceso designado incluyen los siguientes: (a) anulación del usuario, (b) nivel de preferencia más elevado; (c) nivel de seguridad; (d) capacidad: potencia de línea; (e) capacidad: número de antenas; (f) capacidad: potencia de transmisión máxima; (g) romper una ligadura en base a otros factores: dirección de Control de Acceso al Medio (MAC); (h) primer dispositivo conectado; (i) cualesquiera otros factores.

En la práctica, puede ser deseable para un AP designado estar situado centralmente y tener la mejor CDF SNR de Rx (es decir, ser capaz de recibir todas las estaciones con una buena SNR). En general, cuanto más antenas tenga la estación, mejor sensibilidad de recepción. Además, el AP designado puede tener una potencia de transmisión más alta de modo que el AP designado pueda ser oído por un gran número de estaciones. Estos atributos se pueden evaluar y explotar para permitir a la red reconfigurarse dinámicamente cuando se añaden estaciones y/o se trasladen alrededor.

Las conexiones entre iguales se pueden soportar en casos en los que la red se configura con un AP verdadero o un AP designado. Las conexiones entre iguales, en general, se detallan en la siguiente sección a continuación. En una realización, se pueden soportar dos tipos de conexiones entre iguales: (a) entre iguales gestionada, en la que el AP planifica las transmisiones de cada estación involucrada y (b) ad hoc, en donde el AP no está involucrado en la gestión o planificación de las transmisiones de estación.

El AP designado puede establecer el intervalo de trama de MAC y transmitir un balizamiento al comienzo de la trama. Los canales de emisión y control pueden asignar duraciones específicas en la trama para que transmitan las estaciones. Para estaciones que hayan solicitado asignaciones para transmisiones entre iguales (y estas solicitudes sean conocidas para el AP), el AP puede proporcionar asignaciones planificadas. El AP puede anunciar estas asignaciones en el canal de control, tal como, por ejemplo, con cada trama de MAC.

Opcionalmente, el AP puede incluir también un segmento A-TCH (ad hoc) en la trama de MAC (detallada adicionalmente a continuación). La presencia del A-TCH en la trama de MAC se puede indicar en el BCH y FCCH. Durante el A-TCH, las estaciones pueden conducir a una comunicación entre iguales usando procedimientos CSMA/CA. Los procedimientos CSMA/CA de la norma LAN Inalámbrica IEEE 802.11 se pueden modificar para excluir los requisitos de un ACK inmediato. Una estación puede transmitir una PDU (Unidad de Datos de Protocolo) del MAC que consiste en múltiples PDU de LLC cuando la estación dimensiona el canal. La duración máxima que se puede ocupar por una estación en el A-TCH se puede indicar en el BCH. Para un LLC con acuse de recibo, el tamaño de ventana y el retardo de acuse de recibo máximo se pueden negociar de acuerdo con el retardo de la aplicación requerido. Se detalla adicionalmente a continuación una trama de MAC codificada con un segmento A-TCH, para su uso tanto por AP verdaderas como por AP designadas, con respecto a la FIGURA 20.

En una realización, el piloto MIMO sin dirección puede habilitar a todas las estaciones para aprender al canal entre ellas mismas y la estación que transmite. Esto puede ser útil en algunos escenarios. Adicionalmente, el AP designado puede usar el piloto mínimo sin dirección para permitir una estimación de canal y facilitar la demodulación del PCCH a partir del que se pueden deducir las asignaciones. Una vez el AP designado recibe todas las asignaciones solicitadas en una trama de MAC dada, puede planificar éstas para la trama de MAC posterior. Nótese que la información de control de velocidad no tiene que estar incluida en el FCCH.

En una realización, el planificador puede realizar las siguientes operaciones: Primero, el planificador recoge todas las asignaciones solicitadas para la siguiente trama de MAC y calcula la asignación solicitada agregada (Total Solicitado). Segundo, el planificador calcula los recursos totales disponibles para la asignación al F-TCH y al R-TCH (Total Disponible). Tercero, si el total solicitado excede al total disponible, todas las asignaciones solicitadas se escalan por una relación definida por el Total Disponible/Total Solicitado. Cuarto, para cualquier asignación escalada que tenga menos de 12 símbolos OFDM, estas asignaciones se aumentan a 12 símbolos OFDM (en la realización de ejemplo; en realizaciones alternativas se puede desplegar con parámetros alternativos). Quinto, para encajar las asignaciones resultantes en el F-TCH + R-TCH, cualquier símbolo OFDM en exceso y/o tiempos de guarda se pueden encajar para reducir todas las asignaciones mayores de 12 símbolos OFDM, un símbolo cada vez en una forma distribuida consecutivamente comenzando por la mayor.

Un ejemplo ilustra la realización recién descrita. Considere las solicitudes de asignación como sigue: 20, 40, 12, 48. De modo que, Total Solicitado = 120. Supongamos que el Total Disponible = 90. Supongamos también que el tiempo de guarda requerido es de 0,2 símbolos OFDM. A continuación, como se detalla en la tercera operación anterior, las asignaciones escaladas son: 15, 30, 9, 36. Como se detalla en la cuarta operación anterior, una asignación de 9 se incrementa a 12. De acuerdo con la quinta operación, añadiendo las asignaciones revisadas y el tiempo de guarda, la asignación total es de 93,8. Esto significa que todas las asignaciones se han de reducir en 4 símbolos. Comenzando por el mayor, y eliminando un símbolo cada vez, se determina una asignación final de 14, 29, 12, 34 (es decir un total de 89 símbolos y de 0,8 símbolos para tiempos de guarda).

En una realización de ejemplo, cuando está presente un AP designado, puede establecer el Balizamiento para el BSS y los tiempos de red. Los dispositivos asociados con el AP designado. Cuando dos dispositivos asociados con un AP designado requieren una conexión de QoS, por ejemplo un enlace de HDTV con requisitos de baja latencia de alto rendimiento, proporcionan la especificación de tráfico al AP para el control de admisión. El AP designado puede admitir o denegar la solicitud de conexión.

Si la utilización del medio es suficientemente baja, se puede establecer la duración completa del medio entre balizamientos aparte de la operación EDCA usando CSMA/CA. Si la operación EDCA se está ejecutando suavemente, por ejemplo no hay colisiones, tiempos de inactividad y retardos excesivos, el AP designado no necesita proporcionar una función de coordinación.

El AP designado puede continuar supervisando la utilización del medio mediante la escucha de las cabeceras PLCP de las transmisiones de estación. En base a la observación del medio, así como a las solicitudes de pendientes o duración de oportunidades de transmisión, el AP designado puede determinar cuándo la operación EDCA no está satisfaciendo la QoS requerida de flujos admitidos. Por ejemplo conservar las tendencias en los pendientes o duraciones de solicitudes notificadas y compararlas contra los valores esperados en base a los flujos admitidos.

Cuando el AP designado determina que no se está satisfaciendo la QoS requerida bajo el acceso distribuido, puede transitar la operación en el medio a la operación con consultas y planificación. Esta última proporciona la latencia más determinística y alta eficiencia de productividad. Ejemplos de tal operación se detallan adicionalmente a continuación.

Por ello, se puede desplegar la transición adaptativa desde una operación EDCA (esquema de acceso distribuido) a una planificada (centralizada) en función de la observación de la utilización del medio, colisiones, congestión, así como la observación de las solicitudes de oportunidades de transmisión desde las estaciones de transmisión y la comparación de las solicitudes contra los flujos de QoS admitidos.

Como se ha mencionado previamente, en cualquier realización detallada a lo largo de esta especificación en la que se describe un punto de acceso, un experto en la materia reconocerá que la realización se puede adaptar para operar con un punto de acceso verdadero o un punto de acceso designado. Un punto de acceso designado puede desplegarse también y/o seleccionarse como se ha detallado en el presente documento y puede operar de acuerdo con cualquier protocolo, incluyendo protocolos no descritos en la presente especificación o cualquier combinación de protocolos.

Transmisión entre iguales y Protocolo de Enlace Directo (DLP)

Como se ha descrito anteriormente, la transmisión entre iguales (o denominada simplemente de “igual-igual”) permite a una STA transmitir datos directamente a otra STA, sin enviar los datos primero a un AP. Se pueden adoptar varios aspectos detallados en el presente documento para su uso con una transmisión entre iguales. En una realización, se puede adaptar el Protocolo de Enlace Directo (DLP) como se detalla adicionalmente a continuación. La FIGURA 17 representa un ejemplo de comunicación entre iguales dentro del sistema 100. En este ejemplo, el sistema 100, que puede ser similar al sistema 100 representado en la FIGURA 1, se adapta para permitir la transmisión directa desde un UT a otro (en este ejemplo, se ilustra la transmisión entre el UT 106A y el UT 106B). Los UT 106 pueden realizar cualquier comunicación directamente con el AP 104 en la WLAN 120, como se ha detallado en el presente documento.

En varias realizaciones de ejemplo, se puede soportar dos tipos de conexiones igual-igual: (a) igual-igual gestionada, en la que el AP califica las transmisiones para cada STA involucrada y (b) Ad-hoc, en la que el AP no está involucrado en la gestión o planificación de las transmisiones de las STA. Una realización puede incluir cualquiera o ambos tipos de conexiones. En una realización de ejemplo, una señal transmitida puede comprender una parte que incluye la información común que se puede recibir por una o más estaciones, posiblemente incluyendo un punto de acceso, así como información formateada específicamente para la recepción por una estación receptora igual-igual. La información como se puede usar para la planificación (como se muestra en la FIGURA 25, por ejemplo) o para competición por el tiempo de inactividad por varias estaciones vecinas (mostrada en la FIGURA 26, por ejemplo).

Varias realizaciones de ejemplo, detalladas a continuación, ilustran el control de velocidad en bucle cerrado para conexiones igual-igual. Tal control de velocidad se puede desplegar para aprovechar las velocidades de datos elevadas disponibles.

Por claridad de explicación, no se detallan necesariamente varias características (por ejemplo el acuse de recibo) en las realizaciones de ejemplo. Los expertos en la técnica reconocerán que esas características descritas en el presente documento se pueden combinar para formar cualquier número de conjuntos y subconjuntos en varias realizaciones.

La FIGURA 18 representa una ráfaga de capa física de técnicas anteriores 1800. Se puede transmitir un preámbulo 1810, seguido por una cabecera de la Cabecera del Protocolo de Convergencia de Capa Física (PLCP) 1820. Los sistemas heredados 802.11 definen una cabecera PLCP para incluir el tipo de velocidad y formato de modulación para los tratos transmitidos como símbolos de datos 1830.

La FIGURA 19 representaba una ráfaga de capa física 1900 de ejemplo, que se puede desplegar para transmisiones igual-igual. Como en la FIGURA 18, se puede incluir un preámbulo 1810 y la cabecera PLCP 1820, seguida por una transmisión igual-igual, etiquetada P2P 1940. La P2P 1940 puede comprender un piloto MIMO 1910 para su uso por el UT de recepción. La realimentación de velocidad de MIMO 1920 se puede incluir para su uso por la UT receptora

en transmisiones futuras de vuelta a al UT remitente. La realimentación de velocidad se puede generar en respuesta a varias transmisiones desde la estación de recepción a la estación de transmisión. A continuación se pueden transmitir los símbolos de datos 1930 de acuerdo con la velocidad seleccionada y el formato de modulación para la conexión igual-igual. Nótese que una ráfaga de capa física, tal como la ráfaga PHY 1900, se puede usar con la conexión igual-igual gestionada por el AP, así como con la transmisión igual-igual ad hoc. Las realizaciones de realimentación de velocidad de ejemplo se describen a continuación. Se incluyen también a continuación realizaciones alternativas de las ráfagas de transmisión de la capa física que incluyen estos aspectos.

En una realización de ejemplo, un AP establece un intervalo de trama de MAC por TDD. Los canales de emisión y control se pueden desplegar para especificar duraciones asignadas en el intervalo de trama de MAC por TDD. Para las STA que han solicitado asignaciones para transmisiones igual-igual (y conocidas para el AP), el AP puede proporcionar asignaciones planificadas y anunciar estas en el canal de control en cada intervalo de trama de MAC por TDD. Un sistema de ejemplo se ha descrito anteriormente con respecto a la FIGURA 15.

La FIGURA 20 representa una realización de ejemplo de un intervalo de trama de MAC por TDD 2000 que incluye un segmento ad hoc opcional, identificado como A-TCH. Las secciones numeradas similares del intervalo de trama de MAC por TDD 2000 se pueden incluir y operar sustancialmente como se ha descrito anteriormente con respecto a la FIGURA 15. La presencia del A-TCH 2010 en el intervalo de trama de MAC por TDD 2000 se puede indicar en el BCH 510 y/o el CCH 520. Durante el A-TCH 2010, las STA pueden realizar una comunicación entre iguales usando cualquier procedimiento de competición. Por ejemplo se pueden desplegar técnicas 802.11 tales como SIFS, DIFS, pendientes, etc., como se ha detallado anteriormente. Pueden desplegarse opcionalmente técnicas QoS, tal como las introducidas en la 802.11 (e) (es decir AIFS). Se pueden desplegar asimismo varios otros esquemas en base a la competición.

En una realización de ejemplo, los procedimientos para competición CSMA/CA tales como los definidos en la 802.11, se pueden modificar como sigue. No se requiere un ACK inmediato. Una STA puede transmitir una Unidad de Datos del Protocolo de MAC (PDU de MAC) que consiste en múltiples PDU (es decir PDU de LLC) cuando dimensiona el canal. Una duración máxima ocupada por una STA en el A-TCH se puede indicar en el BCH. Cuando se desea una transmisión con acuse de recibo, se puede negociar un tamaño de ventana y un retardo de acuse de recibo máximo de acuerdo con el retardo requerido por la aplicación.

En este ejemplo, el F-TCH 530 es la parte del intervalo de trama de MAC por TDD para transmisiones desde el AP a las STA. Las comunicaciones entre iguales entre STA que usen técnicas de competición se puede realizar en el A-TCH 2010. Las comunicaciones entre iguales planificadas entre STA se pueden realizar en el R-TCH 540. Cualquiera de estos tres segmentos se puede establecer en nulo.

La FIGURA 21 representa una ráfaga de capa física 2100 de ejemplo, también denominada como “ráfaga PHY”. La ráfaga PHY 2100 se puede desplegar con conexiones entre iguales planificadas, tal como durante el R-TCH 540 o durante conexiones ad hoc tal como la A-TCH 2010, como se ha detallado anteriormente con respecto a la FIGURA 20. La ráfaga PHY 2100 comprende un piloto MIMO sin dirigir 2110, un canal de control común de iguales (PCCH) 2120 y uno o más símbolos de datos 2130. El piloto MIMO sin dirigir 2110 se puede recibir en una o más estaciones y se puede usar como una referencia por una estación receptora para estimar el canal respectivo entre la estación de transmisión y la estación de recepción. Este PCCH de ejemplo comprende los siguientes campos: (a) el ID de MAC de destino, (b) una solicitud de asignación para una duración de transmisión deseada para el siguiente intervalo de trama de MAC por TDD, (c) un indicador de velocidad de transmisión para indicar el formato de transmisión para el paquete de datos actual, (d) un canal de control (es decir CCH) subcanal para la recepción de cualquier asignación desde el AP y (e) un CRC. El PCCH 2120, junto con un piloto MIMO sin dirigir 2110, es un segmento común que se puede recibir por varias estaciones a la escucha, que incluyen el punto de acceso. Se puede insertar una solicitud de asignación en el PCCH para permitir una conexión igual-igual gestionada en un intervalo de trama de MAC por TDD futura. Tal ráfaga PHY se puede incluir en una conexión ad hoc y puede aún solicitar una asignación para entre iguales planificadas en un intervalo de trama de MAC por TDD futura. En la realización de ejemplo, el piloto MIMO sin dirigir son ocho símbolos OFDM (en realizaciones alternativas, detalladas a continuación, pueden ser suficientes menos símbolos para la estimación del canal) y el PCCH es de dos símbolos OFDM. A continuación del segmento común, comprendiendo el piloto MIMO sin dirigir 2110 y el PCCH 2120, se transmiten uno o más símbolos de datos 2130 usando multiplexado espacial y/o formatos de modulación elevada como se determine por cada STA en la conexión igual-igual. Esta parte de la transmisión se codifica de acuerdo con la información de control de velocidad embebida en la parte de datos de la transmisión. Por ello, una parte de la ráfaga PHY 2100 se puede recibir por múltiples estaciones en los alrededores, mientras que la transmisión de datos real se configura para una transmisión eficiente a una o más estaciones conectadas entre iguales específicas o el AP. Los datos en 2130 se pueden transmitir como asignados por un punto de acceso o se pueden transmitir de acuerdo con una conexión ad hoc (por ejemplo procedimientos basados en competición CSMA/CA).

Una realización de ejemplo de una ráfaga PHY comprende un preámbulo que consiste en 8 símbolos OFDM de una referencia MIMO sin dirigir. Se incluye una cabecera PDU de MAC del canal de control común igual (PCCH) en los 2 símbolos OFDM posteriores, usando el modo STTD, codificado con BPSK de R=1/2. La ID de MAC es de 12 bits. Se incluye una solicitud de asignación de 8 bits para la recepción por el AP durante una duración deseada en el siguiente intervalo de trama de MAC por TDD (así la solicitud máxima es de 256 símbolos OFDM cortos). La

velocidad de TX es de 16 bits para indicar la velocidad que se está usando en el paquete actual. La preferencia del canal FCCH es de dos bits, que corresponden a una preferencia entre hasta cuatro canales, sobre los que el AP debería realizar cualquier asignación aplicable. El CRC es de 10 bits. Se puede incluir cualquier número de otros campos y/o otros tamaños de campo en una realización de ráfaga PHY alternativa.

En este ejemplo, el resto de la transmisión PDU de MAC usa multiplexado espacial y modulaciones más elevadas como se determine por cada STA en la conexión igual-igual. Esta parte de la transmisión se codifica de acuerdo con la información de control de velocidad embebida en la parte de datos de la transmisión.

La FIGURA 22 representa un procedimiento de ejemplo 2200 para una transmisión de datos igual-igual. El proceso comienza en el bloque 2210 en donde una estación transmite un piloto MIMO sin dirigir. En el bloque 2220, la estación transmite información comúnmente decodificable. Por ejemplo, el piloto MIMO sin dirigir 2110 y el PCCH 2120 sirven como un ejemplo de un mecanismo para la solicitud de asignación en una conexión gestionada, para la que el AP u otra estación de planificación, necesitaría ser capaz de decodificar la parte de la señal que comprende la solicitud. Los expertos en la técnica reconocerán miríadas de mecanismos de solicitud alternativos para una planificación de conexiones igual-igual en un canal compartido. En el bloque 2230, se transmiten datos desde una estación a otra de acuerdo con formatos de transmisión negociados. En este ejemplo, los datos dirigidos se transmiten usando velocidades y parámetros según se ha determinado de acuerdo con las mediciones del piloto MIMO sin dirigir 2110. Los expertos en la técnica reconocerán varios medios alternativos para la transmisión de datos adaptados para un canal igual-igual específico.

La FIGURA 23 representa un procedimiento de ejemplo 2300 para una comunicación igual-igual. Este procedimiento de ejemplo 2300 ilustra varios aspectos, subconjuntos de los cuales se pueden desplegar en cualquier realización dada. El proceso comienza en el bloque de decisión 2310. En el bloque de decisión 2310, si hay una transferencia de datos para STA-STA, se prosigue en el bloque de decisión 2320. Si no, se prosigue con el bloque 2370 y se realiza cualquier otro tipo de comunicación, incluyendo otros tipos de acceso, si hay alguno. Se prosigue con el bloque de decisión 2360 en el que el proceso se puede repetir volviendo al bloque de decisión 2310 o el proceso se puede detener.

En el bloque de decisión 2320, si hay datos STA-STA para la transmisión, se determina si la conexión igual-igual ha de ser planificada o ad hoc. Si la transmisión ha de ser planificada se prosigue en el bloque 2320 y se solicita una asignación para adquirir una TXOP. Nótese que una solicitud de asignación se puede realizar durante una parte del acceso aleatorio de un intervalo de trama de MAC por TDD, como se ha descrito anteriormente, o se puede incluir en una transmisión ad hoc. Una vez que se realiza una asignación, en el bloque 2350 se puede transmitir una ráfaga física STA-STA. En una realización de ejemplo, el procedimiento 2200 puede servir como un tipo de ráfaga PHY STA-STA.

En el bloque de decisión 2320, si no se desea una conexión igual-igual planificada, se prosigue en el bloque 2340 para competir por el acceso. Por ejemplo, se puede usar el segmento A-TCH 2010 del intervalo de trama de MAC por TDD 2000. Cuando se ha adquirido un acceso con éxito a través del procedimiento de competición se prosigue en el bloque 2350 y se transmite una ráfaga PHY STA-STA, como se ha descrito anteriormente.

A partir del bloque 2350 se prosigue al bloque de decisión 2360 en el que el proceso se puede repetir, como se ha descrito anteriormente, o se puede detener.

La FIGURA 24 representa un procedimiento de ejemplo 2400 para proporcionar realimentación de velocidad para su uso en la conexión igual-igual. Esta FIGURA ilustra varias transmisiones y otras etapas que se puedan realizar por dos estaciones STA 1 y STA 2. La STA 1 transmite un piloto sin dirigir 2410 a la STA 2. La STA 2 mide el canal 2420 mientras recibe el piloto sin dirigir 2410. En una realización de ejemplo la STA 2 determina una velocidad que puede soportarse para la transmisión en el canal según se ha medido. Esta determinación de velocidad se transmite como una realimentación de velocidad 2430 a la STA 1. En varias realizaciones alternativas, se pueden proporcionar parámetros alternativos para permitir que se realice una decisión de realimentación de velocidad en la STA 1. En 2440, la STA 1 recibió una asignación planificada o compite por una oportunidad de transmisión, por ejemplo durante un A-TCH. Una vez se ha ganado una oportunidad de transmisión, en 2450, la STA 1 transmite a la STA 2 datos a una velocidad y formato de modulación determinados en respuesta a la realimentación de velocidad 2430.

El procedimiento ilustrado en la FIGURA 24 se puede generalizar y aplicar a varias realizaciones, como será fácilmente evidente para los expertos en la técnica. Algunos ejemplos que incorporan realimentación de velocidad igual-igual, así como otros aspectos se detallan adicionalmente a continuación.

La FIGURA 25 representa el procedimiento 2500 que ilustra una conexión igual-igual gestionada entre dos estaciones, STA 1 y STA 2 y un punto de acceso (AP). En 2505, la STA 1 transmite un piloto sin dirigir así como una solicitud para una asignación. También se pueden transmitir datos de acuerdo con una asignación anterior y una realimentación de velocidad previa, tal como se ilustra a continuación. Adicionalmente, cualquiera de tales datos se puede transmitir de acuerdo con la realimentación de velocidad desde una conexión igual-igual gestionada previa o desde una comunicación ad hoc originada tanto por la STA 1 como por la STA 2. El piloto sin dirigir y la solicitud de transmisión se reciben tanto por la STA 2 como por el punto de acceso (y se puede recibir por varias otras

estaciones en el área).

El punto de acceso recibe la solicitud de transmisión y, de acuerdo con uno cualquiera de un número de algoritmos de planificación, realiza una determinación de cuando y si realizar una asignación para una comunicación igual-igual. La STA 2 mide el canal mientras se transmite el piloto sin dirigir en 2505 y puede realizar una determinación acerca de la velocidad que puede soportarse para la comunicación igual-igual con la STA 1. Opcionalmente, la STA 2 puede recibir también realimentación de velocidad y/o datos desde la STA 1 de acuerdo con una transmisión previa.

En este ejemplo, el punto de acceso ha determinado que se realizará una asignación para la transmisión solicitada. En 2515 se transmite una asignación desde el punto de acceso a la STA 1. En este ejemplo, las asignaciones en el R-TCH 540, se transmiten durante el canal de control, tal como el CCH 520, ilustrado anteriormente. De modo similar en 2520, se realiza una asignación en el R-TCH para la STA 2. En 2525, la STA 1 recibe la asignación desde el punto de acceso. En 2530 la STA 2 recibe la asignación desde el punto de acceso.

La STA 2 transmite realimentación de velocidad en 2535, de acuerdo con la asignación 2520. Opcionalmente, se puede incluir una solicitud para una transmisión planificada, como se ha descrito anteriormente, así como cualquier dato a ser transmitido de acuerdo con la solicitud previa. La realimentación de velocidad transmitida se selecciona de acuerdo con las mediciones del canal 2510, como se ha descrito anteriormente. La ráfaga PHY de 2535 puede incluir asimismo un piloto sin dirigir. En 2540 la STA 1 mide el canal desde la STA 2, recibe la realimentación de velocidad y puede recibir asimismo datos opcionales.

En 2545, de acuerdo con la asignación 2515, la STA 1 transmite datos de acuerdo con la información de realimentación de velocidad recibida. Además, se puede realizar una solicitud para una asignación futura así como una realimentación de velocidad de acuerdo con las mediciones del canal en 2540. Los datos se transmiten de acuerdo con las mediciones de canales específicos para la comunicación igual-igual. En 2550, la STA 2 recibe los datos así como cualquier realimentación de velocidad transmitida opcionalmente. La STA 2 puede medir también el canal para proporcionar realimentación de velocidad para transmisiones futuras.

Nótese que ambas transmisiones 2535 y 2545 se puedan recibir por el punto de acceso, al menos la parte sin dirigir, como se ha descrito anteriormente. Por ello para cualquier solicitud incluida, el punto de acceso puede realizar asignaciones adicionales para transmisiones futuras como se indica por las asignaciones 2555 y 2560 a las STA 1 y STA 2 respectivamente. En 2565 y 2570, las STA 1 y STA 2 reciben sus asignaciones respectivas. El proceso puede iterar a continuación indefinidamente con el punto de acceso gestionando el acceso en el medio compartido y las STA 1 y STA 2 transmitiendo la comunicación igual-igual directamente entre sí a velocidades y formatos de modulación seleccionados como que pueden soportarse en un canal igual-igual. Nótese que, en una realización alternativa, se puede realizar también una comunicación igual-igual ad hoc junto con la comunicación igual-igual gestionada ilustrada en la FIGURA 25.

La FIGURA 26 ilustra una conexión igual-igual basada en competición (o ad hoc). Las STA 1 y STA 2 comunicarán entre sí. Otras STA estarán también en el alcance de recepción y pueden acceder al canal compartido. En 2610, la STA 1, que tiene datos para transmitir a la STA 2, supervisa el canal compartido y compite por el acceso. Una vez que se ha ganado una oportunidad de transmisión, se transmite la ráfaga PHY igual-igual 2615 a la STA 2 que puede ser recibido también por otras STA. En 2620, otras STA, que supervisan el canal compartido, pueden recibir la transmisión desde la STA 1 y saber que han de evitar el acceso al canal. Por ejemplo, un PCCH, descrito anteriormente, se puede incluir en la transmisión 2615. En 2630, la STA 2 mide el canal de acuerdo con un piloto sin dirigir y compiten por el acceso de retorno en el canal compartido. La STA 2 puede transmitir también datos, según sea necesario. Nótese que el tiempo de competición puede variar. Por ejemplo, se puede devolver un ACK a continuación del SIFS en un sistema 802.11 heredado. Dado que el SIFS es de la más alta prioridad, la STA 2 puede responder sin la pérdida del canal. Varias realizaciones pueden permitir un retardo menor, y pueden proporcionar los datos de retorno con una prioridad alta.

En 2635, la STA 2 transmite realimentación de velocidad junto con datos opcionales a la STA 1. En 2640, la STA 1 recibe la realimentación de velocidad, compite una vez más por el acceso al medio compartido y transmite en 2645 a la STA 2 de acuerdo con la realimentación de velocidad recibida. En 2640, la STA 1 puede medir también el canal para proporcionar realimentación de velocidad a la STA 2 para transmisiones futuras y puede recibir cualquier dato opcional transmitido por la STA 2. En 2650, la STA 2 recibe la transmisión de datos 2645 de acuerdo con la velocidad y formato de modulación determinado por las condiciones del canal medido. La STA 2 puede recibir también realimentación de velocidad para su uso en la devolución de una transmisión a la STA 1. La STA 2 puede medir también el canal para proporcionar realimentaciones de velocidad futuras. El proceso puede de ese modo repetirse mediante el retorno a 2635 para que la STA 2 devuelva realimentación de velocidad así como datos.

De ese modo, dos estaciones pueden realizar una comunicación ad hoc en ambas direcciones compitiendo por el acceso. La conexión igual-igual en sí se hace eficiente mediante el uso de una realimentación de velocidad y el ajuste de la transmisión a la estación receptora. Cuando se despliega una parte que puede recibirse comúnmente de la ráfaga PHY, tal como el PCCH, entonces, como se ilustra en 2620, otras STA pueden acceder a la información y pueden evitar interferir en el canal en momentos que se sabe están ocupados, como se indica en el PCCH. Como con la FIGURA 25, cualquier comunicación igual-igual gestionada o ad hoc puede iniciar la transferencia de datos

previamente a las etapas ilustradas en la FIGURA 26 y se puede usar para continuar la comunicación igual-igual posteriormente. Por ello, se puede desplegar cualquier combinación de comunicación planificada y ad hoc igual-igual.

La FIGURA 27 representa un intervalo de trama de MAC por TDD de ejemplo 2700, que ilustra la comunicación igual-igual gestionada entre estaciones. En este ejemplo, tanto las duraciones del F-TCH como del R-TCH se han establecido en cero. Se transmite el Balizamiento/BCH 510 y CCH 520, como anteriormente. El Balizamiento/BCH 560 indica el comienzo de la siguiente trama. El CCH 520 indica asignaciones para comunicaciones igual-igual. De acuerdo con estas asignaciones, la STA 1 transmite a la STA 2 en ráfagas asignadas 2710. Nótese que, en el mismo intervalo de trama de MAC por TDD, la STA 2 tiene asignado el segmento 2730 para responder a la STA 1. Cualquiera de los varios componentes, detallados anteriormente, tales como la realimentación de velocidad, solicitudes, pilotos dirigidos y/o sin dirigir y datos dirigidos y/o sin dirigir se pueden incluir en cualquier ráfaga de capa PHY igual-igual dada. La STA 3 transmite a la STA 4 en la asignación 2720. La STA 4 transmite a la STA 3 en la asignación 2740, en una forma similar. Se pueden incluir varias otras transmisiones en el enlace inverso, incluyendo conexiones no igual-igual, en el R-TCH. Realizaciones de ejemplo adicionales que ilustran estos y otros aspectos se detallan adicionalmente a continuación.

Nótese que, en la FIGURA 27, los intervalos de guarda se pueden planificar entre segmentos, según sea necesario. Un aspecto clave en relación con las comunicaciones igual-igual es que generalmente el retardo de recorrido entre las dos STA es desconocido. Un procedimiento de manejo de esto es hacer que cada STA mantenga sus tiempos de transmisión fijos de modo que lleguen al AP en sincronización con el reloj del AP. En este caso, el AP puede proporcionar un tiempo de guarda en cualquier lado de cada asignación entre iguales para compensar los retardos de recorrido desconocidos entre dos STA en comunicación. En muchos casos, será adecuado un prefijo cíclico y no se necesitará realizar ajustes en los receptores de la STA. Las STA deben determinar entonces sus desplazamientos de tiempo respectivos para saber cuándo recibir las otras transmisiones de las STA. Los receptores STA pueden necesitar mantener dos relojes de recepción: uno para los tiempos de tramas AP y otro para la conexión igual-igual.

Como se ha ilustrado en varias realizaciones anteriores, los acuses de recibo y la realimentación del canal se pueden deducir por un receptor durante su asignación y realimentación a un transmisor. Incluso si el flujo de tráfico global es unidireccional, el receptor envía referencias y solicitudes para obtener asignaciones. El planificador del AP asegura que se proporcionan los recursos adecuados para la realimentación.

Interoperabilidad con estaciones heredadas y puntos de acceso

Como se ha detallado en el presente documento, varias realizaciones descritas proporcionan mejoras sobre los sistemas heredados. No obstante, dado el amplio despliegue de sistemas heredados ya en existencia, puede ser deseable que un sistema mantenga una compatibilidad hacia atrás con o bien un sistema heredado existente o bien con terminales de usuario heredados. Como se usa en el presente documento la expresión “nueva clase” será usada para diferenciarse de los sistemas heredados. Un sistema de nueva clase puede incorporar uno o más de los aspectos o características detalladas en el presente documento. Un sistema de nueva clase de ejemplo es el sistema OFDM de MIMO descrito a continuación con respecto a las FIGURAS 35-52. Adicionalmente, los aspectos detallados a continuación para interoperar un sistema de nueva clase con un sistema heredado son también aplicables a otros sistemas, aún por ser desarrollados, tanto se incluyan las mejoras particulares detalladas en el presente documento en tal sistema como si no.

En una realización de ejemplo, se puede proporcionar compatibilidad hacia atrás con sistemas alternativos mediante el uso de Asignaciones de Frecuencias (FA) separadas para permitir la operación del sistema de nueva clase en una FA separada de los usuarios heredados. Por ello, un sistema de nueva clase puede buscar una FA disponible sobre la que operar. Se puede implementar un algoritmo de Selección de Frecuencia Dinámica (DFS) en la WLAN de nueva clase para encajar esto. Puede ser deseable desplegar una AP que sea de portadora múltiple.

Las STA heredadas que intentan acceder a una WLAN pueden emplear dos procedimientos de escaneado: pasivo y activo. Con el escaneado pasivo, una STA desarrolla una lista de Conjuntos de Servicios Básicos (BSS) en su vecindad y escanea las bandas operativas. Con el escaneado activo, una STA transmite una consulta para solicitar una respuesta desde otras STA en el BSS.

Las normas heredadas son silenciosas en cómo una STA decide a qué BSS unirse, pero, una vez que se realiza la decisión, se puede intentar la asociación. Si no tienen éxito, la STA se trasladará a través de su lista del BSS hasta que tenga éxito. Una STA heredada puede no intentar asociarse con una WLAN de nueva clase cuando la información de balizamiento transmitida no sería comprendida por esa STA. Sin embargo, una AP de nueva clase (así como los UT) puede ignorar las solicitudes de STA heredadas como un procedimiento para mantener una única clase WLAN en una única FA.

Una técnica alternativa es para una AP de nueva clase o STA de nueva clase rechace cualquier solicitud de STA heredada que use mensajes heredados (es decir, 802.11) válidos. Si un sistema heredado soporta tales mensajes, se puede proporcionar a la STA heredada un mensaje de redirección.

Un compromiso obvio asociado con la operación en FA separadas es el espectro adicional requerido para soportar ambas clases de STA. Un beneficio que es la facilidad de gestión de las diferentes WLAN que preservan características tales como la QoS y otros similares. Como se ha detallado a lo largo de esta especificación, sin embargo, los protocolos CSMA MAC heredados (tal como los detallados en las normas 802.11 heredada), son en general ineficientes para las velocidades de datos elevadas soportadas por los sistemas de nueva clase, tales como la realización del sistema MIMO detallado en el presente documento. Por ello, es deseable desplegar modos de operación compatibles hacia atrás que permitan a los MAC de nueva clase coexistir con los MAC heredados en la misma FA. Se describen a continuación varias realizaciones de ejemplo en las que los sistemas heredados y de nueva clase pueden compartir la misma FA.

La FIGURA 28 representa el procedimiento 2800 para soporte tanto de estaciones heredadas como de nueva clase en la misma asignación de frecuencia. En este ejemplo, por claridad, se supone que el BSS está funcionando aislado (es decir, no hay coordinación entre los múltiples BSS que se solapan). El proceso comienza en el bloque 2810 en donde se usa la señalización heredada para establecer un periodo libre de competición.

A continuación hay varios ejemplos ilustrativos, para su uso con sistemas 802.11 heredados, los que un AP de WLAN de nueva clase puede usar los ganchos construidos en la norma 802.11 heredada para reservar tiempo para uso exclusivo por las estaciones de nueva clase. Se puede usar cualquier número de técnicas de señalización adicional, además de éstas, para establecimiento de un periodo libre de competencia, para varios tipos de sistemas heredados.

Una técnica es establecer períodos libres de competición (CFP) en el modo PDF/HCF. El AP puede establecer un intervalo de balizamiento y anunciar un periodo libre de competición dentro del intervalo de balizamiento en donde puede servir tanto a las STA de nueva clase como a las heredadas en un modo de consulta. Esto hace que todas las STA heredadas ajusten sus vectores de asignación de red (NAV), que son contadores usados para hacer un seguimiento del CFP, en la duración del CFP anunciada. Como resultado, las STA heredadas que reciben el balizamiento se impide que usen el canal durante el CFP, a menos que sean consultadas por el AP.

Otra técnica es establecer un CFP, y el ajuste del NAV, por medio de RTS/CTS y el campo de duración/ID. En este caso el AP de nueva clase puede enviar un RTS especial que tiene una Dirección Reservada (RA) que indica a todas las STA de nueva clase que el AP está reservando el canal. Las STA heredadas interpretan el campo RA como que está siendo dirigido a una STA específica y no responden. Las STA de nueva clase responden con un CTS especial para despejar el BSS durante el periodo de tiempo especificado en el campo duración/ID en el par de mensajes CTS/RTS. En este punto, las estaciones de nueva clase están libres de usar el canal durante la duración reservada sin conflicto.

En el bloque 2820, las STA de clase heredada, que han recibido la señal para establecer el periodo libre de competición, esperan hasta ser consultadas o que acabe el periodo libre de competición. Por ello, el punto de acceso ha asignado con éxito el medio compartido para su uso con el protocolo de MAC de nueva clase. En el bloque 2830, nuevas STA pueden acceder de acuerdo con este protocolo. Cualquier conjunto o subconjuntos de los aspectos detallados en el presente documento se pueden desplegar en tal protocolo de MAC de nueva clase. Por ejemplo, se pueden desplegar las transmisiones del enlace directo e inverso planificadas así como las transmisiones igual-igual gestionadas, comunicación en base a ad hoc o contención (incluyendo igual-igual) o cualquier combinación de las anteriores. En el bloque 2840, el periodo de acceso de nueva clase se termina, usando cualquier variedad de tipos de señal, que pueden variar de acuerdo con el sistema heredado desplegado. En la realización de ejemplo, se transmite la señal de fin de periodo libre de competición. En una realización alternativa, las STA heredadas pueden también ser consultadas durante un periodo libre de competición. Tales accesos pueden ser posteriores a los accesos de nueva clase o pueden ser intercalados entre ellos.

En el bloque 2850 todas las STA pueden competir por el acceso, si se define un periodo de competición para el sistema heredado. Esto permite a los sistemas heredados, no habilitados para la comunicación durante el periodo libre de competición, realizar solicitudes y/o intentos de transmisión. En el bloque de decisión 2860, el proceso puede continuar mediante la vuelta al bloque 2810, o puede detenerse.

En la FIGURA 29 ilustra la combinación de controles de acceso al medio heredados y de nueva clase. Un protocolo de MAC heredado 2910 se muestra por encima de protocolo de nueva clase 2930, que, cuando se combinan, forman un protocolo de MAC tal como un protocolo de MAC combinado 2950. En este ejemplo, la señalización heredada 802.11 se usa con finalidades de ilustración. Los expertos en la técnica se darán cuenta que las técnicas desveladas en el presente documento se pueden aplicar en cualquiera de una variedad de sistemas heredados y protocolos MAC de nueva clase, incluyendo cualquier combinación de las características desveladas en el presente documento.

El protocolo de MAC heredado 2910 comprende balizamientos 2902, que identifican el intervalo de balizamiento. El intervalo de balizamiento heredado comprende un periodo libre de competición 2904 seguido por un periodo de competición 2906. Las varias consultas libres de competición 2908A - N se pueden generar durante el periodo libre de competición 2904. El periodo libre de competición 2904 se finaliza mediante la finalización del periodo libre de competición 2910. Cada balizamiento 2902 se transmite en el tiempo de transmisión de balizamiento objetivo (TBTT)

en las realizaciones de ejemplo de 802.11. El protocolo de MAC de nueva clase 2930 comprende tramas de MAC 2932A - N.

El intervalo de balizamiento combinado 2950 ilustra la interoperabilidad de los protocolos MAC heredados de nueva clase durante el periodo libre de competición 2904. Los intervalos de tramas de MAC por TDD de nueva clase 2932 se incluyen seguidos por consultas heredadas CF de consultas 2908A – N. El período libre de competición termina con el CFP-FIN 2910, seguido por un periodo de competición 2906. Los intervalos de trama de MAC por TDD de nueva clase 2932 puede ser cualquier tipo que incluya finalmente varios aspectos detallados en el presente documento. En una realización de ejemplo, el intervalo de trama de MAC por TDD 2932 comprende varios segmentos tal como los ilustrados con respecto a la FIGURA 20 anterior. Por ello, un intervalo de tramas de MAC por TDD de nueva clase, en este ejemplo, comprende el piloto 510, un canal de control 520, un canal de transmisión directa 530, una sección igual-igual ad hoc (A-TCH) 2010, un canal de transmisión del enlace inverso 540 y un canal de acceso aleatorio 550.

Nótese que, durante el CFP 2904 las STA heredadas no deberían interferir con ninguna transmisión WLAN de nueva clase. El AP puede consultar a cualquier STA heredada durante el CFP, permitiendo una operación de modo mixto en el segmento. Además, el AP puede reservar el CFP completo 2904 para uso de la nueva clase y empujar a todo el tráfico heredado al periodo de contención (CP) 2906 cerca del final del intervalo de balizamiento.

La norma heredada 802.11 de ejemplo requiere que el CP 2906 sea suficientemente largo para soportar un intercambio entre dos terminales heredados. Por ello, se puede retardar el balizamiento, dando como resultado unas alteraciones de tiempos en el sistema. Si se desea, para mitigar la alteración, el intervalo CFP se puede acortar para mantener un intervalo de balizamiento fijo. Los temporizadores usados para establecer el CFP y CP se pueden establecer de modo que el CFP sea largo (es decir alrededor de 1,024 segundos) con relación al CP (es decir menos de 10 ms). Sin embargo, si, durante el CFP, el AP consulta a terminales heredados, la duración de su transmisión puede ser desconocida y puede producir alteraciones de tiempo adicionales. Como resultado, se debe tener cuidado en mantener la QoS para las STA de nueva clase cuando se encajan STA heredadas en la misma FA. La norma 802.11 heredada sincroniza a unidades de tiempo (TU) de 1,024 ms. El MAC de nueva clase puede diseñarse para sincronizarse con un sistema heredado, empleando una duración de trama de MAC de 2 TU o 2,048 ms, en este ejemplo.

En algunas realizaciones, puede ser deseable asegurar que la trama de MAC de nueva clase puede estar sincronizada. Esto es, el reloj de la trama de MAC para el sistema puede ser continuo y los límites de la trama de MAC, cuando se transmiten, comienzan en múltiplos de intervalos de trama de 2,048 ms. En esta forma, se puede mantener fácilmente un modo durmiente para las STA.

Las transmisiones de nueva clase no necesitan ser compatibles con transmisiones heredadas. Las cabeceras, preámbulos, etc. pueden ser únicos para el sistema de nueva clase, cuyos ejemplos se detallan a lo largo de esta especificación. Las STA heredadas pueden intentar demodular éstos, pero no lograrán decodificarlos apropiadamente. Las STA heredadas en el modo durmiente no estarán en general afectadas.

La FIGURA 30 representa el procedimiento 3000 para la adquisición de una oportunidad de transmisión. El procedimiento 3000 se puede despegar como el bloque 2830 en una realización de ejemplo del procedimiento 2800, ilustrado anteriormente. El proceso comienza con un bloque de decisión 3010, en el que se puede planificar o no planificar un acceso. Los expertos en la técnica reconocerán que, mientras que este ejemplo ilustra dos tipos de acceso, se puede soportar en cualquier realización dada cualquiera o ambos de estos tipos de acceso. En el bloque de decisión 3010, si se desea un acceso no planificado, se prosigue en el bloque 3040 para un acceso por competición. Cualquier número de técnicas de acceso en base a competición se pueden desplegar. Una vez se ha adquirido una oportunidad de transmisión (TXOP), se transmite de acuerdo con la oportunidad de transmisión en el bloque 3050. A continuación el proceso puede detenerse.

En el bloque 3010, si se desea un acceso planificado, se prosigue al bloque 3020 para solicitar el acceso. Esta solicitud de acceso se puede realizar en un canal de acceso aleatorio, durante una competición ad hoc o cualquiera de las otras técnicas descritas en el presente documento. En el bloque 3030 cuando se garantiza la solicitud de acceso, se recibirá una asignación. Se prosigue en el bloque 3050 para transmitir la TXOP de acuerdo con la asignación recibida.

En algunos casos, puede ser deseable encajar una interoperación entre un AP de nueva clase y su BSS asociado, con un BSS heredado solapado, en la misma asignación de frecuencia. El BSS heredado puede estar funcionando en modo DCF o PCF/HCF y por ello la sincronización entre la BSS de nueva clase y la BSS heredado puede que no se pueda conseguir siempre.

Si el BSS heredado está funcionando en el modo PCF o HCF, el AP de nueva clase puede intentar sincronizarse con el TBTT. Si esto es posible, el AP de nueva clase puede dimensionar el canal durante el periodo de competición, usando cualquiera de los varios mecanismos, cuyos ejemplos se han descrito anteriormente, para operar dentro del área de BSS solapados. Si el BSS heredado está funcionando bajo DCF, el AP de nueva clase puede intentar dimensionar el canal para anunciar un CFP para despejar el canal.

Puede haber situaciones en donde algunas o todas las STA en el BSS heredado no reciben las transmisiones del AP de nueva clase. En este caso, esas STA heredadas pueden interferir con la operación de la WLAN de nueva clase. Para evitar esta interferencia, las estaciones de nueva clase pueden ir por omisión a una operación basada en CSMA y confiar en transmisiones igual-igual (esto se detalla adicionalmente a continuación con respecto a las FIGURAS 33-34).

La FIGURA 31 representa un procedimiento de ejemplo 3100 para compartir una FA única con múltiples BSS. En el bloque 3110, un punto de acceso heredado transmite un balizamiento. Un punto de acceso de nueva clase, que comparte la misma asignación de frecuencia, puede sincronizarse con el TBTT asociado con el balizamiento (opcional). En el bloque 3120, si se ha prescrito un periodo libre de competición heredado de acuerdo con el balizamiento, éste se lleva a cabo. Una vez que el periodo libre de competición, si hay alguno, está completo, entonces todas las STA pueden competir por el acceso durante un período de competición prescrito. En el bloque 3130, el punto de acceso de nueva clase compite por el acceso durante el periodo de competición. En el bloque 3140, las STA de nueva clase pueden acceder al medio compartido durante el periodo en el que el punto de acceso de nueva clase ha competido por el acceso. Los tipos de acceso durante este acceso de nueva clase pueden incluir cualquiera de los aspectos detallados en el presente documento. Se pueden usar una variedad de técnicas, tales como las detalladas anteriormente, para indicar a las STA heredadas la cantidad de tiempo en el que el punto de acceso está reservando el canal. Una vez que se ha completado este periodo, a continuación las STA heredadas pueden competir en el bloque 3150. En el bloque de decisión 3160, el proceso puede continuar mediante la vuelta al bloque 3110 o puede detenerse.

La FIGURA 32 ilustra unas BSS solapadas que usan una única FA. El sistema heredado 3210 transmite los balizamientos 3205 (3205A y 3205B que se muestran ilustrando el TBTT y el intervalo de balizamiento global del sistema heredado). El balizamiento 3205A identifica el periodo libre de competición 3210 y el periodo libre de competición 3215. Durante el periodo libre de competición 3210, las consultas libres de competición heredadas 3220A-N se pueden realizar seguidas por el indicador de fin del periodo libre de competición 3225.

Las estaciones en la WLAN de nueva clase 3240 supervisan el canal, reciben el balizamiento 3205 y se abstienen del acceso a los medios hasta que llega una oportunidad para competir por el acceso. En este ejemplo, la oportunidad más temprana es durante el periodo libre de competición. Después del PIFS 3230, el punto de acceso de nueva clase transmite una señal heredada 3245 para indicar a las estaciones heredadas la cantidad de tiempo durante el que el canal estará ocupado. Se puede usar una cantidad de símbolos para realizar esta función, ejemplos de los cuales se han detallado anteriormente. Se pueden desplegar varias otras señales dependiendo del sistema heredado con el que se desea la interoperabilidad. Las STA heredadas dentro del alcance de recepción de la señal heredada 3245 pueden evitar el acceso a un canal hasta el final del periodo acceso de nueva clase 3250. El periodo 3250 comprende uno o más intervalos de trama de MAC por TDD 3260 (3260A-N, en este ejemplo). Los intervalos de trama de MAC por TDD 3260 pueden ser de cualquier tipo, ejemplos de los cuales comprenden uno o más de los aspectos detallados en el presente documento.

En una realización de ejemplo, el AP de nueva clase dimensiona el canal en intervalos temporizados (es decir cada 40 ms el AP de nueva clase dimensiona el canal durante 20 ms). El AP de nueva clase puede mantener un temporizador para asegurar que solamente él está manteniendo el canal durante la duración deseada, garantizando de ese modo una compartición limpia del canal. Al dimensionar el canal, el AP de nueva clase puede usar varias técnicas de señalización. Por ejemplo, CTS/RTS o se puede transmitir un balizamiento heredado que anuncia un nuevo CFP.

Durante el intervalo de nueva clase 3250, se puede definir un primer intervalo de trama de MAC por TDD de ejemplo como sigue: primero, el envío de un balizamiento más una F-CCH indica a los UT en la lista a ser consultados en la trama de MAC actual. Después el F-CCH emite un despliegue de un piloto MIMO para permitir a las STA adquirir y formar una medición precisa del canal MIMO. En una realización de ejemplo, se puede conseguir un rendimiento excelente con 2 símbolos OFDM cortos por antena. Esto implica que el F-TCH en la trama de MAC inicial se puede componer de aproximadamente 8 símbolos piloto MIMO. La parte R-TCH de la primera trama de MAC se puede estructurar de modo que las STA en la lista de consulta transmitan pilotos MIMO dirigidos y un indicador de velocidad (para el enlace descendente) con un acuse de recibo de vuelta al AP. En este punto, en este ejemplo, todos los terminales en la lista de consulta están listos para operar en una forma planificada normal en el siguiente intervalo de trama de MAC por TDD. Los intervalos de trama de MAC por TDD que siguen al primer intervalo de trama de MAC por TDD se pueden usar para intercambiar datos, coordinados por el AP, usando cualquiera de las técnicas desveladas en el presente documento.

Como se ha mencionado anteriormente, las estaciones de nueva clase pueden ir por defecto a una operación basada en CSMA y confiar en una transmisión igual-igual en ciertas situaciones (por ejemplo, en situaciones en que alguna o todas las STA en el BSS heredado no reciben las transmisiones del AP de nueva clase). En tales casos, el ciclo Conexión/Desconexión descrito anteriormente podría no ser ventajoso o incluso posible. En estos casos, las estaciones de nueva clase pueden por defecto ir a una operación igual-igual.

La FIGURA 33 representa un procedimiento de ejemplo 3310 para la realización de una comunicación igual-igual de alta velocidad, usando varias técnicas desveladas en el presente documento, mientras que se interopera con un

BSS heredado. El proceso comienza en el bloque 3300, en el que una primera STA que tiene datos para enviar a una segunda STA compite por el acceso. En el bloque 3320, habiendo competido por el acceso con éxito, la estación despeja el medio usando una señal heredada, tal como las descritas anteriormente. En el bloque 3330, la primera STA transmite una solicitud (junto con un piloto) a una segunda STA. La segunda STA es capaz de medir el canal de acuerdo con el piloto transmitido. La segunda STA transmite realimentación del canal a la primera STA. Por ello, en el bloque 3340 la primera estación recibe la respuesta con realimentación de canal (realimentación de velocidad, por ejemplo). En el bloque 3350 la primera STA transmite el piloto y datos dirigidos a la segunda estación de acuerdo con la realimentación. En el bloque 3360 la segunda STA puede transmitir a la primera STA un acuse de recibo, y puede transmitir una realimentación de velocidad continuada para su uso en una transmisión adicional. La señal heredada usada para despejar el medio permite la realización de los bloques 3330 a 3360 usando cualquiera de las técnicas de alta velocidad y mejoras a los sistemas heredados tal como las desveladas en el presente documento. Una vez que la STA ha despejado el medio, cualquier protocolo de MAC igual-igual se puede desplegar dentro del ámbito del período de la presente invención. El proceso puede continuar como se representa en el bloque de decisión 3370 mediante la vuelta al bloque 3310 o el proceso se puede detener.

En una realización de ejemplo, con el modo igual-igual, el dimensionamiento del canal funciona de acuerdo con las reglas heredadas para CSMA. En este ejemplo, no se emplean PCF y HCF y puede no haber necesariamente una arquitectura de red centralizada. Cuando una STA de nueva clase desea comunicar con otra STA de nueva clase (o AP), la STA dimensiona el canal. La primera transmisión consiste en un piloto MIMO suficiente más algún mensaje que solicita el establecimiento de una conexión. Se pueden emplear CTS y RTS para despejar el área y reservar el tiempo. El mensaje de la STA solicitante debe contener la ID de BSS de la STA, el ID de MAC de la STA y el ID de MAC de la STA objetivo (si es conocido). La respuesta debería contener los ID de BSS de la STA que responde. Esto permite a las STA determinar si necesitan realizar una corrección de recepción de los vectores de dirección transmitidos, si se utiliza dirección. Nótese que la dirección de la transmisión no tiene que ser usada en este caso, aunque puede ser ventajoso hacerlo si las STA se han calibrado todas con un AP designado que coordina el BSS.

Como se ha descrito con respecto a la FIGURA 33, una respuesta puede contener un piloto MIMO (dirigido, si se emplea) más alguna indicación de velocidad. Una vez que ha ocurrido este intercambio, es posible dirigir cada enlace. Sin embargo, si las STA pertenecen a diferentes BSS, la primera transmisión dirigida entre la STA que inició la conexión puede contener un piloto MIMO dirigido para permitir a la STA receptora que responde corregir la diferencia de fase entre los diferentes BSS.

En esta realización de ejemplo, una vez que han ocurrido los intercambios iniciales, es posible el dimensionamiento. Los intercambios deberían adaptarse al intervalo SIFS entre las transmisiones del enlace descendente y el enlace ascendente. Debido a los retardos de procesamiento potenciales en el cálculo de los vectores eigen para dirección, esto puede requerir que las STA usen un procesamiento de Error de Mínimos Cuadrados Medios (MMSE) en lugar del procesamiento del vector eigen. Una vez que se han calculado los vectores de dirección, las STA pueden comenzar a usar los vectores eigen en el lado de transmisión y en el lado de recepción puede continuar empleando el procesamiento MMSE, adaptado hacia la solución de filtrado adaptado especial óptimo. El seguimiento y control de velocidad se puede facilitar mediante la realimentación periódica entre las dos STA. El intervalo SIFS puede ser observado para que las STA mantengan el control sobre el canal.

La FIGURA 34 ilustra una comunicación igual-igual usando técnicas MIMO mediante la competición por el acceso (es decir sin gestión) en un BSS heredado. En este ejemplo, la estación de inicio 106A compite por el acceso en el canal. Cuando ha tenido éxito dimensiona el canal, se transmite el piloto MIMO 3405, seguido de una solicitud 3410. El mensaje puede contener la ID de BSS, el ID de MAC de la STA de inicio y un ID de MAC de la STA objetivo, si es conocido. Se puede usar otra señalización para despejar adicionalmente el canal, tal como CTS y RTS. La STA que responde 106B transmite el piloto con dirección 3420 seguido por un acuse de recibo y una realimentación de velocidad 3425. El piloto dirigido 3420 se transmite por SIFS 3415 que sigue a la solicitud 3410. En la realización de ejemplo, en la que el punto de acceso heredado es un punto de acceso 802.11, recuerda que el SIFS tiene la prioridad más alta y, por ello, la estación que responde 106B retendrá el control del canal. Las varias transmisiones detalladas en la FIGURA 34 se pueden transmitir por SIFS aparte de entre sí para mantener el control del canal hasta que se complete la comunicación igual-igual.

En una realización de ejemplo, se puede determinar una duración máxima para ocupación del canal. El piloto dirigido 3430, posterior a la realimentación de velocidad 3425 y los datos 3435 se transmite a partir de la STA de inicio 106A a la STA de respuesta 106B de acuerdo con la realimentación de velocidad. A continuación de los datos 3435, la STA que responde 106B transmite el piloto dirigido 3440 y un acuse de recibo y control de velocidad 3445. En respuesta, la estación de inicio 106A transmite el piloto dirigido 3450 seguido por los datos 3455.

El proceso puede continuar indefinidamente o hasta el tiempo máximo permitido para el canal de acceso, dependiendo del periodo de despliegue. No mostrado en la FIGURA 34, la STA que responde puede transmitir también datos y la estación de inicio puede asimismo transmitir control de velocidad. Estos elementos de datos se pueden combinar con los mostrados en la FIGURA 34 para maximizar la eficiencia (es decir los SIFS necesarios para su intercalado entre estas transmisiones).

Cuando dos o más BSS se solapan, puede ser deseable desplegar mecanismos que permitan al canal ser

compartido de una forma coordinada. Se trazan a continuación varios mecanismos de ejemplo, junto con procedimientos operativos de ejemplo asociados con cada uno. Estos mecanismos se pueden desplegar en combinación.

Un primer mecanismo de ejemplo es la Selección de Frecuencia Dinámica (DFS), antes del establecimiento de un BSS, se puede requerir a una WLAN que busque el medio inalámbrico para determinar la mejor Asignación de Frecuencia (FA) para establecer operaciones para el BSS. En el proceso de búsqueda de la FA candidata, un AP puede crear también una lista de vecinos para facilitar la red dirección y el traspaso entre AP. Además, la WLAN puede sincronizar los tiempos de la trama de MAC con el BSS vecino (descrito adicionalmente a continuación). El DFS se puede usar para distribuir los BSS para minimizar la necesidad de una sincronización entre BSS.

Un segundo ejemplo de mecanismo es la sincronización entre BSS. Durante un procedimiento DFS, un AP puede adquirir los tiempos del BSS vecino. En general, puede ser deseable sincronizar todos los BSS (en una única FA en una realización, o a través de múltiples FA en una realización alternativa) para facilitar el traspaso entre BSS. Sin embargo, con este mecanismo, al menos aquellos BSS que operan en la misma FA en una proximidad cercana entre sí sincronizan sus tramas de MAC. Además, si se solapan los canales contiguos de BSS (es decir los AP se pueden oír entre sí), el AP que llega de nuevo pueda alertar a la AP establecida de su presencia e instituir un protocolo de compartimiento de recursos, como sigue.

Un tercer mecanismo de ejemplo es un protocolo de compartimiento de recursos. Los BSS que se solapan en la misma FA pueden compartir de modo equitativo el canal. Esto puede ser realizado mediante la alternancia de las tramas de MAC entre BSS de alguna forma definida. Esto permite que el tráfico en cada BSS use el canal sin riesgo de interferencia de los BSS vecinos. El compartimiento se puede realizar entre todos los BSS que se solapan. Por ejemplo, con 2 BSS que se solapan, un AP usa las tramas de MAC numeradas pares y el otro que usa las tramas de MAC numeradas impares. Con 3 BSS que se solapen, el compartimento se puede realizar módulo 3, etc. Las realizaciones alternativas pueden desplegar cualquier tipo de esquema de compartimiento. Los campos de control en el mensaje de cabecera adicional BCH pueden indicar si el recurso compartido está habilitado y el tipo de ciclos de compartimiento. En este ejemplo, los tiempos para todas las STA en el BSS se ajustan para compartir cíclicamente adecuadamente. En este ejemplo, se aumentará la latencia con los BSS que se solapan.

Un cuarto mecanismo de ejemplo es la resincronización asistida de la STA. Es posible que dos BSS no se oigan entre sí, pero que una nueva STA en el área de solape pueda oír ambos. La STA puede determinar los tiempos de ambos BSS e informar de esto a ambos. Además, la STA puede determinar el desplazamiento de tiempo e indicar qué AP debería deslizar sus tiempos de trama y en cuánto. Esta información se propagará a todos los BSS conectados y todos ellos han de restablecer sus tiempos de trama para conseguir la sincronización. La resincronización de la trama se puede anunciar en el BCH. El algoritmo se puede generalizar para manejar más BSS solapadas no conocedoras.

Se detallan a continuación procedimientos de ejemplo, que se pueden desplegar en los uno o más mecanismos recién descritos.

La sincronización se puede realizar por los AP en la conexión o en otros momentos designados. Los tiempos del sistema se pueden determinar mediante la búsqueda de todas las FA para sistemas vecinos. Para facilitar la sincronización, se pueden usar un conjunto de códigos ortogonales para ayudar en la discriminación de diferentes AP. Por ejemplo, los AP tienen balizamientos conocido repetidos cada trama de MAC. Estos balizamiento se pueden cubrir con secuencias Walsh (por ejemplo de longitud 16). Así un dispositivo, tal como un AP o STA, puede realizar Mediciones de Intensidad Piloto (PSM) de los AP locales para determinar los BSS que se solapan. Detallado adicionalmente a continuación, las STA activas, asociadas con un AP, pueden transmitir ecos para ayudar a la sincronización. Los ecos pueden usar tiempos y coberturas correspondientes a la cobertura AP. Por ello, cuando se solapan los BSS, pero los AP respectivos de esos BSS no son capaces de detectar señales de los demás, un eco de una STA puede ser recibido por un AP vecino, proporcionando así información sobre su AP y una señal con la que el AP vecino se puede sincronizar. Nótese que los códigos de cobertura ortogonales se pueden reutilizar en diferentes FA.

La selección de la cobertura Walsh se puede realizar de modo determinista y en base al conjunto de coberturas Walsh no detectadas (es decir seleccionar una cobertura Walsh que no se detecte en un AP vecino). Si están presentes todas las coberturas, el código que corresponde al Nivel de Señal Recibido (RSL) más débil se pueden utilizar por el nuevo AP. En caso contrario, en una realización, se puede seleccionar el código que maximice el punto de operación para el AP (véase el tiempo de inactividad de potencia estructurada para reutilización adaptativa, detallado a continuación).

En este ejemplo, los contadores de tramas transmitidos por cada AP se escalonan relativamente entre sí. El escalonamiento empleado corresponde al índice de cobertura Walsh. Así, AP0 usa el código Walsh 0. AP*j* usa el código Walsh *j* y tiene su contador de tramas igual a 0 cuando el contador de tramas AP0 = *j* .

En la conexión, o en cualquier momento en que se vaya realizar la sincronización, un AP escucha los balizamientos de sus AP vecinos y/o los ecos de las STA. Tras la no detección de los sistemas vecinos, el AP establece su propia

referencia de tiempos. Esta puede ser arbitraria, o relacionada con el GPS o con cualquier otra referencia de tipo local. Tras la detección de un único sistema, se establece un tiempo local en consecuencia. Si el AP detecta dos o más sistemas que operan con diferentes líneas de tiempo, el AP puede sincronizarse con el sistema que tenga la señal más fuerte. Si los esquemas están funcionando en la misma asignación de frecuencia (FA), el AP puede intentar asociarse con el AP más débil para informarle del otro AP que opera en la proximidad sobre un reloj independiente. El nuevo AP intenta informar al AP más débil de la desviación de tiempo requerido para sincronizar ambas zonas de AP. La zona AP más débil puede deslizar entonces sus tiempos. Esto se puede repetir para múltiples AP vecinos. El nuevo AP puede establecer sus tiempos con los tiempos sincronizados de los dos o más sistemas. En una situación en la que todos los AP vecinos sean incapaces, por cualquier razón, de sincronizar con un único tiempo, el nuevo AP de puede sincronizarse con cualquiera de los AP vecinos.

La selección dinámica de frecuencia se puede realizar por los AP en la conexión. Como se ha establecido anteriormente, es deseable típicamente minimizar el solape de los BSS con selección DFS, para minimizar el número de BSS que requieren sincronización y cualquier retardo o reducción de rendimiento que se pueda asociar con la sincronización (es decir, un BSS con acceso al medio completo sobre una FA puede ser más eficiente que un BSS que debe compartir el medio con uno o más BSS vecinos). Después de la sincronización, el nuevo AP puede seleccionar el FA que tenga el mínimo RSL asociado con él (es decir cuando mide a los AP vecinos o durante el período de eco). Periódicamente, el AP puede consultar a las STA sobre mediciones piloto de AP. De modo similar, el AP puede planificar periodos de silencio para permitir la evaluación de los niveles de interferencia en el AP producidos por las STA de otras zonas (es decir BSS vecinos). Si los niveles de RSL son excesivos, el AP puede intentar hallar otra FA durante los períodos no planificados y/o instituir una política de tiempo de reducción de potencia, como se describe a continuación.

Como se ha descrito anteriormente, los AP se pueden organizar de acuerdo con un código de cobertura piloto. Cada AP puede usar una cobertura de secuencia Walsh de longitud 16, en este ejemplo. Se puede esperar cualquier número de códigos de varias longitudes. La cobertura piloto se usa para modular la señal de balizamiento sobre un periodo de supertrama. En este ejemplo, el periodo de supertrama es equivalente a 32 ms (es decir 16 balizamientos se trama de MAC consecutivos). Las STA se pueden integrar coherentemente a través del intervalo de supertrama para determinar la potencia piloto asociada con un AP dado. Como anteriormente, un AP puede seleccionar su código Walsh de entre el conjunto de códigos Walsh no detectados disponibles. Si todos los códigos son detectados (en la misma FA), entonces el AP puede clasificar éstos en orden desde el de mayor intensidad al más débil. El AP puede reutilizar el código Walsh que corresponde al código Walsh detectado más débil.

Para facilitar la identificación de los AP vecinos, las STA se pueden usar para transmitir un eco para identificar sus AP respectivos. Por ello, como se ha descrito anteriormente, un AP que no detecta a un AP vecino puede detectar un eco correspondiente de STA, identificando así al AP y a sus tiempos. Cada AP puede transmitir información de configuración en su balizamiento y cada STA puede operar como un repetidor para retransmitir la información de configuración del AP, así como sus tiempos, a cualquier AP vecino receptor.

Se puede requerir a las STA activas que transmitan, tras un comando desde el AP, un patrón predefinido que permita a los AP vecinos que operan en la misma FA detectar la presencia del sistema vecino. Una forma simple de facilitar esto es definir un intervalo de observación en la trama de MAC (por ejemplo entre los segmentos FCH y RCH) que no se use por el AP para ningún tráfico. La duración del intervalo de observación se puede definir para que sea suficientemente largo para que maneje el retardo de propagación diferencial máximo entre STA asociadas con el AP y STA asociadas con un AP vecino (por ejemplo 160 chips o 2 símbolos OFDM). Por ejemplo, las STA asociadas con el AP que usa el código de cobertura Walsh j puede transmitir el eco cuando su contador de trama de MAC = 0. El eco se codifica con información necesaria para permitir a los AP vecinos detectar la presencia y coexistir eficientemente con las STA en la zona del AP adyacente.

Se puede desplegar la reducción de potencia estructurada para una reutilización adaptativa. Cuando el sistema llega a estar congestionado hasta el punto en que cada FA se debe reutilizar en la vecindad de otro AP, puede ser deseable imponer un esquema de reducción de potencia estructurado para permitir a los terminales en ambas zonas operar con la máxima eficiencia. Cuando se detecta una cogestión, se puede usar el control de potencia para mejorar la eficiencia del sistema. Esto es, el lugar de transmitir a plena potencia todo el tiempo, los AP pueden usar un esquema de reducción de potencia estructurado que se sincroniza con su contador de trama de MAC.

Como un ejemplo, supongamos que dos AP están operando en la misma FA. Una vez que las AP detectan esta condición, pueden instituir una política de reducción de potencia conocida. Por ejemplo, ambas AP usan un esquema de reducción que permite la plena potencia, Ptot, en la trama de MAC 0, Ptot(15/16) en la trama de MAC 1, ... Ptot/16 en la trama de MAC 15. Dado que las AP están sincronizadas y sus contadores escalonados, ninguna zona AP está usando la potencia completa simultáneamente. El objetivo es seleccionar el patrón de reducción que permita a las STA en cada zona AP funcionar con el rendimiento más elevado posible.

El patrón de reducción usado en una AP dada puede ser una función del grado de interferencia detectado. En este ejemplo, se pueden usar hasta 16 patrones de reducción conocidos por un AP dado. El patrón de reducción usado se puede transmitir por los AP en el BCH y en los ecos transmitidos por las STA asociadas con un AP.

Un esquema de reducción de ejemplo se detalla en la Patente de Estados Unidos Nº 6.493.331, titulada “Method and apparatus for controlling transmissions of a communications systems”, por Walton et ál., asignado al asignatario de la presente invención.

Otro ejemplo de realización de una técnica para interoperabilidad con sistemas heredados se representa la FIGURA 53. Se muestra una trama de MAC de ejemplo 1500, como se ha detallado anteriormente con respecto a la FIGURA 15. Se introduce un modo ranurado en el que se definen los intervalos de ranura 5310. Un intervalo de ranura 5310 comprende un intervalo de piloto MIMO 5315 y un hueco de ranura 5320. Se insertan pilotos 5315, como se muestra, para preservar el canal frente interferencias por otras estaciones (incluyendo las AP) que operan de acuerdo con reglas tales como EDCA. La trama de MAC modificada 5330 comprende sustancialmente la trama de MAC 1500 con pilotos 5315 insertados para retener el control del medio. La FIGURA 53 es solamente ilustrativa, como será evidente para un experto en la técnica. Se pueden incorporar un modo ranurado con cualquier tipo de trama de MAC, varios ejemplos de las cuales se detallan en el presente documento.

En este ejemplo, con finalidades de ilustración, se supone un sistema 802.11 heredado, que usa tramas de MAC que son múltiplos de 1,204 ms. La trama de MAC se puede establecer en 2,048 ms para que sea síncrona. En el Tiempo de Transmisión del Balizamiento Objetivo (TBTT), se declara la duración CFP para hacer que las STA ajusten sus NAV. Durante el CFP, las STA en el BSS no deberían transmitir a menos que sean consultadas. Finalmente, como se ha descrito previamente, un AP puede enviar un RTS y tener el eco de las STA un CTS idéntico para despejar el BSS adicionalmente. Este CTS puede ser una transmisión sincronizada desde todas las STA. En este ejemplo, la alteración se puede eliminar asegurando que las tramas de MAC siempre comiencen en los límites de 2,048 ms. Esto mantiene la sincronización de tiempos entre BSS adyacentes/solapadas incluso con TBTT recortadas. Se pueden combinar varias otras técnicas, tales como las descritas anteriormente, con la técnica descrita a continuación. Una vez que se reserva el medio para la trama de MAC modificada 5330, usando cualquier técnica disponible, se puede desplegar el modo ranurado para mantener la posesión del medio, para impedir que una STA heredada interfiera con las transmisiones planificadas, reduciendo potencialmente de ese modo los aumentos en rendimiento de un sistema de nueva clase (es decir uno que use un esquema tal como el mostrado en la FIGURA 15 o en la FIGURA 53, o varios otros detallados en el presente documento).

En este ejemplo, el AP de nueva clase se somete a reglas CSMA para dimensionar el canal. Previamente a esto sin embargo, se debería intentar determinar la presencia de otro BSS, o bien por la escucha de balizamiento o bien de otras STA. No se requiere sin embargo la sincronización, para permitir un limpio compartimiento de los recursos.

Una vez se han detectado el(los) BSS vecino(s), el AP de nueva clase puede dimensionar el canal mediante la transmisión de su balizamiento. Para bloquear a otros usuarios, el AP de nueva clase transmite un piloto con una frecuencia que impide a otras STA usar el canal (es decir sin periodos inactivos más largos que un PIFS = 25 us).

El AP de nueva clase puede establecer un temporizador que le permita ocupar el canal durante una duración fija determinada para que sea limpia. Esto puede ser sincronizado aproximadamente con el período de balizamiento de de los AP heredados o asíncrono (es decir 100 ms cada 200 ms).

El AP de nueva clase puede dimensionar el canal. Durante su intervalo permitido, que se puede retrasar por los usuarios del BSS heredado. El AP de nueva clase puede renunciar al canal antes de que su tiempo haya expirado si no hay tráfico al que servir. Cuando el AP de nueva clase dimensiona el canal, tiene su uso limitado por un periodo de tiempo equitativo. Adicionalmente, los tiempos establecidos por el AP de nueva clase pueden ser consistentes con los tiempos de trama de MAC establecidos. Esto es, los balizamientos de nueva clase ocurren en los límites de 2,048 ms del reloj del AP de nueva clase. En esta forma, las STA de nueva clase pueden mantener la sincronización mediante el bloqueo en estos intervalos específicos para determinar si el AP HT ha dimensionado el canal.

El AP de nueva clase puede anunciar sus parámetros de trama en un balizamiento. Parte de los parámetros de trama pueden incluir el espaciado del intervalo piloto que indica la frecuencia de la transmisión piloto a través de la trama de MAC. Nótese que el AP de nueva clase puede planificar a las STA de modo que su transmisión se solape con el piloto de ráfaga periódica. En este caso, la STA cuyas asignaciones se solapan saben esto e ignoran el piloto durante ese periodo. Otras STA no conocen esto y por lo tanto usan un detector de umbral para validar si el piloto se transmitió durante el intervalo prescrito.

Es posible que una STA pueda transmitir un piloto en el instante en que se supone que el AP transmite o que el AP está transmitiendo el piloto dirigido a una STA durante este intervalo. Para impedir que otras STA usen este piloto, corrompiendo de ese modo sus estimaciones de canal, el piloto de AP puede usar coberturas Walsh que sean ortogonales con las coberturas Walsh piloto comunes. Se puede desplegar una estructura para la asignación de las coberturas Walsh. Por ejemplo, cuando las STA y los AP usan diferentes coberturas Walsh, el espacio Walsh puede incluir 2N coberturas, con coberturas reservadas para los AP y las restantes para las STA asociadas con un AP dado que usa una cobertura que está acoplada en una forma conocida con la cobertura Walsh del AP respectivo.

Cuando el AP de nueva clase transmite una asignación a una STA, se espera que la STA lo transmita durante el intervalo prescrito. Es posible que la STA no logre recibir la asignación, en cuyo caso el canal podría continuar sin usar por un intervalo más largo que un PIFS. Para impedir que ocurra esto, el AP puede detectar el canal durante

t < SIFS y determinar si está ocupado. Si no, el AP puede dimensionar inmediatamente el canal para la transmisión piloto, correspondientemente en fase.

Las asignaciones de canal de nueva clase se pueden ranurar a intervalos de un SIFS (16 μs). De esta forma se puede garantizar la ocupación del canal para alejar a los usuarios heredados durante el periodo de uso exclusivo de la nueva clase.

Se debe diseñar el RCH para encajar la interoperabilidad dado que la duración del RCH podría exceder de 16 μs. Si el RCH no se puede encajar fácilmente en una realización dada, del RCH puede ser asignado para trabajar en los modos heredados cuando un MAC de nueva clase no tiene el control del canal (es decir coexiste en el modo heredado). El F-RCH se puede encajar para que permita a las STA transmitir solicitudes de acceso en cualquier momento a continuación de la transmisión piloto (es decir, esperar 4 us y transmitir durante 8 us), como se ha ilustrado en la FIGURA 53.

Realización de ejemplo: WLAN MIMO 802.11 mejorada.

Se detallada a continuación un ejemplo de realización que ilustra varios aspectos introducidos anteriormente, así como aspectos adicionales. En este ejemplo, se ilustra una WLAN 802.11 mejorada que usa MIMO. Se detallan varias mejoras del MAC, así como las estructuras de datos y mensajes correspondientes para su uso en la capa de MAC y la capa física. Los expertos en la técnica reconocerán que sólo se desvela un subconjunto ilustrativo de características de una WLAN y adaptarán fácilmente las enseñanzas del presente documento a la interoperabilidad con el sistema heredado 802.11, así como la interoperabilidad con varios otros sistemas.

La realización de ejemplo, detallada a continuación, se caracteriza por la interoperabilidad con las STA 802.11a, 802.11g heredadas así como con el borrador de la 802.11e y norma final anticipada. La realización de ejemplo comprende un AP OFDM de MIMO, así denominado para distinguirle de los AP heredados. Debido a la compatibilidad hacia atrás, como se detalla a continuación, las STA heredadas son capaces de asociarse con un AP OFDM de MIMO. Sin embargo, el AP OFDM de MIMO puede rechazar explícitamente una solicitud de asociación desde una STA heredada, si lo desea. Los procedimientos DFS pueden dirigir a la STA rechazada a otro AP que soporte la operación heredada (que puede ser un AP heredado u otro AP OFDM de MIMO).

Las STA OFDM de MIMO, son capaces de asociarse con BSS 802.11a o 802.11g o una BSS independiente (IBSS) en la que ningún AP está presente. Por ello, a la tal operación, tal STA implementará todas las características obligatorias de 802.11a o 802.11g así como del borrador final anticipado de la 802.11e.

Cuando las STA OFDM de MIMO comparten el mismo canal de RLC, tanto en un BSS como en un IBSS, se soportan varias características: la máscara espectral PHY OFDM de MIMO propuesta es compatible con las máscaras espectrales 802.11a o 802.11g existentes de modo que no se introduce ninguna interferencia de canal adyacente adicional a las STA heredadas. El campo de SEÑAL extendido en la cabecera PLCP (detallado a continuación) es compatible hacia atrás con el campo SEÑAL de la 802.11 heredada. Los valores VELOCIDAD sin usar en el campo SEÑAL heredado se establecen para definir nuevos tipos PPDU (detallados a continuación). La Función de Coordinación Adaptativa (ACF) (detallad a continuación) permite compartir arbitrariamente el medio entre STA heredadas y OFDM de MIMO. Los períodos de 802.11e EDCA, 802.11e CAP y el SCAP (presentada a continuación) se pueden intercalar arbitrariamente en cualquier intervalo de balizamiento, como se determine por el planificador de AP.

Como se ha descrito anteriormente, se requiere un MAC de alto rendimiento para influenciar de modo efectivo las velocidades de datos altas habilitadas por la capa física WLAN MIMO. Se detallan a continuación varios atributos de la realización MAC de ejemplo. A continuación hay varios atributos de ejemplo:

Adaptación de las velocidades PHY y modos de transmisión para explotar efectivamente la capacidad del canal MIMO.

Baja latencia de servicio de la PHY que proporciona bajos retardos de extremo a extremo para acometer los requisitos de aplicaciones de alto rendimiento (por ejemplo multimedia). El funcionamiento en baja latencia se puede conseguir con técnicas MAC basadas en la competición a bajas cargas o usando planificación centralizada o distribuida en sistemas duramente cargados. La baja latencia proporciona muchos beneficios. Por ejemplo, la baja latencia permite una adaptación de velocidad rápida para maximizar la velocidad de datos de la capa física. La baja latencia permite la implementación MAC no costosa con pequeñas memorias intermedias, sin bloquear el ARQ. La baja latencia también minimiza un retardo de extremo a extremo para aplicaciones multimedia y de alto rendimiento.

Otro atributo es una alta eficiencia del MAC y una baja cabecera adicional de competición. En los MAC basados en competición, a altas velocidades de datos, el tipo ocupado por las transmisiones útiles se reduce mientras que una creciente fracción del tiempo se desperdicia en cabeceras adicionales, colisiones y períodos inactivos. El tiempo desperdiciado en el medio se puede reducir a través de la planificación, así como a través de la agregación de múltiples paquetes de capas superiores (por ejemplo datagramas IP) en una única trama de MAC. Las tramas agregadas se pueden formar también para minimizar las cabeceras adicionales de preámbulo y entrenamiento.

Las altas velocidades de datos habilitadas por el PHY permiten un manejo de la QoS simplificado.

Las mejoras del MAC de ejemplo, detalladas a continuación, se diseñan para acometer los criterios de rendimiento anteriores en una manera que sea compatible hacia atrás con la 802.11g y la 802.11a. Además, soporte para y mejoras a las características que se incluyen en el borrador de la norma 802.11e, descrita anteriormente, que incluye características tales como la TXOP y el Protocolo de Enlace Directo (DLP), así como el mecanismo de ACK en Bloque opcional.

En la descripción de las realizaciones de ejemplo a continuación, se usa una nueva terminología para algunos conceptos introducidos anteriormente. Se detalla un mapa para la nueva terminología en la Tabla 1.

Tabla 1. Mapa de Terminología

Terminología anterior Expresiones usadas en párrafos previos	**Mapa de la Nueva Terminología** Expresiones usadas en párrafos posteriores
MUX PDU o MPDU	Trama de MAC
MPDU parcial	Fragmento de trama de MAC
PDU de MAC	PPDU
Mensaje del canal de emisión (BCH) y Mensaje del canal de control (CCH)	Mensaje SCHED
Subcanales del mensaje del canal de control	Segmentos CTRLJ del mensaje SCHED
Intervalo de trama de MAC por TDD	Período de acceso planificado (SCAP)
F-TCH (Canal de Tráfico Directo)	Transmisiones AP-STA planificadas
R-TCH (Canal de Tráfico Inverso)	Transmisiones STA-AP o STA-STA planificadas
A-TCH (Canal de Tráfico entre iguales Ad hoc)	EDCA protegido o EDCA OFDM de MIMO
PCCH (Canal de Control entre iguales)	Campo SEÑAL de la cabecera PLCP
RCH	FRACH

Agregación de trama flexible

En esta realización de ejemplo, se facilita la agregación de trama flexible. La FIGURA 35 representa el encapsulado de una o más tramas de MAC (o fragmentos) dentro de una trama agregada. La agregación de tramas permite el encapsulado de una o más tramas de MAC (o fragmentos) 3510 dentro de una trama agregada 3520, que puede incorporar compresión de cabecera, detallada a continuación. La trama de MAC agregada 3520 forma la PSDU 3530, que se puede transmitir en una única PPDU. La trama agregada 3520 puede contener tramas encapsuladas (con fragmentos) 3510 del tipo datos, gestión o control. Cuando se habilita la privacidad, el contenido útil de la trama se puede cifrar. La cabecera de la trama de MAC de una trama cifrada se transmite “sin reservas”.

Esta agregación de tramas de nivel MAC, como se acaba de describir, permite la transmisión de tramas con cero IFS o BIFS (Espaciado Entre Tramas de Ráfaga, detallado adicionalmente a continuación) para la misma STA receptora. En ciertas aplicaciones, es deseable permitir que la AP transmita tramas con cero IFS o tramas agregadas, para múltiples STA receptoras. Esto se permite por medio del uso de la trama SCHED, explicada a continuación. La trama SCHED define el tiempo de comienzo de múltiples TXOP. Los preámbulos y el IFS se pueden eliminar cuando el AP hace transmisiones sin interrupción a múltiples STA receptoras. Esto se denomina como una agregación de PPDU para distinguirla de la agregación de tramas del nivel MAC.

Una transmisión de trama de MAC agregada de ejemplo (es decir una PPDU) comienza con un preámbulo seguido por la cabecera PLCP OFDM de MIMO (que incluye un campo SEÑAL, que puede comprender dos campos, SEÑAL1 y SEÑAL2), seguida por los símbolos de entrenamiento OFDM de MIMO (si hay alguno). Los formatos de PPDU de ejemplo se detallan adicionalmente a continuación con respecto a las FIGURAS 49-52. La trama de MAC agregada que flexiblemente agrega una o más tramas encapsuladas o fragmentos que se han de transmitir a la misma STA receptora. (El mensaje SCHED, detallado a continuación, permite la agregación de los TXOP desde la AP a múltiples STA receptoras.) No hay restricción en el número de tramas y fragmentos que se pueden agregar. Puede haber un límite al tamaño máximo de una trama agregada que se establece por medio de la negociación. Típicamente, la primera y última tramas en la trama agregada pueden ser fragmentos que se crean para un empaquetado eficiente. Cuando se incluyen varias tramas de datos encapsulados dentro de una trama agregada, las

cabeceras MAC de los datos y las tramas de datos QoS se pueden comprimir, como se detalla a continuación.

El MAC de transmisión puede intentar minimizar las cabeceras adicionales PHY y PLCP y los periodos de inactividad a través del uso de la agregación flexible de tramas. Esto se puede realizar mediante la agregación de tramas para eliminar el espacio entre tramas y las cabeceras PLCP, así como la fragmentación flexible de tramas, para ocupar totalmente el espacio disponible en una TXOP. En una técnica de ejemplo, el MAC primero calcula el número de octetos a proporcionar a la PHY en base a la velocidad de datos actual y la duración de la TXOP basada en la competición. A continuación se pueden empaquetar las tramas de MAC completas y fragmentadas para ocupar la TXOP completa.

Si no se puede encajar una trama completa en el espacio restante en una TXOP, el MAC puede fragmentar la siguiente trama para ocupar tanto como sea posible de los octetos restantes en la TXOP. Las tramas se pueden fragmentar arbitrariamente para un empaquetado eficiente. En una realización de ejemplo, esta fragmentación arbitraria se somete a la restricción de un máximo de 16 fragmentos por trama. En realizaciones alternativas, puede no ser requerida esta limitación. Los fragmentos restantes de la trama de MAC se pueden transmitir en una TXOP posterior. En la TXOP posterior, el MAC puede dar una mayor prioridad a fragmentos de una trama transmitida incompletamente, si se desea.

Se inserta una Cabecera de Agregación (2 octetos en este ejemplo), descrita adicionalmente a continuación, en la cabecera MAC de cada trama encapsulada (o fragmento) que se inserta en la trama agregada. Un campo de Longitud en la Cabecera de Agregación indica la longitud (en octetos) de la trama de MAC encapsulada y se usa por del receptor para extraer las tramas (y fragmentos) a partir de la trama agregada. El campo Tamaño de PPDU en el campo SEÑAL propuesto proporciona el tamaño de la transmisión PPDU OFDM de MIMO (número de símbolos OFDM) mientras que la longitud de cada trama de MAC encapsulada (en octetos) se indica por la Cabecera de Agregación.

Compresión de cabecera de las tramas encapsuladas

La FIGURA 36 representa una trama de MAC heredada 3600, que comprende la cabecera MAC 3660, seguida de un cuerpo de trama 3650 (que puede incluir un número variable de octetos, N) y un Símbolo de Comprobación de Trama (FCS) 3655 (4 octetos en este ejemplo). El formato de la trama de MAC de técnicas anteriores se detalla en la 802.11e. La Cabecera MAC 3660 comprende un campo de control de trama 3610 (2 octetos), un campo de duración/ID 3615 (2 octetos), un campo de control de secuencia 3635 (2 octetos) y un campo de control de QoS 3645 (2 octetos). Además, se incluyen cuatro campos de dirección, la Dirección 1 3620, la Dirección 2 3625, la Dirección 3 3630 y la Dirección 4 3640 (6 octetos cada una). Estas direcciones se pueden denominar también como TA, RA, SA y DA, respectivamente. La TA es la dirección de la estación transmisora. La RA es la dirección de la estación receptora. La SA es la dirección de la estación de origen. La DA es la dirección de la estación de destino.

Cuando varias tramas de datos encapsulados se incluyen dentro de una trama agregada, las cabeceras MAC de los datos y las tramas de datos de QoS se pueden comprimir. Se muestran en las FIGURAS 37-39 cabeceras MAC comprimidas de ejemplo para tramas de datos de QoS. Nótese que el FCS se computa sobre la cabecera MAC comprimida y el contenido útil (cifrada o no cifrada).

Como se muestra en las FIGURAS 37-39, cuando se tramiten las tramas usando PPDU de Datos MIMO (Tipo 0000), se introduce un campo de cabecera de agregación en la Cabecera MAC 3660 de la trama de MAC 3600 para crear una trama de MAC encapsulada, es decir 3705, 3805 ó 3905, respectivamente. La Cabecera MAC, incluye el campo de Cabecera de Agregación, se denomina la Cabecera MAC Extendida (es decir 3700, 3800 ó 3900). Una o más tramas encapsuladas de gestión, control y/o datos (incluyendo los datos de QoS) se pueden agregar en una trama de MAC agregada. Cuando está en uso la privacidad de datos, el contenido útil de los datos o de las tramas de datos de QoS se puede cifrar.

La Cabecera de Agregación 3710 se inserta para cada trama (o fragmento) insertado en la trama agregada (3705, 3805 ó 3905, respectivamente). La compresión de cabecera se indica por el campo de tipo de la Cabecera de Agregación, detallado a continuación. Las cabeceras de trama de los datos y de las tramas de datos de QoS pueden ser comprimidas para eliminar campos redundantes. La trama agregada 3705, representada en la FIGURA 37, ilustra una trama sin comprimir, incluye todas las cuatro direcciones y el campo Duración/ID.

Después de que se transmite una trama agregada sin comprimir, las tramas agregadas adicionales no necesitan identificar las direcciones de la estación transmisora y receptora, dado que son idénticas. Por ello, la Dirección 1 3620 y la Dirección 2 3625 se pueden omitir. El campo Duración/ID 3615 no necesita ser incluido para tramas posteriores en la trama agregada. La duración se puede usar para establecer el NAV. El campo Duración/ID está sobrecargado en base al contexto. En los mensajes de consulta, contiene la ID de Acceso (AID). En otros mensajes, el mismo campo especifica la duración para establecer el NAV. La trama correspondiente 3805 se ilustra en la FIGURA 38.

Está disponible una compresión adicional cuando la dirección de origen y la dirección de la estación de destino contienen información duplicada. En este caso, se pueden también eliminar la Dirección 3 3630 y la Dirección 4 3640, dando como resultado la trama 3905 ilustrada en la FIGURA 39.

Cuando se eliminan los campos, para descomprimir, el receptor puede insertar el campo correspondiente de la cabecera previa (después de la descompresión) en la trama agregada. En este ejemplo, la primera trama en una trama agregada siempre usa la cabecera sin comprimir. El descifrado del contenido útil puede requerir algunos campos de la Cabecera MAC que se pueden haber eliminado por la compresión de la cabecera. Después de la descompresión de la cabecera de la trama, estos campos pueden estar disponibles para el motor de descifrado. El campo de Longitud se usa por el receptor para extraer tramas (y fragmentos) de la trama agregada. El campo Longitud indica la longitud de la trama con la cabecera comprimida (en octetos).

Después de la estación, el campo de cabecera de agregación se elimina. La trama descomprimida se pasa entonces al motor de descifrado. Los campos en las cabeceras MAC (descomprimidas) se pueden requerir para verificación de la integridad del mensaje durante el descifrado.

La FIGURA 40 ilustra una Cabecera de Agregación de ejemplo 3710. El campo de Cabecera de Agregación se añade a cada cabecera de trama (o fragmento) para una o más tramas (cifradas o sin cifrar) que se transmiten en una PPDU de Datos MIMO. La Cabecera de Agregación comprende un campo de Tipo de Cabecera de Agregación de 2 bits 4010 (para indicar si se emplea o no compresión de cabecera y qué tipo) y un campo de Longitud de 12 bits 4030. Las tramas de tipo 00 no emplean compresión de cabecera. Las tramas de tipo 01 tienen los campos Duración/ID, Dirección 1 y Dirección 2 eliminados. Las tramas de tipo 10 tienen los mismos campos eliminados que las tramas de tipo 01, con los campos de Dirección 3 y Dirección 4 también eliminados. El campo de Longitud 4030 en la Cabecera de Agregación indica la longitud de la trama en octetos con la cabecera comprimida. Se reservan 2 bits 4020. Los tipos de Cabecera de Agregación se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipo de Cabecera de Agregación

Bit 0	**Bit 1**	**Significado**
0	0	Sin comprimir
0	1	Los campos Duración/ID, Dirección 1 y Dirección 2 se eliminan
1	0	Los campos Duración/ID, Dirección 1, Dirección 2, Dirección 3 y Dirección 4 se eliminan
1	1	Reservado

En esta realización de ejemplo, todas las tramas de gestión y control que están encapsuladas en la trama agregada usan la cabecera de trama sin comprimir con el tipo de cabecera de agregación 00. Las siguientes tramas de gestión se pueden encapsular junto con las tramas de datos en una trama agregada: solicitud de asociación, respuesta de asociación, solicitud de reasociación, respuesta de reasociación, solicitud de sondeo, respuesta de sondeo, desasociación, autenticación y desautenticación. Los siguientes tramos de control se pueden encapsular junto con las tramas de datos en la trama agregada: BlockAck (acuse de recibo en bloque) y BlockAckRequest (solicitud de acuse de recibo un bloque). En realizaciones alternativas, se puede encapsular cualquier tipo de tramas.

Función de coordinación adaptativa

La Función de Coordinación Adaptativa (ACF) es una extensión de la HCCA y EDCA que permite una operación planificada flexible, altamente eficiente, de baja latencia adecuada para la operación con velocidades de datos altas habilitadas por la PHY MIMO. La FIGURA 41 ilustra una realización de ejemplo de una trama de Periodo de Acceso Planificado (SCAP) para su uso en la ACF. Usando un mensaje SCHED 4120, un AP puede planificar simultáneamente una o más TXOP de AP-STA, STA-AP o STA-STA a través del periodo conocido como Periodo de Acceso Planificado 4130. Estas transmisiones planificadas se identifican como las Transmisiones Planificadas 4140. El mensaje SCHED 4120 es una alternativa a la Consulta HCCA heredada, detallada anteriormente. En la realización de ejemplo, el valor permitido máximo del SCAP es de 4 ms.

Se muestran en la FIGURA 41 transmisiones planificadas de ejemplo 4140 para ilustración, incluyendo transmisiones de AP a STA 4142, transmisiones de STA a AP 4144 y transmisiones de STA a STA 4146. En este ejemplo, el AP transmite a la STA B 4142A, a continuación a la STA D 4142B y a continuación a la STA G 4142C. Nótese que no se necesita introducir espacios entre estas TXOP dado que el origen (el AP) es el mismo para cada transmisión. Los espacios se muestran entre las TXOP cuando el origen cambia (espacios de ejemplo se detallan adicionalmente a continuación). En esta ilustración, después de que las transmisiones del AP a la STA 4142, la STA C transmite al AP 4144A, a continuación, después de un espacio, la STA G trasmite al AP 4144B y a continuación, después de un espacio, la STA E transmite al AP 4144C. Se planifica a continuación una TXOP 4146 entre iguales. En este caso, la STA E permanece como el origen (que transmite a la STA F), de modo que no se necesita introducir un espacio si la potencia de transmisión de la STA E no se cambia, en caso contrario se puede usar un espacio BIFS. Se pueden planificar transmisiones adicionales de STA a STA, pero no se muestran en este ejemplo. Se puede planificar cualquier combinación de TXOP, en cualquier orden. El orden de los tipos de TXOP mostrados es solamente un ejemplo por convención. Aunque puede ser deseable planificar los TXOP para minimizar el número

requerido de espacios, no es obligatorio.

El Período de Acceso Planificado 4130 puede contener también un período FRACH 4150 dedicado a las transmisiones del Canal de Acceso Aleatorio Rápido (FRACH) (en las que una STA puede realizar una solicitud para una asignación) y/o un periodo EDCA OFDM de MIMO 4160 en el que la STA DE MIMO puede usar procedimientos EDCA. Estos períodos de acceso basados en la competición se protegen mediante el NAV establecido para el SCAP. Durante el periodo EDCA OFDM de MIMO 4160, las STA DE MIMO usan procedimientos EDCA para acceder al medio sin tener que competir con las STA heredadas. Las transmisiones durante cualquier periodo de competición protegido usan la cabecera PLCP MIMO (detallada adicionalmente a continuación). El AP no proporciona planificación de TXOP durante el periodo de competición protegido, en esta realización.

Cuando sólo están presentes STA DE MIMO, el NAV para el SCAP se puede establecer a través de un campo de duración en la trama SCHED (la trama SCHED se detalla adicionalmente a continuación). Opcionalmente, si se desea protección de las STA heredadas, el AP puede preceder la trama SCHED 4120 con una CTS a sí mismo 4110 para establecer el NAV para el SCAP en todas las STA en el BSS.

En esta realización, las STA DE MIMO siguen los límites del SCAP. La última STA en transmitir en un SCAP debe terminar su TXOP al menos una duración PIFS antes del final del SCAP. Las STA DE MIMO también siguen los límites de la TXOP planificado y completan su transmisión antes del final de la TXOP asignado. Esto permite a las STA planificadas posteriormente comenzar sus TXOP sin detectar que el canal esté inactivo.

El mensaje SCHED 4120 define la planificación. Se incluyen asignaciones de TXOP (AP-STA, STA-AP y/o STA-STA) en los elementos CTRLJ (4515 - 4530 en la FIGURA 45, detallados a continuación) en la trama SCHED. El mensaje SCHED puede definir también la parte del SCAP 4100 dedicada al FRACH 4150, si hay alguno, y una parte protegida para la operación EDCA 4160, si hay alguna. Si no se incluyen asignaciones TXOP planificadas en la trama SCHED, entonces se establece el SCAP completo aparte para transmisiones EDCA (incluyendo cualquier FRACH) protegido de las STA heredadas por el NAV establecido para el SCAP.

La longitud máxima de la TXOP planificada o basada en competición permitida durante el SCAP se puede indicar en el elemento de capacidades ACF. En esta realización, la longitud del SCAP no cambia durante un intervalo de balizamiento. La longitud puede estar indicada en el elemento de capacidades ACF. Un elemento ACF de ejemplo comprende una Longitud SCAP (10 bits), una Longitud TXOP de SCAP máxima (10 bits), una duración del IFS de Guarda (GIFS) (4 bits) y una RESPUESTA FRACH (4 bits). La Longitud SCAP indica la longitud del SCAP para el intervalo de balizamiento actual. El campo se codifica en unidades de 4 μs. La Longitud de la TXOP del SCAP máxima indica la longitud de TXOP máxima permisible durante un SCAP. El campo se codifica en unidades de 4 μs. La Duración GIFS es el intervalo de guarda entre TXOP de SCAP planificados consecutivos. El campo se codifica en unidades de 800 ns. La RESPUESTA FRACH se indica en unidades de SCAP. El AP debe responder a una solicitud recibida usando una PPDU de FRACH proporcionando a la STA una TXOP planificado dentro del SCAP de RESPUESTA FRACH.

La FIGURA 42 muestra un ejemplo de cómo se puede usar el SCAP en conjunto con HCCA y EDCA. En cualquier intervalo de Balizamiento (ilustrado con los balizamientos 4210A-C), el AP tiene completa flexibilidad para intercalar adaptativamente la duración del acceso basado en competición EDCA con el CAP de 802.11e y el SCAP OFDM de MIMO.

Por ello, usando el ACF, el AP puede operar como en HCCA, pero con la capacidad adicional de la asignación de períodos para SCAP. Por ejemplo, el AP puede usar CFP y CP como en PCF, asignar un CAP para una operación consultada como en HCCA, o puede asignar un SCAP para una operación planificada. Como se muestra en la FIGURA 42, en un intervalo de Balizamiento, el AP puede usar cualquier combinación de períodos para acceso basado en competición (EDCA) 4220A-F, CAP 4230A-F y SCAP 4100A-I. (Por simplicidad, el ejemplo en la FIGURA 42 no muestra ningún CFP.) El AP adapta la proporción del medio ocupado por diferentes tipos de mecanismos de acceso en base a sus algoritmos de planificación y sus observaciones de la ocupación del medio. Se puede desplegar cualquier técnica de planificación. El AP determina si los flujos de QoS admitidos están siendo satisfechos y puede usar otras observaciones incluyendo la ocupación medida del medio para adaptación.

Los HCCA y CAP asociados respectivos se han descrito anteriormente. Un ejemplo ilustrativo de CAP 4230 se muestra en la FIGURA 42. Una TXOP de AP 4232 es seguido por la consulta 4234A. Una TXOP HCCA 4236A sigue a la Consulta 4234A. Se transmite otra consulta 4234B seguida por otra TXOP HCCA 4236B respectivo.

La EDCA se ha descrito anteriormente. Un ejemplo ilustrativo de EDCA 4220 se muestra en la FIGURA 42. Se muestran varias TXOP de EDCA 4222A-C. Se omite un CFP en este ejemplo.

Un SCAP 4100, como se muestra en la FIGURA 42, puede tener el formato detallado en la FIGURA 41, incluyendo un CTS a sí Mismo 4110, el SCHED 4120 y un Período de Acceso Planificado 4130.

El AP indica una operación planificada usando un mensaje del 802.11 Mensaje de Indicación de Tráfico de Entrega (DTIM) como sigue. El DTIM contiene un mapa de bits de ID de Acceso (AID) para el que el AP u otra STA en el BSS ha reservado datos. Usando el DTIM, todas las STA con capacidad MIMO se señalan para permanecer

despiertas siguiendo el Balizamiento. En un BSS en el que están presentes tanto STA heredadas como MIMO, las STA heredadas se planifican primero, siguiendo inmediatamente al Balizamiento. Justo después de las transmisiones heredadas, se transmite el mensaje SCHED que indica la composición del Periodo de Acceso Planificado. Las STA con capacidad MIMO no planificadas en un Periodo de Acceso Planificado particular pueden permanecer durmientes por el resto del SCAP y despertar para escuchar mensajes SCHED posteriores.

Se habilitan varios otros modos de operación con ACF. La FIGURA 42 muestra una operación de ejemplo en la que cada intervalo de Balizamiento comprende un número de SCAP 4100 intercalados con períodos de acceso basados en la contención 4220. Este modo permite una compartición “limpia” del medio en el que los flujos de QoS MIMO se planifican durante el SCAP mientras que los flujos de QoS no MIMO usan periodos de contención junto con las STA heredadas, si están presentes. Los periodos intercalados permiten un servicio de baja latencia para las STA DE MIMO y heredadas.

Como se ha descrito anteriormente, el mensaje SCHED en el SCAP puede estar precedido por un CTS a sí mismo para protección frente a las STA heredadas. Si no hay STA heredadas presentes, no se requiere un CTS a sí mismo (u otra señal de despejado heredada). El Balizamiento 4210 puede establecer un CFP largo para proteger a todos los SCAP de cualquier STA heredada que llegue. Un CP al final del intervalo de balizamiento permite a las STA heredadas que llegan de nuevo acceder al medio.

La operación de baja latencia optimizada con un gran número de STA DE MIMO puede estar habilitada usando la operación de ejemplo mostrada en la FIGURA 44. En este ejemplo, la suposición es que las STA heredadas, si están presentes, requieren solamente recursos limitados. El AP transmite un balizamiento, estableciendo un CFP largo 4410 y un CP corto 4420. Un balizamiento 4210 es seguido por cualquier mensaje de emisión/difusión múltiple para las STA heredadas. A continuación los SCAP 4100 se planifican como respaldo. Este modo de operación proporciona también una gestión de potencia optimizada, dado que las STA necesitan despertar periódicamente para escuchar los mensajes SCHED y pueden permanecer durmientes durante el intervalo SCAP si no está planificado en el SCAP actual.

El acceso basado en la competición protegido para las STA DE MIMO se proporciona a través de los periodos FRACH o EDCA MIMO incluidos en el periodo de acceso planificado 4130 del SCAP 4100. Las STA heredadas pueden obtener acceso al medio en base a la competición durante el CP 4420.

Las transmisiones planificadas consecutivas desde el AP se pueden planificar inmediatamente a continuación de la transmisión de la trama SCHED. La trama SCHED se puede transmitir con un preámbulo. Las transmisiones de AP planificadas posteriores se pueden transmitir sin un preámbulo (se puede transmitir un indicador de si se incluye o no preámbulo). Se detalla un preámbulo PLCP de ejemplo adicionalmente a continuación. Las transmisiones de STA planificadas comenzarán con un preámbulo en la realización de ejemplo.

Recuperación de error

El AP puede usar varios procedimientos para recuperarse de los errores de recepción de SCHED. Por ejemplo, si una STA es incapaz de decodificar un mensaje SCHED, no será capaz de utilizar sus TXOP. Si no comienza una TXOP planificado en el tiempo de comienzo asignado, el AP puede iniciar la recuperación mediante la transmisión en un PIFS después del comienzo de la TXOP planificado no usado. El AP puede usar el periodo de la TXOP planificado no usado como un CAP. Durante el CAP, el AP puede transmitir a una o más STA o Consultar a una STA. La Consulta puede ser a la STA que perdió la TXOP planificado o a otra STA. El CAP se termina previamente al siguiente TXOP planificado.

Se puede usar también el mismo procedimiento cuando una TXOP termina anticipadamente. El AP puede iniciar la recuperación mediante la transmisión en un PIFS después del final de la última transmisión en la TXOP planificado. El AP puede usar el periodo no usado de una TXOP planificado como un CAP, como se acaba de describir.

Competición protegida

Como se ha descrito anteriormente, un SCAP puede contener también una parte dedicada a transmisiones FRACH y/o una parte en la que las STA DE MIMO pueden usar procedimientos EDCA. Estos periodos de acceso basados en la competición se pueden proteger por el NAV establecido para el SCAP.

La competición protegida complementa la operación planificada de baja latencia permitiendo a las STA indicar las solicitudes de TXOP para ayudar al AP en la planificación. En el periodo EDCA protegido, las STA OFDM de MIMO pueden transmitir tramas usando acceso basado en EDCA (protegido de la competición con las STA heredadas). Usando técnicas heredadas, las STA pueden indicar la solicitud de duración de la TXOP o el estado de la memoria intermedia en el campo de Control de QoS de la 802.11e en la Cabecera MAC. Sin embargo, el FRACH es un medio más eficiente de proporcionar la misma función. Durante el periodo FRACH, las STA pueden usar competición similar a la Aloha ranurada para acceder al canal en ranuras FRACH de tamaño fijo. La PPDU FRACH puede incluir la solicitud de duración de la TXOP.

En la realización de ejemplo, las transmisiones de trama MIMO usan la Cabecera PLCP MIMO, detallada a

continuación. Dado que las STA 802.11b, 802.11a y 802.11g heredadas son capaces de decodificar solamente el campo SEÑAL1 de la cabecera PLCP MIMO (detallada con respecto a la FIGURA 50, a continuación), en la presencia de STA no MIMO, las tramas MIMO se deben transmitir con protección. Cuando están presentes tanto STA heredadas como MIMO, las STA que usan procedimientos de acceso EDCA pueden usar una secuencia RTS/CTS heredada para protección. La RTS/CTS heredada se refiere a la transmisión de tramas RTS/CTS usando preámbulos heredados, cabecera PLCP y formatos de trama de MAC.

Las transmisiones MIMO pueden utilizar también mecanismos de protección proporcionados por el HCCA de 802.11e. Por ello, las transmisiones desde las AP a las STA, las transmisiones consultadas desde STA al AP o desde una STA a otras STA (usando el Protocolo de Enlace Directo) pueden tener provista una protección usando el Periodo de Acceso Controlado (CAP).

El AP puede usar también CTS a sí mismo heredado para protección del Periodo de Acceso Planificado (SCAP) MIMO frente a las STA heredadas.

Cuando un AP determina que todas las STA presentes en el BSS son capaces de decodificar la cabecera PLCP MIMO, indica esto en un elemento de capacidades MIMO en el Balizamiento. Esto se denomina como un BSS MIMO.

En un MIMO BSS, tanto bajo EDCA como HCCA, las transmisiones de tramas usan la cabecera PLCP MIMO y los símbolos de entrenamiento OFDM de MIMO de acuerdo con las reglas de envejecimiento de los símbolos de entrenamiento OFDM de MIMO. Las transmisiones en el BSS MIMO usan el PLCP MIMO.

Espaciado entre tramas reducido

Se han detallado anteriormente varias técnicas para reducir en general el Espacio Entre Tramas. Se ilustran aquí varios ejemplos de reducción del espacio entre tramas en esta realización de ejemplo. Para transmisiones planificadas, el tiempo de comienzo de la TXOP se indica en el mensaje SCHED. La STA que transmite puede comenzar su TXOP en el momento de comienzo preciso indicado en el mensaje SCHED sin determinar que el medio esté inactivo. Como se ha descrito anteriormente, las transmisiones de AP planificadas consecutivas durante un SCAP se transmiten sin un IFS mínimo.

En la realización de ejemplo, las transmisiones de STA planificadas consecutivas (desde diferentes STA) se transmiten con un IFS de al menos un IFS de Guarda (GIFS). El valor por defecto del GIFS es de 800 ns. Se puede elegir un valor más grande hasta el valor del IFS de ráfaga (BIFS) definido a continuación. El valor del GIFS se puede indicar en el elemento de capacidades ACF, descrito anteriormente. Las realizaciones alternativas pueden emplear cualesquiera valores para GIFS y BIFS.

Las transmisiones PPDU OFDM de MIMO consecutivas desde la misma STA (ráfagas TXOP) están separadas por un BIFS. Cuando se opera en la banda de 2,4 GHz, el BIFS es igual a los 10 μs y el PPDU OFDM de MIMO no incluye los 6 μs de extensión de señal OFDM. Cuando se opera en la banda de 5 GHz, el BIFS es de 10 μs. En una realización alternativa, se puede establecer el BIFS para que tenga un valor más pequeño o más grande, incluyendo 0. Para permitir a la STA que recibe un control de ganancia automática (AGC) para conmutar entre transmisiones, se puede usar un espacio más grande que 0 cuando la potencia de transmisión de la STA que transmite se cambia.

Las tramas que requieren una respuesta inmediata de las STA receptoras no se transmiten usando una PPDU OFDM de MIMO. En su lugar, se transmiten usando la PPDU heredada subyacente, es decir la Cláusula 19 en la banda de 2,4 GHz o la Cláusula 17 en la banda de 5 GHz. Algunos ejemplos de cómo se multiplexan las PPDU OFDM de MIMO en el medio se muestran a continuación.

Primero, considérese una RTS/CTS heredada seguida por una ráfaga PPDU OFDM de MIMO. La secuencia de transmisiones es como sigue: RTS heredada - SIFS - CTS heredada - SIFS - PPDU OFDM de MIMO - BIFS - PPDU OFDM de MIMO. En 2,4 GHz, la RTS heredada o PPDU CTS usa la extensión de señal de OFDM y el SIFS es de 10 μs. En 5 GHz, no hay extensión OFDM pero el SIFS es de 16 μs.

Segundo, considérese una TXOP EDCA usando PPDU OFDM de MIMO. La secuencia de transmisión es como sigue: PPDU OFDM de MIMO - BIFS - BlockAckRequest heredado - SIFS - ACK. La TXOP EDCA se obtiene usando procedimientos EDCA para la Clase de Acceso (AC) apropiada. Como se ha detallado anteriormente, el EDCA define clases de accesos que pueden usar diferentes parámetros por AC, tal como AIFS[AC], CWmin[AC] y CWmax[AC]. El BlockAckRequest se trasmite con cualquier extensión de señal o un SIFS de 16 μs. Si el BlockAckRequest se transmite en la trama agregada dentro del PPDU OFDM de MIMO, no hay ACK.

Tercero, considérese TXOP planificados consecutivos. La secuencia de transmisión es como sigue: STA A PPDU OFDM de MIMO - GIFS - STA B PPDU OFDM de MIMO. Puede haber un periodo inactivo después de la transmisión de la STA A PPDU OFDM de MIMO si la transmisión PPDU es más corta que el tiempo de TXOP permitido máximo asignado.

Como se ha descrito anteriormente, la decodificación y demodulación de transmisiones OFDM codificadas impone

requisitos de procesamiento adicional en la STA receptora. Para encajar esto, las 802.11a y 802.11g permiten un tiempo adicional para la STA receptora antes de que se deba transmitir un ACK. En la 802.11 a, se establece el tiempo SIFS en 16 μs. En la 802.11g el tiempo SIFS se establece en 10 μs pero se introducen 6 μs de extensión de señal OFDM.

Dado que la decodificación y de modulación de transmisiones OFDM de MIMO pueden suponer incluso más esfuerzo de procesamiento, siguiendo la misma lógica, una realización se puede diseñar para aumentar el SIFS o extensión de señal OFDM, conduciendo a una reducción adicional en la eficiencia. En la realización de ejemplo, mediante la extensión del ACK en Bloque y de mecanismos de acuse de recibo en bloque retardado del 802.11e, se elimina el requisito de un ACK inmediato para todas las transmisiones OFDM de MIMO. En lugar de aumentar el SIFS o la extensión de la señal, se elimina la extensión de la señal y para muchas situaciones el espacio entre tramas requerido entre transmisiones consecutivas se reduce o elimina, conduciendo a una eficiencia mayor.

Mensaje SCHED

La FIGURA 45 ilustra el mensaje SCHED, introducido anteriormente con respecto a la FIGURA 41, y detallado adicionalmente a continuación. El mensaje SCHED 4120 es un mensaje de consulta múltiple que asigna una o más TXOP de AP-STA, STA-AP y STA-STA durante la duración de un Periodo de Acceso Planificado (SCAP). El uso del mensaje SCHED permite una consulta reducida y una cabecera adicional de competición, así como elimina los IFS innecesarios.

El mensaje SCHED 4120 define la planificación para el SCAP. El mensaje SCHED 4120 comprende una Cabecera MAC 4510 (15 octetos en la realización de ejemplo). En la realización de ejemplo, cada uno de los segmentos CTRL0, CTRL1, CTRL2 y CTRL3 (denominados en el presente documento genéricamente como CTRLJ, en el que J puede ser 0 a 3 para ilustrar los segmentos 4515 - 4530, respectivamente) son de longitud variable y se pueden transmitir en 6, 12, 18 y 24 Mbps, respectivamente, cuando están presentes.

La Cabecera MAC de ejemplo 4510 comprende el Control de Trama 4535 (2 octetos), la Duración 4540 (2 octetos), el BSSID 4545 (6 octetos), la Gestión de Potencia 4550 (2 octetos) y el MAP 4555 (3 octetos). Los bits 13-0 del campo Duración 4540 especifican la longitud del SCAP en microsegundos. El campo Duración 4540 se usa por las STA con capacidad de transmisiones OFDM de MIMO para establecer el NAV durante la duración del SCAP. Cuando están presentes STA heredadas en el BSS, el AP puede usar otros medios para proteger al SCAP, por ejemplo un CTS a sí Mismo heredado. En la realización de ejemplo, el valor máximo del SCAP es de 4 ms. El campo BSSID 4545 identifica al AP.

El campo de Gestión de Potencia 4550 se muestra en la FIGURA 46. La Gestión de Potencia 4550 comprende un Contador SCHED 4610, un campo reservado 4620 (2 bits), una Potencia de Transmisión (4630 y una Potencia de Recepción 4640. La potencia de transmisión y la potencia de recepción del AP son las indicadas en el campo de Gestión de Potencia y el nivel de potencia de recepción de la STA se mide en la STA.

El Contador de SCHED es un campo que se incrementa en cada transmisión SCHED (6 bits en este ejemplo). El Contador SCHED se repone en cada transmisión de Balizamiento. El Contador SCHED se puede usar para varias finalidades. Como un ejemplo, se describe a continuación una característica de ahorro de potencia usando el Contador SCHED.

El campo de Potencia de Transmisión 4630 representa el nivel de potencia de transmisión que se está usando por el AP. En la realización de ejemplo, el campo de 4 bits se codifica como sigue: el valor representa el número de etapas de 4 dB en las que el nivel de la potencia de transmisión está por debajo del Nivel de Potencia de Transmisión Máxima (en dBm) para ese canal como se indica en un elemento de información del Balizamiento.

El campo Potencia de Recepción 4640 representa el nivel de potencia de recepción esperada en el AP. En la realización de ejemplo, el campo de 4 bits se codifica como sigue: el valor representa el número de etapas de 4 dB en la que el nivel de potencia de recepción está por encima del Nivel de Sensibilidad de Receptor mínima (-82 dBm). En base a nivel de potencia recibido en una STA, una STA puede calcular su nivel de potencia de transmisión como sigue: Potencia de Transmisión de la STA (dBm) = Potencia de Transmisión del AP (dBm) + Potencia de Recepción del AP (dBm) - Potencia de Recepción de la STA (dBm).

En la realización de ejemplo, durante las transmisiones STA-STA planificadas, el segmento de control se transmite en un nivel de potencia que se puede decodificar tanto en el AP así como en las STA receptoras. Un informe de control de potencia desde el AP o el campo de Gestión de Potencia 4550 en la trama SCHED permite a la STA determinar el nivel de potencia de transmisión requerido de modo que el segmento de control se pueda decodificar en el AP. Este aspecto general se ha detallado anteriormente con respecto a la FIGURA del 22. Para una transmisión STA-STA planificada, cuando la potencia requerida para decodificar en el AP es diferente que la potencia requerida para decodificar en las STA receptoras, se transmite la PPDU en el más alto de los dos niveles de potencia.

El campo MAP 4555, mostrado en la FIGURA 47, especifica la presencia y duración de los periodos de acceso basados en competición protegidos durante el SCAP. El campo MAP 4555 comprende el Contador FRACH 4710, el

Desplazamiento FRACH 4720 y el Desplazamiento EDCA 4730. El Contador FRACH 4710 (4 bits) de ejemplo es el número de ranuras FRACH planificadas comenzando en el Desplazamiento FRACH 4720 (10 bits). Cada ranura FRACH es de 28 μs. Un valor de Contador FRACH de '0' indica que no hay periodo FRACH en el Periodo de Acceso Planificado actual. El Desplazamiento EDCA 4730 es el comienzo del período EDCA protegido. El Desplazamiento EDCA 4730 de ejemplo es de 10 bits. Tanto el Desplazamiento FRACH 4720 como el Desplazamiento EDCA 4730 están en unidades de 4 μs comenzando desde el inicio de la transmisión de la trama SCHED.

El mensaje SCHED 4120 se transmite como una PPDU SCHED 5100 (Tipo 0010), detallado adicionalmente a continuación con respecto a la FIGURA 51. La presencia dentro del mensaje SCHED 4120 y la longitud de los segmentos CTRL0 4515, CTRL1 4520, CTRL2 4525 y CTRL3 4530 se indican en el campo SEÑAL (5120 y 5140) de la Cabecera PLCP de la PPDU SCHED 5100.

La FIGURA 48 ilustra las tramas de control SCHED para asignación de la TXOP. Cada uno de los segmentos CTRL0 4515, CTRL1 4520, CTRL2 4525 y CTRL3 4530 son de longitud variable y comprenden cada uno cero o más elementos de asignación (4820, 4840, 4860 y 4880, respectivamente). Se añaden un FCS de 16 bits (4830, 4850, 4870 y 4890, respectivamente) y 6 bits de cola (no mostrados) por segmento CTRLJ. Para el segmento CTRL0 4515 el FCS se calcula sobre la Cabecera MAC 4510 y cualesquiera elementos de asignación CTRL0 4820 (por ello la Cabecera MAC se muestra precediendo al CTRL0 4515 en la FIGURA 48). En la realización de ejemplo, el FCS 4830 para él CTRL0 4515 se incluye incluso si no se incluyen elementos de asignación en el segmento CTRL0.

Como se ha detallado en el presente documento, el AP transmite las asignaciones para transmisiones AP-STA, STA-AP y STA-STA en la trama SCHED. Los elementos de asignación a diferentes STA se transmiten en el segmento CTRLJ como se indica por la STA en el campo de Velocidad SCHED de la Cabecera PLCP de sus transmisiones. Nótese que del CTRL0 al CTRL3 corresponden a una robustez decreciente. Cada STA comienza la decodificación de la cabecera PLCP de la PPDU SCHED. El campo SEÑAL indica la presencia y la longitud de los segmentos CTRL0, CTRL1, CTRL2 CTRL3 en la PPDU SCHED. La STA receptora comienza su decodificación de la Cabecera MAC y el segmento CTRL0, decodificando cada elemento de asignación hasta el FCS, y lo continúa hasta decodificar posteriormente CTRL1, CTRL2 y CTRL3, deteniéndose en el segmento CTRLJ cuyo FCS sea incapaz de verificar.

Se definen cinco tipos de elementos de asignación como se muestra en la Tabla 3. Un número de elementos de asignación se puede empaquetar en cada segmento CTRLJ. Cada elemento de asignación específica el ID de Acceso (AID) de la STA transmisora, el AID de la STA receptora, el tiempo de comienzo de la TXOP planificado y la longitud permitida máxima de la TXOP planificado.

Tabla 3. Tipos de Elementos de Asignación

Tipo (3 bits)	Tipo de Elemento de Asignación	Campos (Longitudes en bits)		Longitud Total en bits
000	AP-STA Simplex	Preámbulo Presente AID Comienzo de Desplazamiento Duración de la TXOP	(1) (16) (10) (10)	40
001	STA-AP Simplex	AID Comienzo de Desplazamiento Duración de la TXOP	(16) (10) (10)	39
010	AP-STA Duplex	Preámbulo Presente AID Comienzo de Desplazamiento del AP Duración de la TXOP del AP Comienzo de Desplazamiento de STA Duración de la TXOP de STA	(1) (16) (10) (10) (10) (10)	60
011	STA-STA Simplex	AID de Transmisión AID de Recepción Comienzo de Desplazamiento Tamaño de PPDU Máx.	(16) (16) (10) (10)	55
100	STA-STA Duplex	AID 1 AID 2 Comienzo de Desplazamiento de STA 1 Tamaño de PPDU Máx. de STA 1 Comienzo de Desplazamiento de STA 2 Tamaño de PPDU Máx. de STA 2	(16) (16) (10) (10) (10) (10)	75

El preámbulo se puede eliminar en transmisiones consecutivas desde el AP. El bit de preámbulo presente se establece en 0 si el AP no transmite un preámbulo para una transmisión de AP planificada. Un beneficio de ejemplo

de la eliminación del preámbulo es cuando el AP tiene un ancho de banda bajo, flujos de baja latencia para varias STA, tal como en un BSS con muchos flujos de voz sobre IP (VoIP). Por lo tanto, la trama SCHED permite la agregación de transmisiones desde el AP a varias STA receptoras (es decir la agregación de PPDU, descrita anteriormente). La Agregación de Tramas, como se definió anteriormente, permite la agregación de las tramas a una STA receptora.

El campo Desplazamiento del Comienzo está en múltiplos de 4 μs referidos al tiempo de comienzo del preámbulo del mensaje SCHED. El AID es el ID de Acceso de las STA asignadas.

Para todos los tipos de elementos de asignación excepto para las transmisiones STA-STA planificadas, el campo Duración de la TXOP es la longitud máxima permitida de la TXOP planificado en múltiplos de 4 μs. El tamaño de PPDU real de la PPDU transmitida se indica en el campo SEÑAL1 de la PPDU (detallado adicionalmente continuación).

Para transmisiones STA-STA planificadas (Tipos de Elemento de Asignación 011 y 100), el campo del Tamaño de PPDU Máximo es también la longitud máxima permitida de la TXOP planificado en múltiplos de 4 μs, sin embargo pueden ser de aplicación reglas adicionales. En la realización de ejemplo, para transmisiones STA-STA planificadas, la TXOP contiene solamente una PPDU. La STA receptora usa el Tamaño de PPDU Máximo indicado en el elemento de asignación para determinar el número de símbolos OFDM en la PPDU (dado que el campo de Tamaño de PPDU se sustituye por un campo de Solicitud en la SEÑAL1, detallado a continuación con relación a la FIGURA 51). Si el flujo STA-STA usa símbolos OFDM con el Intervalo de Guarda (GI) estándar, la STA receptora establece el Tamaño de PPDU para la TXOP planificado en el Tamaño de PPDU Máximo indicado en el elemento de asignación. Si el flujo STA-STA usa símbolos OFDM con GI clasificado, la STA receptora determina el tamaño de la PPDU escalando hasta el campo de Tamaño de PPDU Máximo con un factor de 10/9 y redondeando hacia abajo. La STA transmisora puede transmitir una PPDU más corta que el tamaño de PPDU Máximo, el tamaño de PPDU no proporciona la Longitud de la trama de MAC agregada al receptor. La longitud de las tramas encapsuladas incluye en la cabecera de Agregación de cada trama de MAC.

La inclusión de la STA transmisora y receptora en los elementos de asignación permite el ahorro de potencia en las STA que no están planificadas para transmitir o recibir durante el SCAP. Recuérdese el campo del Contador SCHED presentado anteriormente. Cada asignación planificada por el mensaje SCHED especifica el AID de la STA transmisora, el AID de la STA receptora, el tiempo de comienzo de la TXOP planificado y la longitud máxima permitida de la TXOP planificado. El Contador de SCHED se incrementa en cada transmisión SCHED y se repone en cada transmisión de Balizamiento. Las STA pueden indicar una operación de Ahorro de Potencia al AP y por ello se proporcionan valores de Contador de SCHED específicos durante los que se pueden asignar TXOP de transmisión o recepción planificados por el AP. Las STA pueden entonces despertar periódicamente sólo para escuchar los mensajes SCHED con un Contador de SCHED apropiado.

Formatos PPDU

La FIGURA 49 representa una PPDU de la 802.11 heredado 4970, que comprende un preámbulo PLCP 4975 (12 símbolos OFDM), una cabecera PLCP 4910, un PSDU de longitud variable 4945, una cola de 6 bits 4950 y un añadido de longitud variable 4955. Una parte 4960 de la PPDU 4970 comprende un campo SEÑAL (1 símbolo OFDM) transmitido usando BPSK a una velocidad = 1/2 y un campo de datos de longitud variable 4985, transmitido con el formato de modulación y velocidad indicada en SEÑAL 4980. La cabecera PLCP 4910 comprende la SEÑAL 4980 y el campo de servicio de 16 bits 4940 (que se incluye en el DATA 4985 y se transmite de acuerdo con su formato). El campo SEÑAL 4980 comprende la velocidad 4915 (4 bits), el campo reservado 4920 (1 bit), la longitud 4925 (12 bits), bit de Paridad 4930 y cola 4935 (6 bits).

El campo SEÑAL extendido (detallado a continuación) en la Cabecera PLCP de ejemplo (detallada a continuación) es compatible hacia atrás con el campo SEÑAL 4980 de la 802.11 heredada. Los valores no usados del campo VELOCIDAD 4915 en el campo SEÑAL heredado 4980 se establecen para definir los tipos de PPDU (detallados a continuación).

Se introducen varios tipos nuevos de PPDU. Para una compatibilidad hacia atrás con las STA heredadas, el campo VELOCIDAD en el campo SEÑAL de la Cabecera PLCP se modifica en un campo VELOCIDAD/Tipo. Los valores no usados de VELOCIDAD se designan como Tipo PPDU. El Tipo PPDU también indica la presencia y longitud de la extensión del campo SEÑAL designada como SEÑAL2. Se definen nuevos valores del campo VELOCIDAD/Tipo en la Tabla 4. Esos valores del campo VELOCIDAD/Tipo quedan sin definir para las STA heredadas. Por lo tanto, las STA heredadas abandonarán la decodificación de la PPDU después de decodificar con éxito el campo SEÑAL1 y encontrar un valor no definido en el campo VELOCIDAD.

Alternativamente, el bit Reservado en el campo SEÑAL se puede establecer en '1' para indicar una transmisión OFDM de MIMO a una STA de nueva clase. Las STA receptoras pueden ignorar el bit reservado y continuar intentando la decodificación del campo SEÑAL y la transmisión restante.

El receptor es capaz de determinar la longitud del campo SEÑAL2 en base al Tipo de PPDU. El PPDU FRACH

aparece solamente en una parte designada del SCAP y necesita ser decodificado solamente por el AP.

Tabla 4. Tipos de PPDU MIMO

VELOCIDAD/Tipo (4 bits)	PPDU MIMO	Longitud del Campo SEÑAL2 (Símbolos OFDM)
0000	Transmisión de BSS, IBSS MIMO o MIMO AP (excepto PPDU SCHED).	1
0010	PPDU SCHED BSS MIMO	1
0100	PPDU FRACH BSS MIMO	2

La FIGURA 50 representa el formato PPDU MIMO 5000 para transmisiones de datos. La PPDU 5000 se refiere como el Tipo de PPDU 0000. La PPDU 5000 comprende un preámbulo PLCP 5010, la SEÑAL 1 5020 (1 símbolo OFDM), el SEÑAL 2 5040 (1 símbolo OFDM) símbolos de Entrenamiento 5060 (0, 2, 3 ó 4 símbolos) y un campo de datos de longitud variable 5080. El preámbulo PLCP 5010, cuando está presente, es de 16 μs en la realización de ejemplo. La SEÑAL 1 5020 y SEÑAL 2 5040 se transmiten usando el formato de velocidad y modulación del segmento de control de la PPDU. Los datos 5080 comprenden el Servicio 5082 (16 bits), Realimentación 5084 (16 bits), PSDU de longitud variable 5086, una Cola 5088 (6 bits por transmisión) en la que se aplica un código de canal convolucional separado a cada transmisión y un añadido de longitud variable 5090. Los datos 5080 se transmiten usando el formato de velocidad y modulación del segmento de datos de la PPDU.

La cabecera PLCP MIMO para el Tipo de PPDU 0000 comprende los campos SEÑAL (incluyendo la SEÑAL1 5020 y la SEÑAL2 5040), SERVICIO 5082 y REALIMENTACIÓN 5084. El campo SERVICIO no se cambia desde la 802.11 heredada, y se transmite usando la velocidad y formato del segmento de datos.

El campo REALIMENTACIÓN 5084 se transmite usando la velocidad y formato del segmento de datos. El campo REALIMENTACIÓN comprende un campo ES (1 bit), el campo de Realimentación del Vector de Velocidad de Datos (DRVF) (13 bits) y el campo de Control de Potencia (2 bits).

El campo ES indica el procedimiento de dirección preferido. En la realización de ejemplo, se selecciona la dirección por vector Eigen (ES) cuando está establecido el bit ES, y se selecciona en caso contrario la dispersión espacial (SS).

El campo de Realimentación del Vector de Velocidad de Datos (DRVF) proporciona una realimentación a la estación igual en relación a la velocidad sostenible en cada uno de hasta cuatro modos espaciales.

La realimentación de velocidad explícita permite a las estaciones maximizar con rapidez y precisión sus velocidades de transmisión, mejorando dramáticamente la eficiencia del sistema. Es deseable un una realimentación con baja latencia. Sin embargo, las oportunidades de realimentación no necesitan estar sincronizadas. Las oportunidades de transmisión se pueden obtener en cualquier manera, tal como la basada en competición (es decir EDCA), consultada (es decir HCF) o planificada (es decir ACF). Por lo tanto, pueden pasar cantidades variables de tiempo entre oportunidades de transmisión y la realimentación de la velocidad. En base a la edad de la realimentación de la velocidad, el transmisor puede aplicar un tiempo de inactividad para determinar la velocidad de transmisión.

La adaptación de la velocidad del segmento de datos de la PPDU, para transmisiones de la STA A a la STA B confía en la realimentación proporcionada por la STA B a la STA A (descrita anteriormente, véase la FIGURA 24, por ejemplo). Para tanto el modo de operación ES como el SS, cada vez que la STA B recibe símbolos de entrenamiento OFDM de MIMO desde la STA A, estima las velocidades de datos que se pueden conseguir en cada transmisión espacial. En cualquier transmisión posterior desde la STA B a la STA A, la STA B incluye esta estimación en el campo DRVF de la REALIMENTACIÓN 5084. El campo DRVF se transmite a la velocidad del segmento de datos 5080.

Cuando transmite a la STA B, la STA A determina qué velocidades de transmisión usar en base al DRVF que recibió desde la STA B, con un tiempo de inactividad opcional según sea necesario para tener en cuenta los retrasos. El campo SEÑAL (detallado a continuación) contiene el campo DRV de 13 bits 5046 permite a la STA B receptora decodificar la trama transmitida desde la STA A. El DRV 5056 se transmite a la velocidad del segmento de control.

El campo DRVF se codifican comprendiendo un campo STR (4 bits), un campo R2 (3 bits), un campo R3 (3 bits) y un campo R4 (3 bits). El campo STR indica la velocidad para la Transmisión 1. Este campo se codifica como el Valor STR mostrado en la Tabla 5. R2 indica la diferencia entre el Valor STR para la Transmisión 1 y el Valor STR para la Transmisión 2. Un Valor R2 de “111” indica que la Transmisión 2 está desconectada. R3 indica la diferencia entre el Valor STR para la Transmisión 2 del Valor STR para la Transmisión 3. Un valor R3 de “111” indica que la Transmisión 3 está desconectada. Si R2 = “111”, entonces R3 se establece en “111”. R4 indica la diferencia entre el Valor STR para la Transmisión 3 y el Valor STR para la Transmisión 4. Un valor de R4 de “111” indica que la Transmisión 4 está desconectada. Si R3 = “111” entonces R4 se establece en “111”.

Cuando ES = 0, es decir dispersión espacial, una codificación alternativa del DRVF es la siguiente: Número de

Transmisiones (2 bits), Velocidad por Transmisión (4 bits). La Velocidad por campo de Transmisión se codifica como el Valor STR anterior. Se Reservan los 7 bits restantes.

Tabla 5. Codificación del STR

Valor STR	Velocidad Codificada	Formato de Modulación	Bits/símbolos por Transmisión
0000	1/2	BPSK	0,5
0001	3/4	BPSK	0,75
0010	1/2	QPSK	1,0
0011	3/4	QPSK	1,5
0100	1/2	16 QAM	2,0
0101	5/8	16 QAM	2,5
0110	3/4	16 QAM	3,0
0111	7/12	64 QAM	3,5
1000	2/3	64 QAM	4,0
1001	3/4	64 QAM	4,5
1010	5/6	64 QAM	5,0
1011	5/8	256 QAM	5,0
1100	3/4	256 QAM	6,0
1101	7/8	256 QAM	7,0

Además del DRVF, la STA B también proporciona una realimentación del control de potencia a la STA A transmisora. Esta realimentación se incluye en el campo de Control de Potencia y se transmite también a la velocidad del segmento de datos. Este campo es de 2 bits e indica o bien incrementar o bien disminuir la potencia o dejar el nivel de potencia sin cambio. El nivel de potencia de transmisión resultante se designa en el nivel de Potencia de Transmisión del Segmento de Datos.

Los valores del campo de Control de Potencia de ejemplo se ilustran en la Tabla 6. Las realizaciones alternativas pueden desplegar campos de control de potencia de varios tamaños y con valores de ajuste de potencia alternativos.

Tabla 6. Valores del Campo de Control de Potencia

Control de Potencia	Significado del Campo
00	Sin Cambio
01	Aumentar potencia en 1dB
10	Disminuir potencia en 1dB
11	Reservado

El nivel de la potencia de transmisión permanece constante durante la PPDU completa. Cuando el nivel de la Potencia de Transmisión del Segmento de Datos y la Potencia de Transmisión de la STA en Bucle Abierto (es decir el nivel de potencia requerido para que el AP decodifique la transmisión, detallado anteriormente) son diferentes, la PPDU se transmite en el máximo de los dos niveles de potencia. Esto es, el Nivel de Potencia de Transmisión de la PPDU es el máximo de la Potencia de Transmisión de la STA en Bucle Abierto (dBm) y la Potencia de Transmisión del Segmento de Datos (dBm).

En la realización de ejemplo, el campo control de potencia se establece en “00” en la primera trama de cualquier secuencia de intercambio de tramas. En tramas posteriores, indica el aumento o disminución de la potencia en

saltos de 1 dB. La STA receptora usará esta información de realimentación en todas las transmisiones de trama posteriores a esa STA.

La SEÑAL 1 5020 comprende el campo VELOCIDAD/Tipo 5022 (4 bits), 1 bit Reservado 5024, un Tamaño/Solicitud de la PPDU 5026 (12 bits), bit de Paridad 5028 y 6 bits de Cola 5030. El campo SEÑAL1 5020 se transmite usando la velocidad y formato del segmento de control (6 Mbits/s en la realización de ejemplo). El campo VELOCIDAD/Tipo 5022 se establece en 0000. El bit Reservado 5024 se puede establecer en 0.

El campo de Tamaño/Solicitud de la PPDU 5026 sirve para dos funciones, dependiendo del modo de transmisión. En transmisiones de STA basadas en competición y en todas las transmisiones AP, Este campo indica el tamaño de la PPDU. En este primer modo, el Bit 1 indica que la PPDU usa símbolos OFDM expandidos, el Bit 2 indica que la PPDU usa símbolos OFDM con GI acortado y los Bits 3-12 indican el número de símbolos OFDM.

En transmisiones de la STA no AP planificadas, el campo Tamaño/Solicitud de la PPDU 5026 indica Solicitud. En este segundo modo, los Bits 1-2 indican la Velocidad de SCHED. La Velocidad de SCHED indica el campo SCHED numerado más alto (0, 1, 2 ó 3) que se puede usar para transmitir una asignación a la STA. Durante las transmisiones de símbolos de Entrenamiento desde el AP, cada STA no AP estima la velocidad a la que puede recibir con firmeza las transmisiones de trama SCHED desde el AP. En transmisiones planificadas posteriores desde la STA, esta velocidad permisible máxima se incluye en el campo de Velocidad SCHED. Este campo se decodifica por el AP. El AP usa esta información para planificar las TXOP posteriores para la STA y determina el CTRLJ (0, 1, 2, ó 3) para el envío de estas asignaciones a la STA.

En el segundo modo, los Bits 3-4 indican el campo de QoS, que identifica la fracción (en tercios) de la solicitud que es para TC 0 ó 1 (es decir 0%, 33%, 67%, 100%). Los Bits 5-12 indican la longitud solicitada de la TXOP (en múltiplos de 16 μs, en la realización de ejemplo).

El campo SEÑAL1 5020 se comprueba con 1 bit de Paridad 5028 y se finaliza con una Cola de 6 bits 5030 para el codificador convolucional.

La presencia y longitud del campo SEÑAL2 5040 se indica por el campo VELOCIDAD/Tipo 5022 en la SEÑAL1 5020. El campo SEÑAL2 5040 se transmite usando la velocidad y formato del segmento de control. La SEÑAL2 5040 comprende 1 bit Reservado 5042, un Tipo de Entrenamiento 5044 (3 bits), el Vector de Velocidad de Datos (DRV) 5046 (13 bits), el bit de Paridad 5048 y la Cola 5050 (6 bits). El campo de Tipo de Entrenamiento de 3 bits la longitud y formato de los símbolos de entrenamiento OFDM de MIMO. Los Bits 1-2 indican el número de símbolos de entrenamiento OFDM de MIMO 5060 (0, 2, 3 ó 4 símbolos OFDM). El Bit 3 es el campo de Tipo de Entrenamiento: 0 indica SS, 1 indica ES. El DRV 5046 proporciona la velocidad para cada uno de los hasta cuatro modos espaciales. El DRV 5046 se codifica en la misma manera que el DRVF (incluido en la REALIMENTACIÓN 5084, detallado anteriormente). El campo SEÑAL2 5040 se comprueba con 1 bit de Paridad 5048 y se finaliza con una Cola 5050 de 6 bits para el codificador convolucional.

La FIGURA 51 representa la PPDU SCHED 5100 (Velocidad/Tipo = 0010). La PPDU SCHED 5100 comprende un preámbulo PLCP 5110, SEÑAL 1 5120 (1 símbolo OFDM), SEÑAL 2 5140 (1 símbolo OFDM), Símbolos de Entrenamiento 5160 (símbolos 0, 2, 3, ó 4) y una trama de longitud variable SCHED 5180. El preámbulo PLCP 5010, cuando está presente, es de 16 μs en la realización de ejemplo. La SEÑAL 1 5020 y la SEÑAL 2 5040 se transmiten usando la velocidad y modulación del segmento de control de la PPDU. La Trama SCHED 5180 puede incluir varias velocidades, como se ha detallado anteriormente, con respecto a la descripción del ACF.

La SEÑAL 1 5120 comprende el VELOCIDAD/Tipo 5122 (4 bits), 1 bit Reservado 5124, el Tamaño de CTRL0 5126 (6 bits), el Tamaño de CTRL1 5128 (6 bits), bit de Paridad 5130 y Cola 5132 (6 bits). El VELOCIDAD/Tipo 5122 se establece en 0010. El bit Reservado 5124 se puede establecer en 0. El Tamaño de CTRL0 5126 indica la longitud del segmento de la PPDU SCHED transmitida a la velocidad más baja (6 Mbps en este ejemplo). Este segmento incluye el campo SERVICIO de la Cabecera PLCP, la Cabecera MAC y el segmento del CTRL0 5126. El valor se codifica en múltiples de 4 μs, en este ejemplo. El Tamaño de CTRL1 5128 indica la longitud del segmento de la PPDU SCHED transmitido a la siguiente velocidad más alta (12 Mbps en este ejemplo). El valor se codifica en múltiplos de 4 μs, en este ejemplo. Un tamaño de CTRL1 de '0' indica que el segmento CTRL1 correspondiente no está presente en la PPDU SCHED. El campo SEÑAL1 5120 se comprueba por 1 bit de Paridad 5130 y se finaliza con una Cola de 6 bits 5132 para el codificador convolucional.

La SEÑAL2 5140 comprende 1 bit Reservado 5142, Tipo de Entrenamiento 5144 (3 bits), Tamaño de CTRL2 5146 (5 bits), tamaño de CTRL3 5148 (5 bits), FCS 5150 (4 bits) y Cola 5152 (6 bits). El pito Reservado 5142 se puede establecer en 0. El Tipo de entrenamiento 5144 se especifica para un Tipo de PPDU 0000 (Tipo de entrenamiento 5044).

El Tamaño CTRL2 5146 indica la longitud del segmento de la PPDU SCHED transmitida a la siguiente velocidad más alta (18 Mbps en este ejemplo). El valor se codifica en múltiplos de 4 μs, en este ejemplo. Un tamaño de CTRL2 de '0' indica que el segmento CTRL2 correspondiente no está presente en la PPDU SCHED. El tamaño CTRL3 5148 indica la longitud del segmento de la PPDU SCHED transmitida a la velocidad más alta (24 Mbps en este ejemplo).

El valor se codifica en múltiplos de 4 μs, en este ejemplo. Un tamaño de CTRL2 de '0' indica que el segmento CTRL3 correspondiente no está presente en la PPDU SCHED.

El FCS 5150 se calcula a través de los campos SEÑAL1 y SEÑAL2 completos. El campo SEÑAL2 5152 se finaliza con una cola de 6 bits 5152 para el codificador convolucional.

La FIGURA 52 representa la PPDU FRACH 5200 (Velocidad/Tipo = 0100). La PPDU FRACH 5200 comprende un preámbulo PLCP 5210, la SEÑAL 1 5220 (1 símbolo OFDM), y la SEÑAL 2 5240 (2 símbolos OFDM). El preámbulo PLCP 5210, cuando está presente, es de 16 μs en la realización de ejemplo. La SEÑAL 1 5220 y la SEÑAL 2 5240 se transmiten usando la velocidad y formato de modulación del segmento de control de la PPDU. El PPDU FRACH 5200 se transmite por una STA durante el período FRACH dentro del Período de Acceso Planificado del MIMO. El período FRACH se establece por y por lo tanto es conocido para el AP (como se ha detallado anteriormente).

La SEÑAL1 5220 comprende VELOCIDAD/Tipo 5222 (4 bits), 1 bit Reservado 5224, Solicitud 5226 (12 bits), bit de Paridad 5228 y Cola 5230 (6 bits). El VELOCIDAD/Tipo 5222 se establece en 0100. El bit Reservado 5124 se puede establecer en 0. El Campo de Solicitud 5226 es como se especifica para el Tipo de PPDU 0000 (5000), detallado anteriormente. El campo SEÑAL1 5220 se comprueba con 1 bit de Paridad 5228 y se finaliza con una cola de 6 bits 5230 para el codificador convolucional.

La SEÑAL2 5240 comprende 1 bit Reservado 5242, el AID del origen 5244 (16 bits), el AID del destino 5246 (16 bits), FCS 5248 (4 bits) y una Cola 5250 (6 bits). El bit Reservado 5242 se puede establecer en 0. El AID del origen 5244 identifica a la STA transmisora en el FRACH. El AID de destino 5246 identifica a la STA de destino para la que se está solicitando una TXOP. En la realización de ejemplo, en el caso en el que el destino sea del AP, el valor del campo de AID de destino 5246 se establece en 2048. Se calcula un FCS 5248 de 4bits a través de los campos SEÑAL1 y SEÑAL2 completos. Se añade una Cola 5250 de 6 bits previamente la codificación convolucional.

En la realización de ejemplo, las STA pueden usar el Aloha ranurado para acceder al canal y transmitir el mensaje de solicitud en el FRACH. Si se recibe con éxito por el AP, el AP proporciona a la STA solicitante una TXOP planificado en un periodo de acceso planificado posterior. El número de ranuras FRACH para el pedido de acceso planificado actual se indica en el mensaje SCHED, N_FRACH.

La STA puede mantener también una variable B_FRACH. A continuación de una transmisión en el FRACH, si la STA recibe una asignación de una TXOP desde el AP, esto repone el B_FRACH. Si la STA no recibe una asignación de TXOP DENTRO de un número predeterminado, RESPUESTA FRACH, de transmisiones SCHED desde el AP, B_FRACH se incrementa en 1 hasta un valor máximo de 7. El parámetro RESPUESTA FRACH se incluye en un elemento ACF del balizamiento. Durante cualquier FRACH, la STA recoge una ranura FRACH con probabilidad (N_FRACH)-1 * 2-B_FRACH.

Si no se planifica un periodo FRACH por el AP, las STA DE MIMO pueden competir durante el período de competición protegida del SCAP usando las reglas EDCA.

Los expertos en la técnica comprenderán que la información y señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y chips que se pueden referenciar a través de la descripción anterior se pueden representar por tensiones, intensidades, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas o cualquier combinación de los mismos.

Los expertos apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmos ilustrativos descritos en conexión con las realizaciones desveladas en el presente documento se pueden implementar como hardware electrónico, software de ordenador o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, se han descrito anteriormente varios componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativas generalmente en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o como software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas en el sistema global. Los expertos artesanos pueden implementar la funcionalidad descrita en formas que varían para cada aplicación particular, pero dichas decisiones de implementación no se deberían interpretar como que producen una separación del ámbito de la presente invención.

Los varios bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en conexión con las realizaciones desveladas en el presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de finalidad general, un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programable en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, con puertas discretas o lógica 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 finalidad general puede ser un microprocesador, pero en la alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador o máquina de estado. Un procesador se puede implementar también como una combinación de dispositivos de cálculo, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con un núcleo de DSP o cualquier otra de dichas configuraciones.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en conexión con las realizaciones desveladas en el presente documento se pueden realizar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, memoria flash, memorias ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registradores, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento de ejemplo se conecta al procesador de modo que el procesador pueda leer la información desde y escribir información a, el medio de almacenamiento. En la alternativa, el medio de almacenamiento puede ser parte integral del procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. En la alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

Los encabezamientos se incluyen en el presente documento para referencia y para ayudar a la localización de las varias secciones. Estos encabezamientos no intentan limitar el ámbito de los conceptos descritos con respecto a la misma. Tales conceptos pueden ser de aplicabilidad en toda la especificación completa.

La descripción previa de las realizaciones desveladas se proporciona para capacitar a cualquier experto en la técnica hacer uso de la presente invención. Serán fácilmente evidentes varias modificaciones a estas realizaciones para dichos expertos en la técnica, y los principios generales definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la invención. Por ello, la presente invención no se pretende que se limite a las realizaciones mostradas en el presente documento sino que se ha de acordar el ámbito más amplio consistente con los principios y características novedosas desveladas en el presente documento.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato que comprende:

un transmisor para la transmisión de una señal, de acuerdo con un primer formato de transmisión, para la reserva de un medio compartido por una duración y para la transmisión de acuerdo con un segundo formato de transmisión durante la duración reservada; y
un receptor para la recepción de acuerdo con el segundo formato de transmisión durante la duración reservada.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato que comprende:

un transmisor para la transmisión de acuerdo con al menos una parte de un primer formato de comunicación y para la transmisión de acuerdo con un segundo formato de comunicación;
un receptor para la recepción de acuerdo con el segundo formato de comunicación y
medios para la reserva de un medio compartido por una duración para la comunicación de acuerdo con el segundo formato de transmisión durante la duración reservada.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación inalámbrica que comprende:

medios para la transmisión de una señal, de acuerdo con un primer formato de transmisión, para la reserva de un medio compartido por una duración y
medios para la comunicación de acuerdo con el segundo formato de transmisión durante la duración reservada.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la interoperación de un medio compartido entre uno o más dispositivos que comunican de acuerdo con un primer formato de transmisión y uno o más dispositivos que comunican de acuerdo con un segundo formato de transmisión, comprendiendo el procedimiento:

la transmisión de una señal, de acuerdo con un primer formato de transmisión, para la reserva del medio compartido por una duración y
la comunicación de acuerdo con el segundo formato de transmisión durante la duración reservada.

El procedimiento puede comprender además la competición por el acceso de acuerdo con el primer formato de transmisión previamente a la transmisión de la señal para la reserva.

El procedimiento puede comprender además:

la solicitud de acceso al medio compartido y
la recepción de la asignación en respuesta a la solicitud.

La señal puede ser una Oportunidad de Transmisión (TXOP) de acuerdo con protocolo IEEE 802.11.

La señal puede establecer un periodo libre de competición.

La transmisión de una señal para la reserva del medio compartido por una duración puede comprender además la transmisión de un mensaje de Solicitud de Envío (RTS), indicando el mensaje RTS una duración de transmisión.

La transmisión de una señal para la reserva del medio compartido por una duración puede comprender además la

transmisión de un mensaje de despejar para envío (CTS), indicando el mensaje CTS una duración de transmisión.

El primer formato de transmisión puede ser un formato IEEE 802.11.

El segundo formato de transmisión puede comprender un intervalo de trama de Duplexado por División de Tiempo (TDD) que comprende:

un piloto;
una consulta consolidada;
cero o más tramas de puntos de acceso a estación remota de acuerdo con la consulta consolidada;
cero o más tramas de estación remota a puntos de acceso de acuerdo con la consulta consolidada;
cero o más tramas de estación remota a estación remota de acuerdo con la consulta consolidada y
cero o más segmentos de acceso aleatorio de acuerdo con la consulta consolidada.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato, que comprende:

medios para la asignación de una primera duración para la comunicación en un medio compartido de acuerdo con un primero de una pluralidad de formatos de comunicación y
medios para la asignación de una segunda duración para la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un segundo de una pluralidad de formatos de comunicación.

El aparato puede comprender además medios para el procesamiento espacial.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un medio que pueda leer un ordenador operativo para realizar las siguientes etapas:

la asignación de una primera duración para la comunicación en un medio compartido de acuerdo con un primero de una pluralidad de formatos de comunicación y
la asignación de una segunda duración para la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un segundo de una pluralidad de formatos de comunicación.

El medio puede ser operativo además para realizar las siguientes etapas:

la transmisión de un intervalo de tramas de Duplexado por División de Tiempo (TDD) que comprende una consulta consolidada;
la transmisión de una más tramas de acuerdo con la consulta consolidada y la recepción de una o más tramas de acuerdo con la consulta consolidada.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la comunicación en un medio compartido, que comprende:

la asignación de una primera duración para la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un primero de una pluralidad de formatos de comunicación y
la asignación de una segunda duración para la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un segundo de una pluralidad de formatos de comunicación.

Al menos uno de la pluralidad de formatos de comunicación puede comprender el procesamiento espacial.

El uno de la pluralidad de formatos de comunicación que comprende procesamiento espacial puede ser un formato de comunicación de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO).

El formato de comunicación MIMO puede ser un formato de comunicación de Múltiple Entrada Única Salida (MISO).

Uno de la pluralidad de formatos de comunicación puede comprender un intervalo de tramas de Duplexado por División de Tiempo (TDD) que comprende:

un piloto;
una consulta consolidada y
una o más tramas de acuerdo con la consulta consolidada.

Una o más tramas pueden comprender una comunicación de punto de acceso a estación remota.

Una o más tramas pueden comprender una comunicación de estación remota a punto de acceso.

Una o más tramas pueden comprender una comunicación de estación remota a estación remota.

Una o más tramas pueden comprender acceso aleatorio al medio compartido.

Uno de la pluralidad de formatos de comunicación puede ser sustancialmente el mismo que un formato EDCA de la 802.11.

Uno de la pluralidad de formatos de comunicación puede ser sustancialmente el mismo que un formato CAP de la 802.11.

Uno de la pluralidad de formatos de comunicación puede ser sustancialmente el mismo que un formato SCAP.

El procedimiento puede comprender además la asignación de una serie de una o más terceras duraciones de duración para la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un primero de una pluralidad de formatos de comunicación y una serie de una o más cuartas duraciones de duración para la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un segundo de la pluralidad de formatos de comunicación, intercaladas las series de terceras duraciones y las series de cuartas duraciones.

El intercalado se puede seleccionar para proporcionar un intervalo de tiempo máximo entre las series de las terceras duraciones.

La primera duración puede comprender uno o más intervalos SCAP.

La segunda duración puede comprender uno o más intervalos EDCA de la 802.11.

El procedimiento puede comprender además el establecimiento de un periodo libre de competición para la primera duración.

El procedimiento puede comprender además el establecimiento de un periodo de competición para la segunda duración.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato, que comprende:

medios para la competición por el acceso a un medio compartido de acuerdo con un primer protocolo de comunicación y
medios para la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación durante el acceso competido.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la comunicación en un medio compartido, que comprende:

la transmisión de un balizamiento;
la competición por el acceso al medio compartido de acuerdo con un primer protocolo de comunicación y
la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación durante el acceso competido.

El procedimiento puede comprender además:

el establecimiento de un periodo libre de competición y
la asignación de consultas de acuerdo con el primer protocolo de comunicación durante el periodo libre de competición.

El procedimiento puede comprender además:

la competición por un segundo acceso al medio compartido de acuerdo con el primer protocolo de comunicación y
la comunicación en el medio compartido de acuerdo con el primer protocolo de comunicación durante el segundo acceso competido.

Un primer punto de acceso puede establecer el periodo libre de competición y el segundo punto de acceso puede competir por el acceso de acuerdo con el primer protocolo de comunicación y comunicar con una o más estaciones remotas de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación durante el acceso competido.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo, que puede funcionar con un punto de acceso, estableciendo el punto de acceso un periodo libre de competición y un periodo de competición de acuerdo con un primer protocolo de comunicación, comprendiendo el dispositivo:

medios para la competición por el acceso de acuerdo con el primer protocolo de comunicación durante el periodo de competición;
un transmisor para la transmisión de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación durante el acceso competido y

un receptor para la transmisión de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación durante el acceso competido.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un medio que pueda leer un ordenador operativo para realizar las siguientes etapas:

la competición por el acceso al medio compartido de acuerdo con un primer protocolo de comunicación y
la comunicación en el medio compartido de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación durante el acceso competido.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación inalámbrico que comprende:

un dispositivo para:

competir por el acceso al medio compartido de acuerdo con un primer protocolo de comunicación y
la transmisión de una señal de acuerdo con el primer protocolo de comunicación para reservar el medio compartido por una duración;

una primera estación remota para la transmisión de un piloto de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación y

una segunda estación remota para:

la medición del piloto y la determinación de la realimentación desde el mismo y
la transmisión de la realimentación a la primera estación remota.

La primera estación remota puede transmitir además datos de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación a la segunda estación remota de acuerdo con la realimentación.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la comunicación en un medio compartido, que comprende:

la competición por el acceso al medio compartido de acuerdo con un primer protocolo de comunicación;
la transmisión de una señal de acuerdo con el primer protocolo de comunicación para reservar el medio compartido por una duración,
la transmisión de un piloto desde una primera estación remota a una segunda estación remota de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación;
la medición del piloto en la segunda estación remota y la determinación de la realimentación desde el mismo;
la transmisión de la realimentación desde la segunda estación remota a la primera estación remota y
la transmisión de datos de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación desde la primera estación remota a la segunda estación remota de acuerdo con la realimentación.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación inalámbrico, operativo con un medio compartido para la recepción y transmisión, que comprende:

un primer punto de acceso para la comunicación de acuerdo con un primer formato de comunicación y
un segundo punto de acceso para la comunicación de acuerdo con un segundo formato de comunicación, operativo el segundo punto de acceso para transmitir una señal de acuerdo con el primer formato de comunicación para reservar una duración en el medio compartido para la comunicación de acuerdo con el segundo formato de comunicación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la gestión de la interoperabilidad por un punto de acceso (104) con sistemas de comunicación inalámbricos heredados, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

la detección de un medio compartido (5330) operado por un punto de acceso vecino de acuerdo con un primer protocolo de comunicación;
la reserva del medio compartido por una duración de acuerdo con el primer protocolo de comunicación; **caracterizado porque** el procedimiento comprende además las etapas de:

proporcionar un modo ranurado con intervalos de ranura definidos (5310) en el medio compartido durante la duración reservada para que comuniquen las estaciones inalámbricas (106) de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación, siendo el primer protocolo de comunicación un protocolo heredado del segundo protocolo de comunicación y comprendiendo cada intervalo de ranura un intervalo de piloto (5315) para las transmisiones piloto y un espacio de ranura (5320) para transmisiones por las estaciones inalámbricas (106) y
la transmisión de modo periódico de la señal piloto durante cada intervalo de piloto (5315) para mantener la reserva del medio compartido para que las estaciones inalámbricas (106) comuniquen de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el período de tiempo entre las señales piloto transmitidas es menor que o igual a un periodo de tiempo del Espacio Entre Tramas Puntual (PIFS) definido por el punto de acceso vecino para el medio compartido.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además la transmisión de un balizamiento que indica los parámetros de la trama para que las estaciones inalámbricas (106) comuniquen de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación en el modo ranurado.

4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que los parámetros de trama comprenden el espaciado del intervalo piloto para indicar la frecuencia de las transmisiones piloto.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el segundo protocolo de comunicación usa Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO).

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el segundo protocolo de comunicación es el IEEE 802.11(e) y el primer protocolo de comunicaciones el IEEE 802.11(a), (b) o (g).

7. Un medio que pueda leer un ordenador que comprende instrucciones, que, cuando se ejecutan por un procesador (220), hacen que el procesador (220) realice las operaciones para la gestión de la interoperabilidad por un punto de acceso (104) con sistemas de comunicación inalámbricos heredados de acuerdo con uno cualquiera de los procedimientos de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Un aparato para la gestión de la interoperabilidad por un punto de acceso (104) con sistemas de comunicación inalámbricos heredados, comprendiendo el aparato:

medios para la detección (240) de un medio compartido (5330) operado por un punto de acceso vecino de acuerdo con un primer protocolo de comunicación;
medios para la reserva (240) del medio compartido por una duración de acuerdo con el primer protocolo de comunicación; **caracterizado porque** el aparato comprende además:

medios para proporcionar (220) un modo ranurado con intervalos de ranura definidos (5310) en el medio compartido durante la duración reservada para que comuniquen las estaciones inalámbricas (106) de acuerdo con un segundo protocolo de comunicación, siendo el primer protocolo de comunicación un protocolo heredado del segundo protocolo de comunicación y comprendiendo cada intervalo de ranura un intervalo de piloto (5315) para las transmisiones piloto y un espacio de ranura (5320) para transmisiones por las estaciones inalámbricas (106) y
medios para la transmisión de modo periódico (240, 250) de una señal piloto durante cada intervalo de piloto (5315) para mantener la reserva del medio compartido para que las estaciones inalámbricas (106) comuniquen de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación.

9. El aparato de la reivindicación 8, en el que el período de tiempo entre las señales piloto transmitidas es menor que o igual a un periodo de tiempo del Espacio Entre Tramas Puntual (PIFS) definido por el punto de acceso vecino para el medio compartido.

10. El aparato de la reivindicación 8, que comprende además medios para la transmisión de un balizamiento que indica los parámetros de la trama para que las estaciones inalámbricas comuniquen de acuerdo con el segundo protocolo de comunicación en el modo ranurado.

11. El aparato de la reivindicación 10, en el que los parámetros de trama comprenden el espaciado del intervalo

piloto para indicar la frecuencia de las transmisiones piloto.

12. El aparato de la reivindicación 8, en el que el segundo protocolo de comunicación usa Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) de Múltiple Entrada Múltiple Salida (MIMO).

13. El aparato de la reivindicación 8, en el que el segundo protocolo de comunicación es el IEEE 802.11(e) y el primer protocolo de comunicaciones el IEEE 802.11(a), (b) o (g).

14. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que los medios para la detección, los medios para la reserva, los medios para proporcionar y los medios para transmitir comprenden un receptor (240), un transmisor (240) y un procesador (220) configurados para realizar cada función.

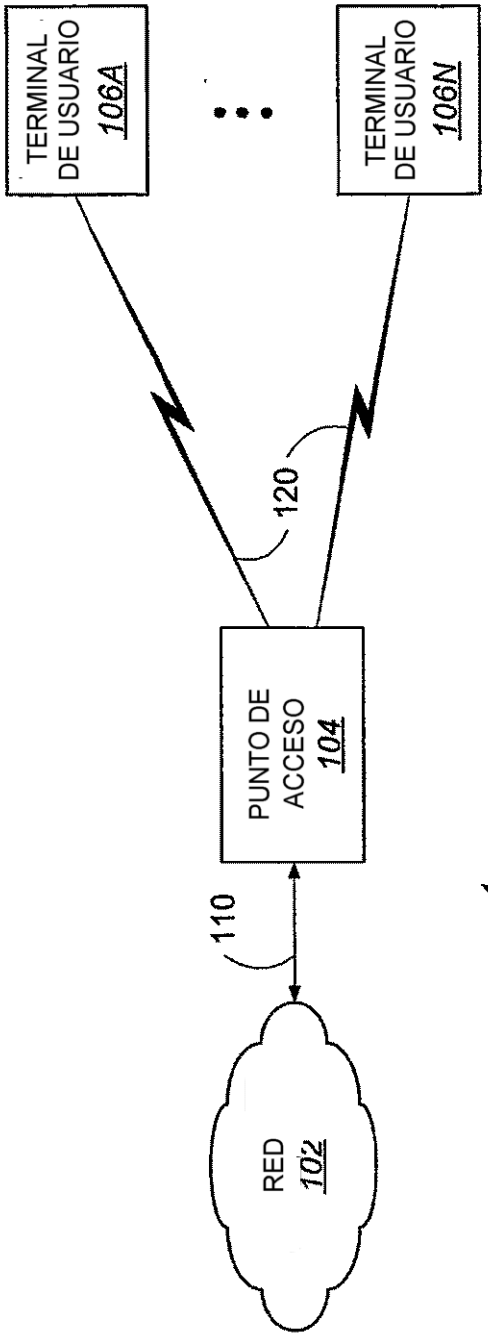

TERMINAL DE USUARIO 106A
TERMINAL DE USUARIO 106N
120
PUNTO DE ACCESO 104
110
RED 102
100

FIG. 1

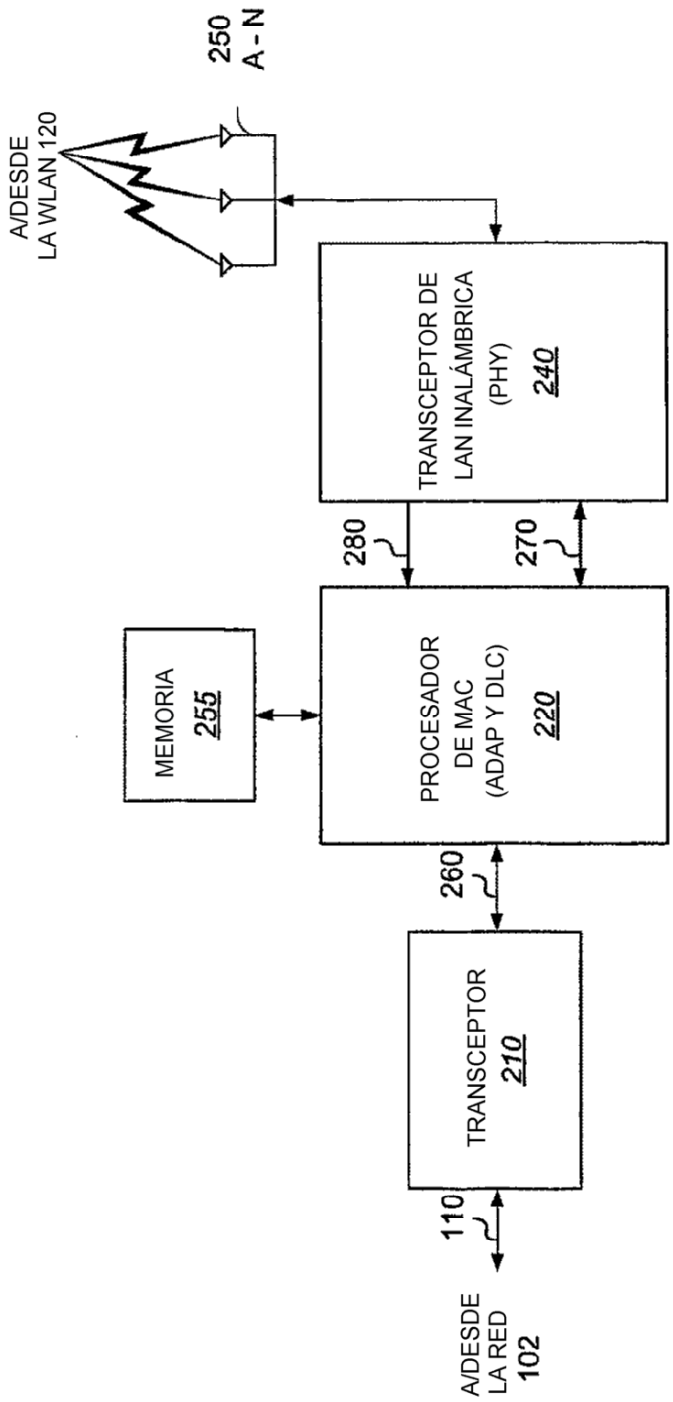
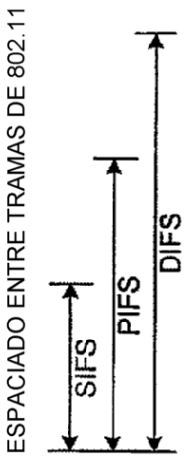
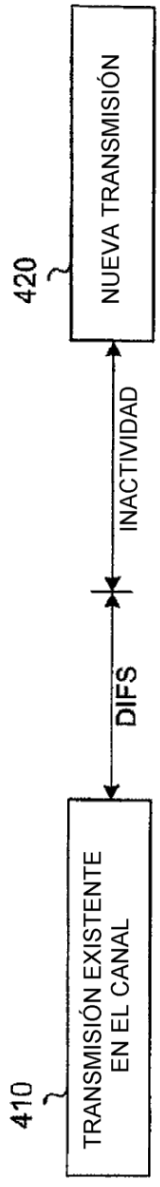

250
A - N
A/DESDE
LA WLAN 120
TRANSCEPTOR DE
LAN INALÁMBRICA
(PHY)
240
280
270
MEMORIA
255
PROCESADOR
DE MAC
(ADAP Y DLC)
220
260
TRANSCEPTOR
210
110
A/DESDE
LA RED
102
104

FIG. 2



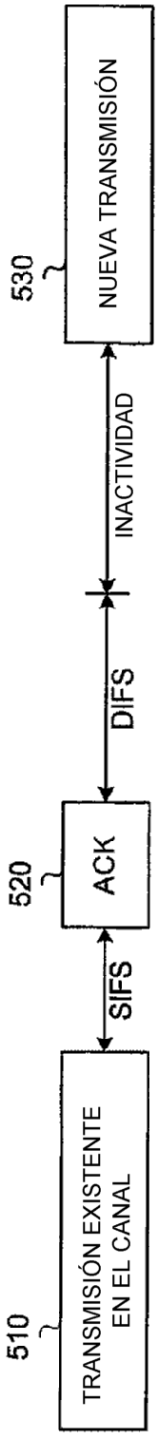
TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 3



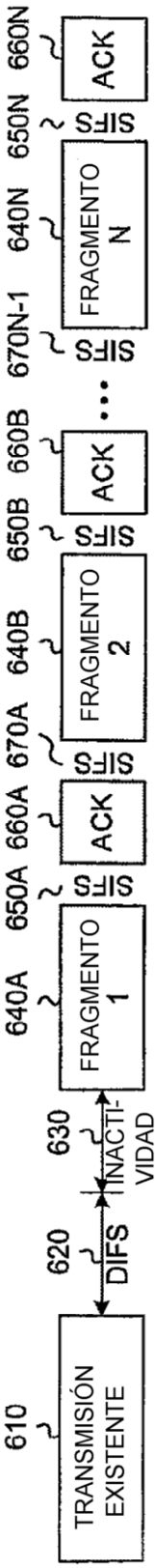
TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 4



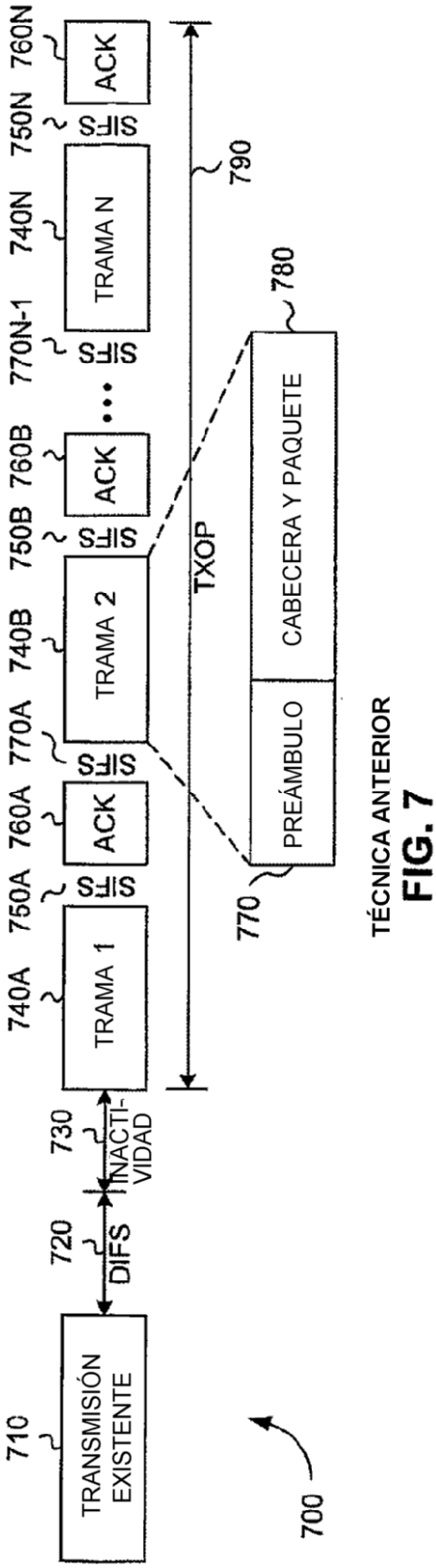
TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 5



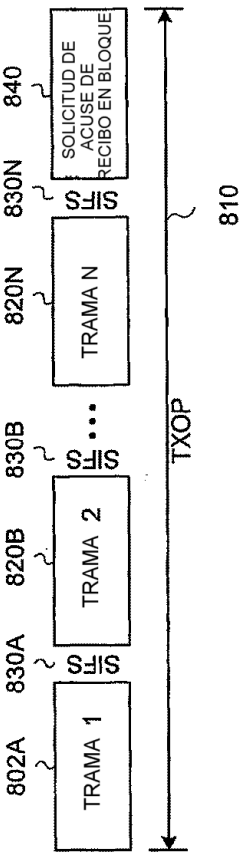
TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 6



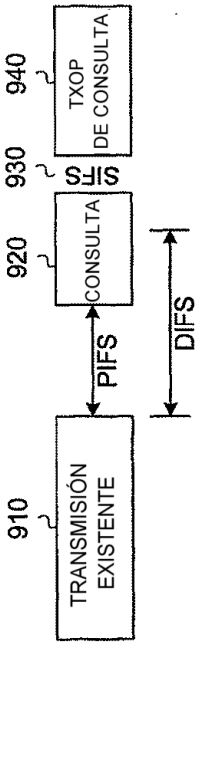
TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 7



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 8



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 9

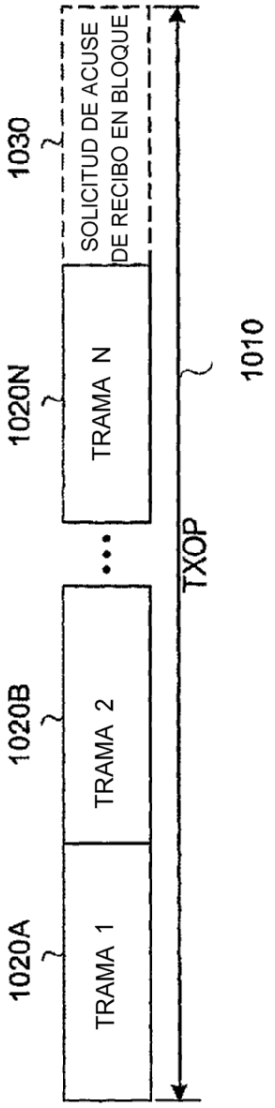

1020A
TRAMA 1
1020B
TRAMA 2
1020N
TRAMA N
1030
SOLICITUD DE ACUSE DE RECIBO EN BLOQUE
TXOP
1010

FIG. 10

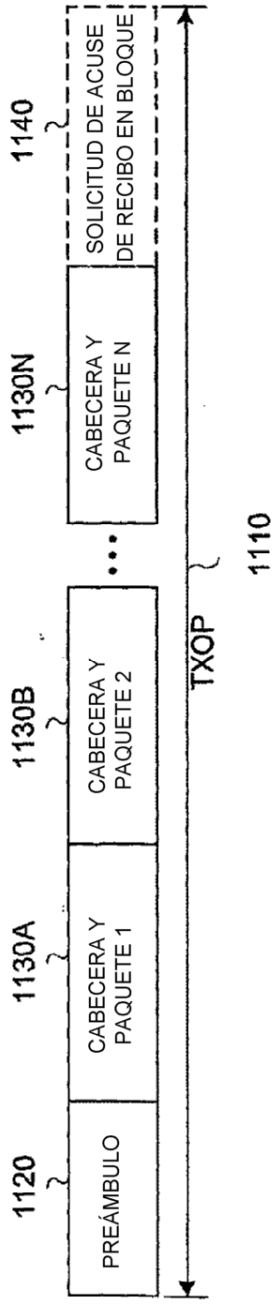

1120
PREÁMBULO
1130A
CABECERA Y PAQUETE 1
1130B
CABECERA Y PAQUETE 2
1130N
CABECERA Y PAQUETE N
1140
SOLICITUD DE ACUSE DE RECIBO EN BLOQUE
TXOP
1110

FIG. 11

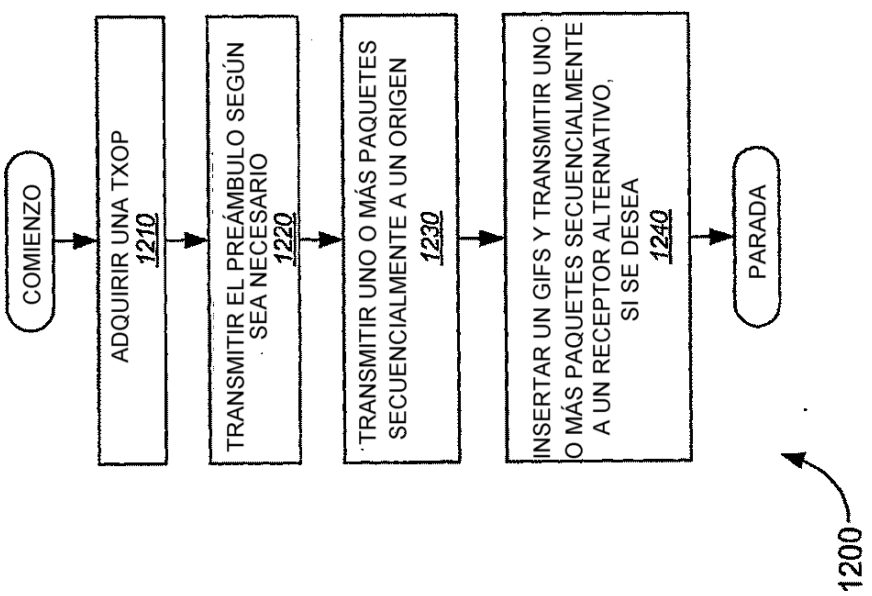

COMIENZO
ADQUIRIR UNA TXOP
1210
TRANSMITIR EL PREÁMBULO SEGÚN SEA NECESARIO
1220
TRANSMITIR UNO O MÁS PAQUETES SECUENCIALMENTE A UN ORIGEN
1230
INSERTAR UN GIFS Y TRANSMITIR UNO O MÁS PAQUETES SECUENCIALMENTE A UN RECEPTOR ALTERNATIVO, SI SE DESEA
1240
PARADA
1200

FIG. 12

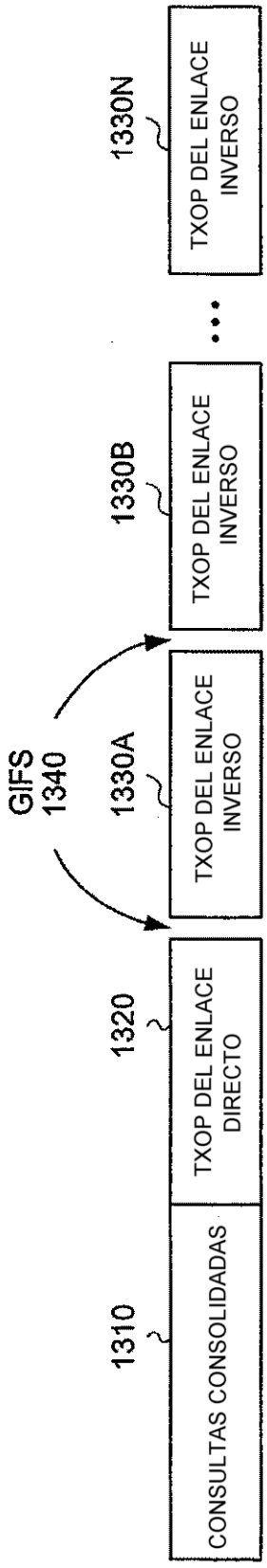

1300
1310
CONSULTAS CONSOLIDADAS
1320
TXOP DEL ENLACE DIRECTO
GIFS
1340
1330A
TXOP DEL ENLACE INVERSO
1330B
TXOP DEL ENLACE INVERSO
1330N
TXOP DEL ENLACE INVERSO

FIG. 13

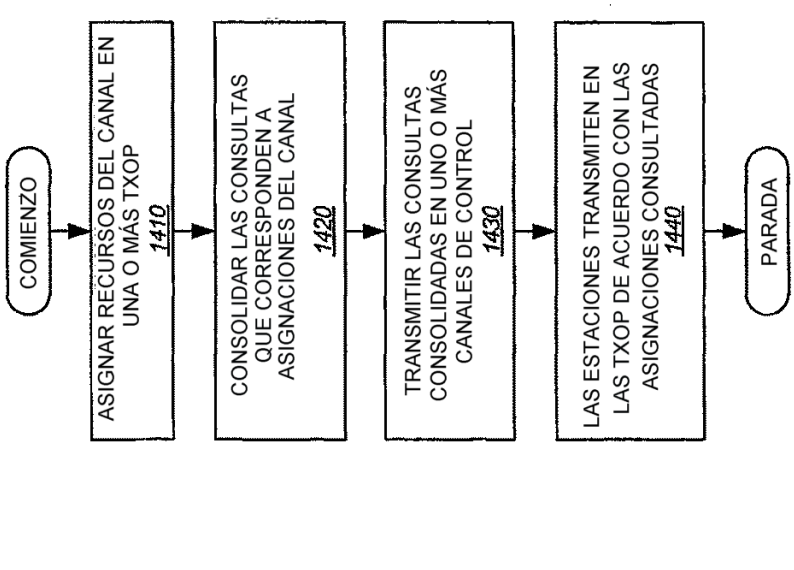

COMIENZO
ASIGNAR RECURSOS DEL CANAL EN UNA O MÁS TXOP
1410
CONSOLIDAR LAS CONSULTAS QUE CORRESPONDEN A ASIGNACIONES DEL CANAL
1420
TRANSMITIR LAS CONSULTAS CONSOLIDADAS EN UNO O MÁS CANALES DE CONTROL
1430
LAS ESTACIONES TRANSMITEN EN LAS TXOP DE ACUERDO CON LAS ASIGNACIONES CONSULTADAS
1440
PARADA
1400

FIG. 14

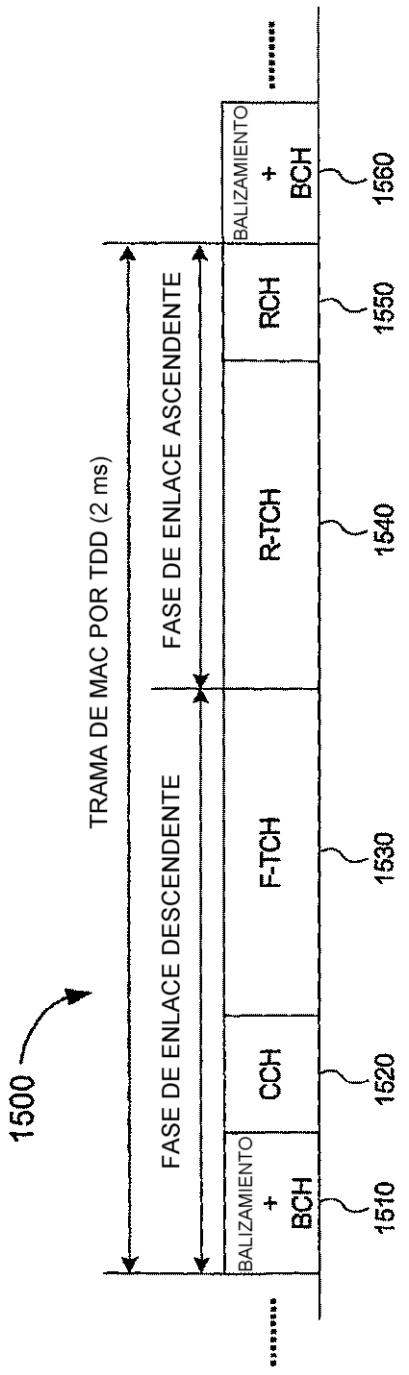

1500
TRAMA DE MAC POR TDD (2 ms)
FASE DE ENLACE DESCENDENTE
FASE DE ENLACE ASCENDENTE
BALIZAMIENTO + BCH
CCH
F-TCH
R-TCH
RCH
BALIZAMIENTO + BCH
1510
1520
1530
1540
1550
1560

FIG. 15

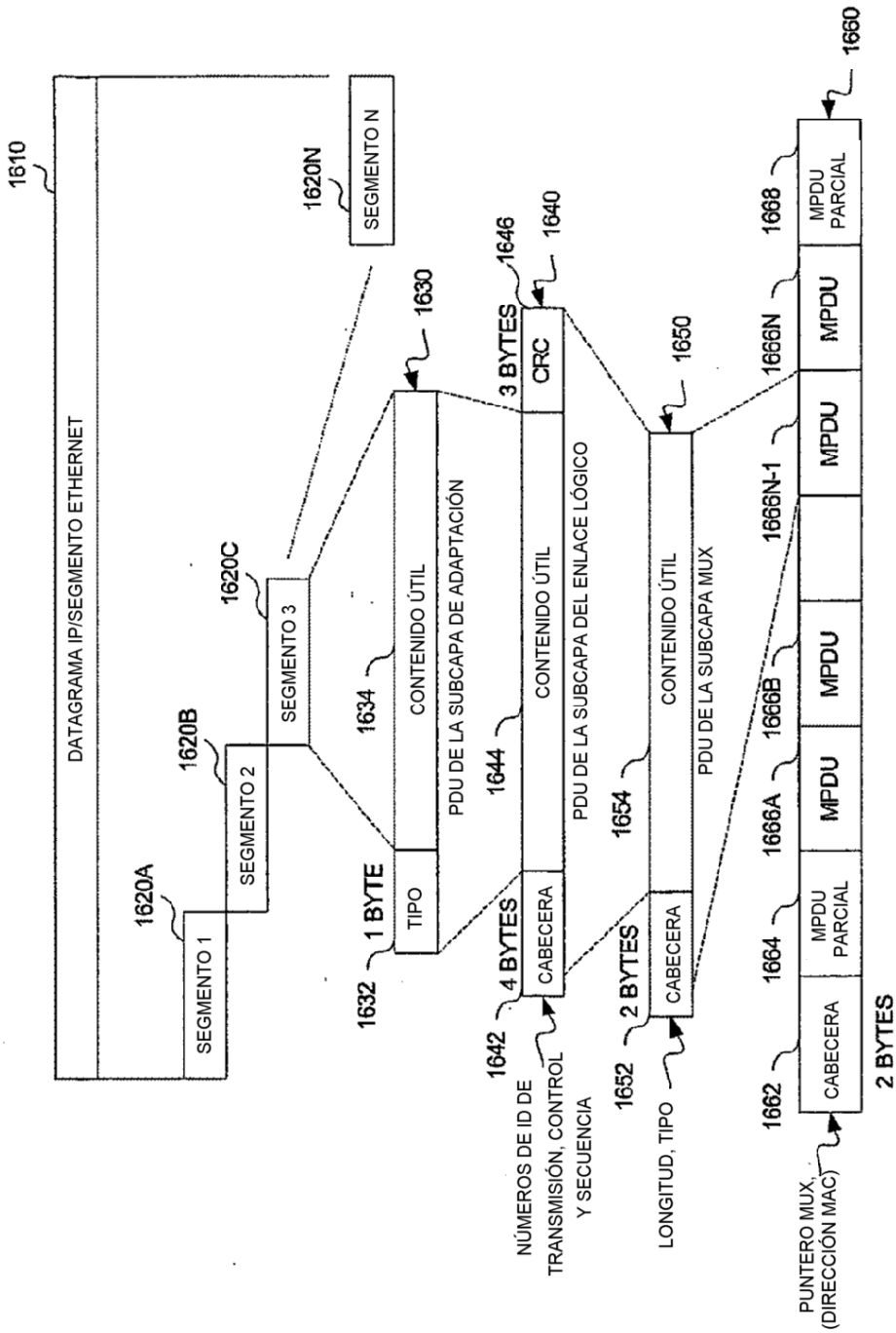

1610
DATAGRAMA IP/SEGMENTO ETHERNET
1620A
SEGMENTO 1
1620B
SEGMENTO 2
1620C
SEGMENTO 3
1620N
SEGMENTO N
1630
1632
1 BYTE
TIPO
1634
CONTENIDO ÚTIL
PDU DE LA SUBCAPA DE ADAPTACIÓN
1640
1642
4 BYTES
CABECERA
1644
CONTENIDO ÚTIL
1646
3 BYTES
CRC
PDU DE LA SUBCAPA DEL ENLACE LÓGICO
NÚMEROS DE ID DE TRANSMISIÓN, CONTROL Y SECUENCIA
1650
1652
2 BYTES
CABECERA
1654
CONTENIDO ÚTIL
PDU DE LA SUBCAPA MUX
LONGITUD, TIPO
1660
1662
CABECERA
1664
MPDU PARCIAL
1666A
MPDU
1666B
MPDU
1666N-1
MPDU
1666N
MPDU
1668
MPDU PARCIAL
2 BYTES
PUNTERO MUX, (DIRECCIÓN MAC)

FIG. 16

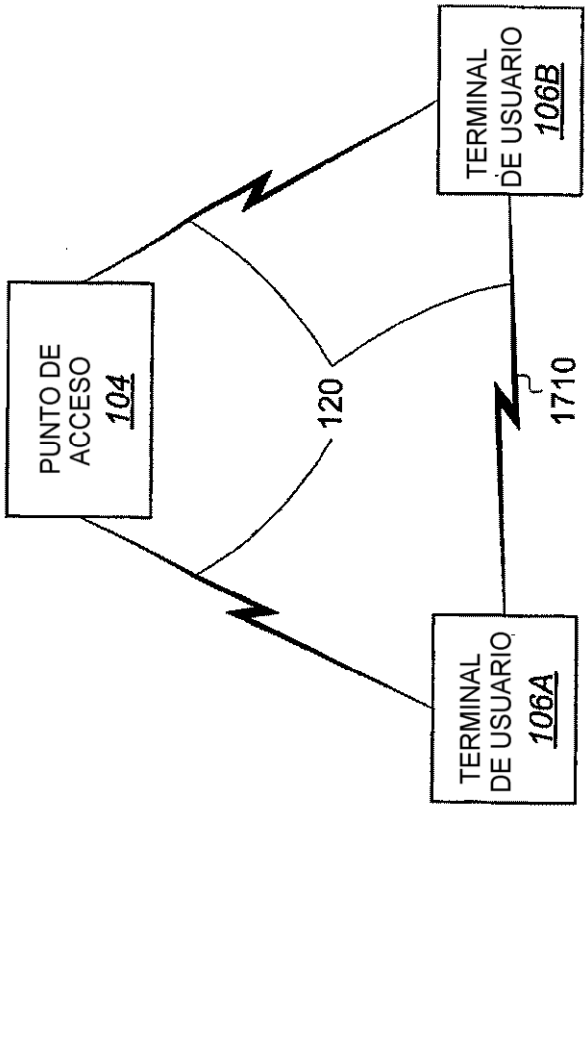
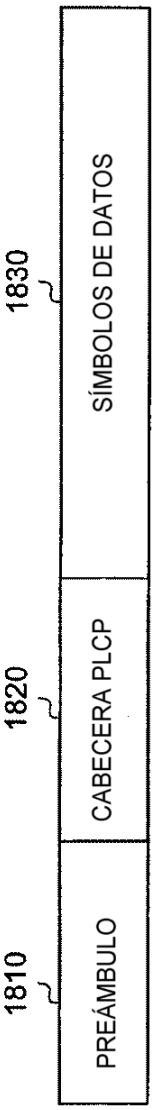

PUNTO DE ACCESO 104
TERMINAL DE USUARIO 106B
TERMINAL DE USUARIO 106A
120
1710
100

FIG. 17



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 18

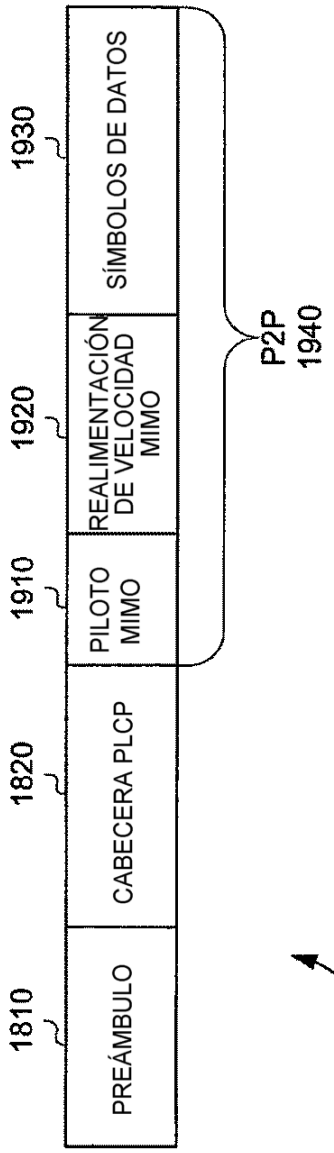


FIG. 19

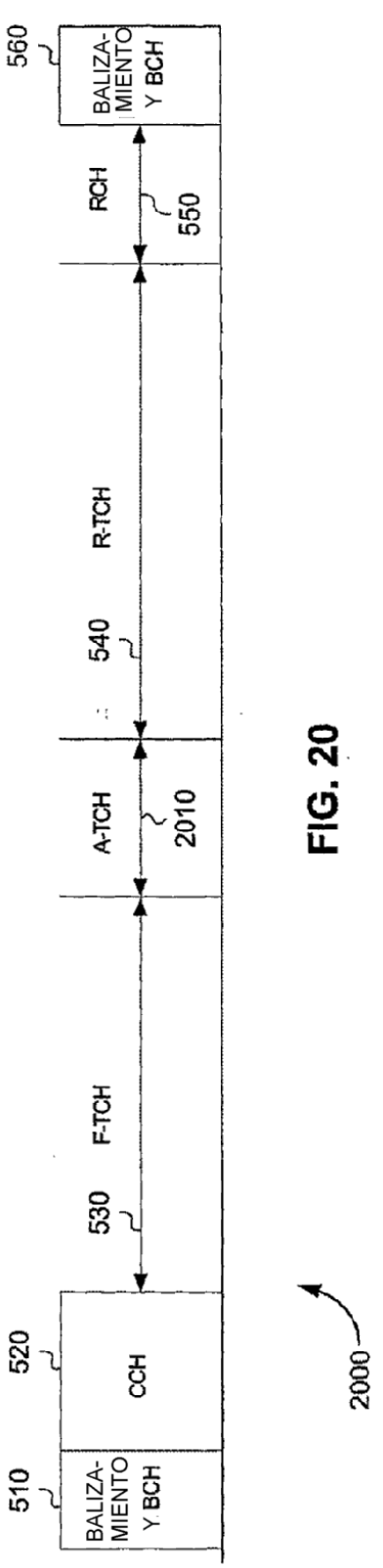

560
BALIZA-MIENTO Y BCH
RCH
550
540
R-TCH
A-TCH
2010
530
F-TCH
520
CCH
510
BALIZA-MIENTO Y BCH
2000

FIG. 20

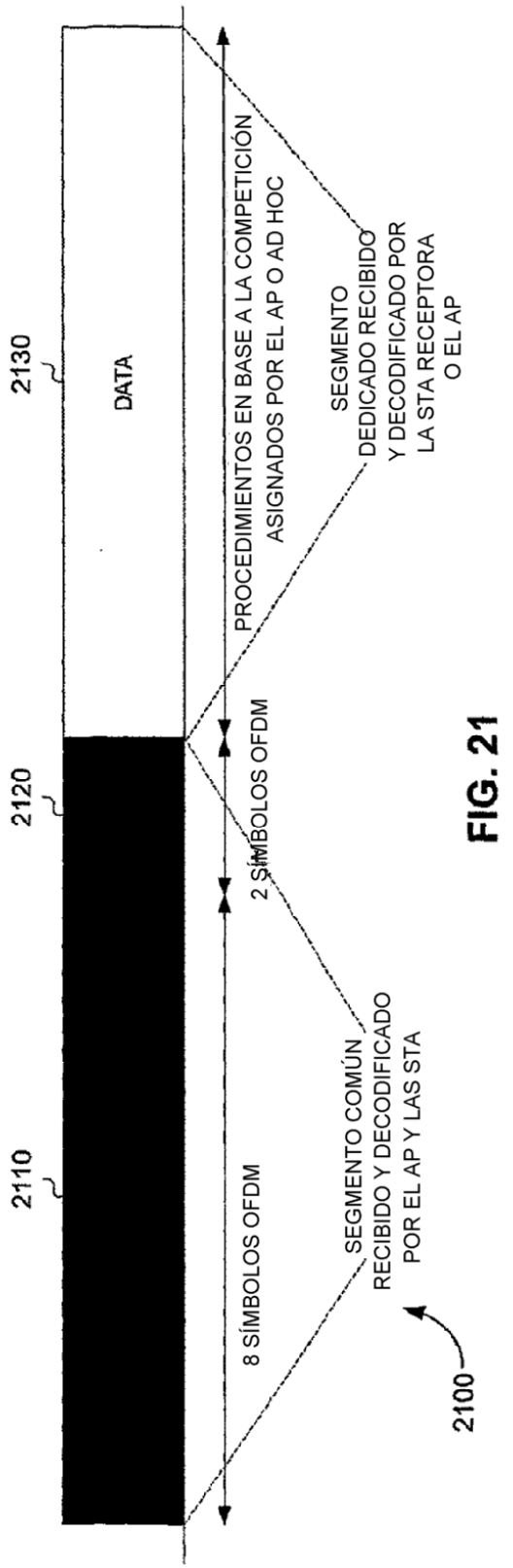

2130
DATA
2120
2110
PROCEDIMIENTOS EN BASE A LA COMPETICIÓN ASIGNADOS POR EL AP O AD HOC
SEGMENTO DEDICADO RECIBIDO Y DECODIFICADO POR LA STA RECEPTORA O EL AP
2 SÍMBOLOS OFDM
8 SÍMBOLOS OFDM
SEGMENTO COMÚN RECIBIDO Y DECODIFICADO POR EL AP Y LAS STA
2100

FIG. 21

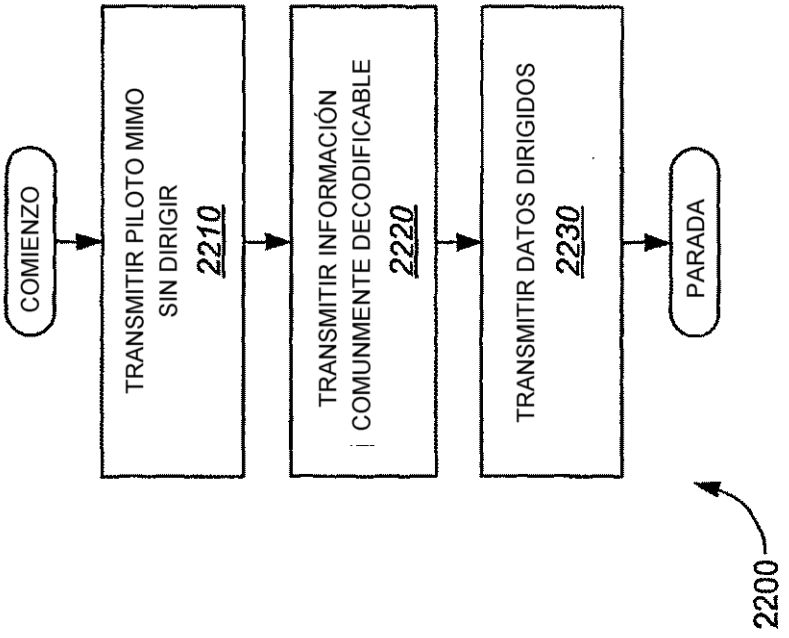

COMIENZO
TRANSMITIR PILOTO MIMO SIN DIRIGIR
2210
TRANSMITIR INFORMACIÓN COMUNMENTE DECODIFICABLE
2220
TRANSMITIR DATOS DIRIGIDOS
2230
PARADA
2200

FIG. 22

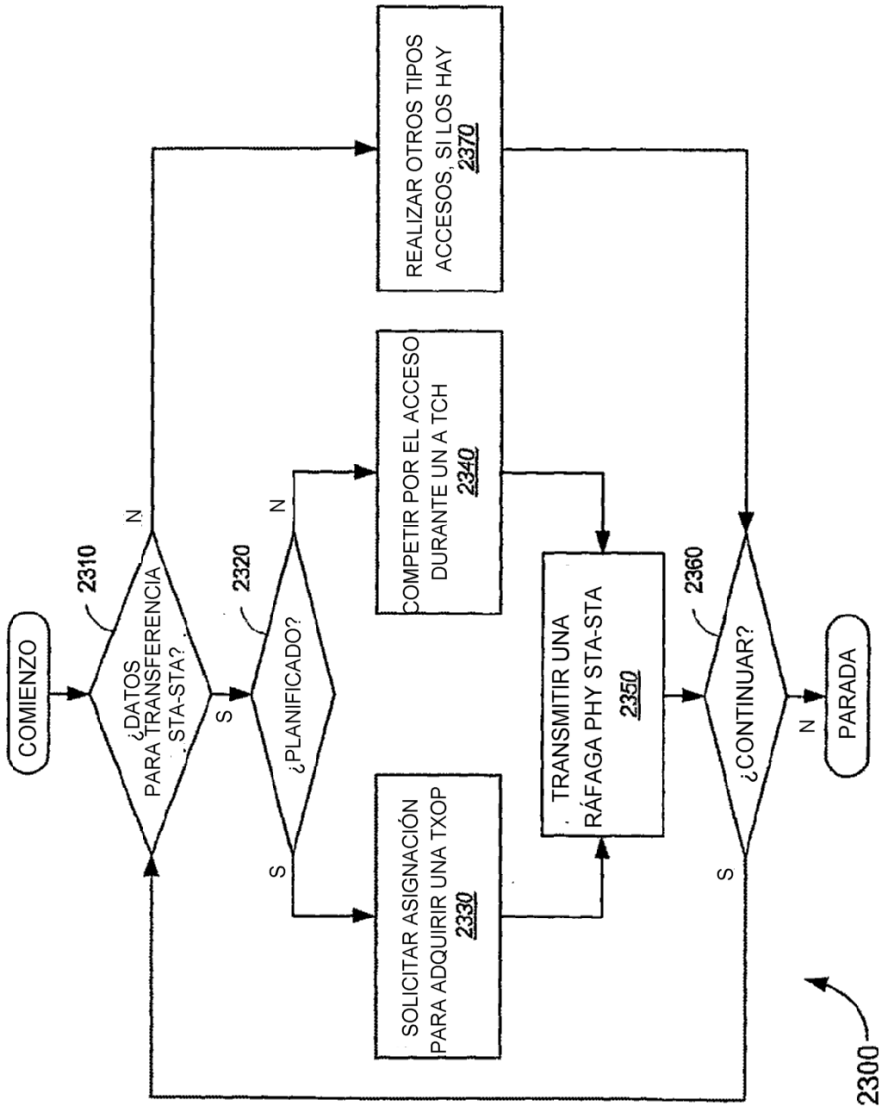

COMIENZO
2310
¿DATOS PARA TRANSFERENCIA STA-STA?
N
S
2320
¿PLANIFICADO?
N
S
REALIZAR OTROS TIPOS ACCESOS, SI LOS HAY 2370
COMPETIR POR EL ACCESO DURANTE UN A TCH 2340
SOLICITAR ASIGNACIÓN PARA ADQUIRIR UNA TXOP 2330
TRANSMITIR UNA RÁFAGA PHY STA-STA 2350
2360
¿CONTINUAR?
N
S
PARADA
2300

FIG. 23

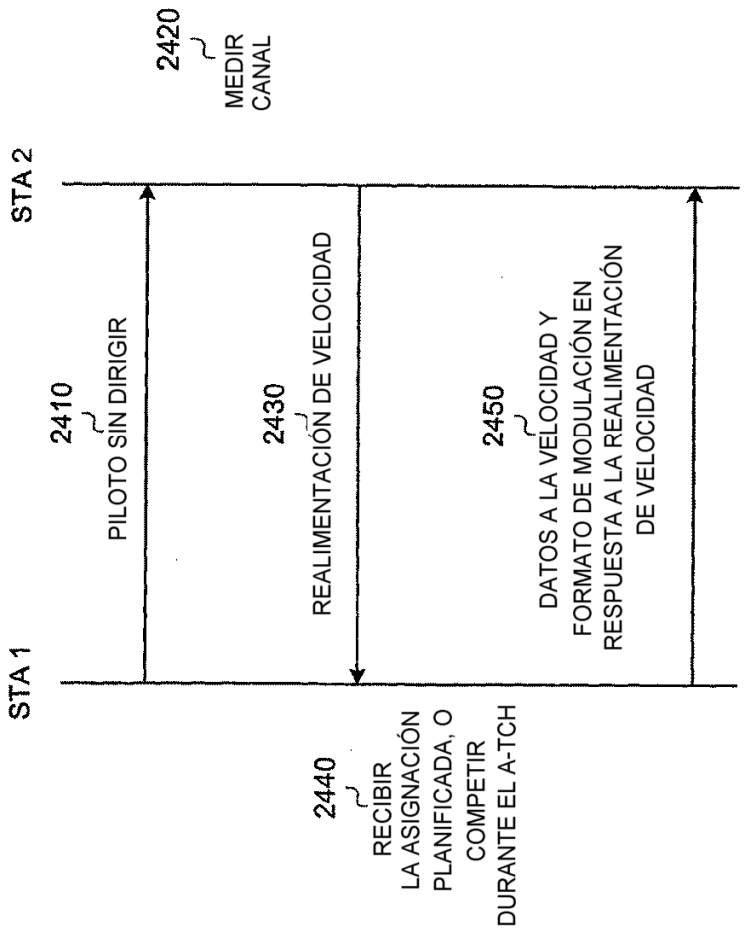

STA 1
STA 2
2410
PILOTO SIN DIRIGIR
2420
MEDIR CANAL
2430
REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD
2440
RECIBIR LA ASIGNACIÓN PLANIFICADA, O COMPETIR DURANTE EL A-TCH
2450
DATOS A LA VELOCIDAD Y FORMATO DE MODULACIÓN EN RESPUESTA A LA REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD
2400

FIG. 24

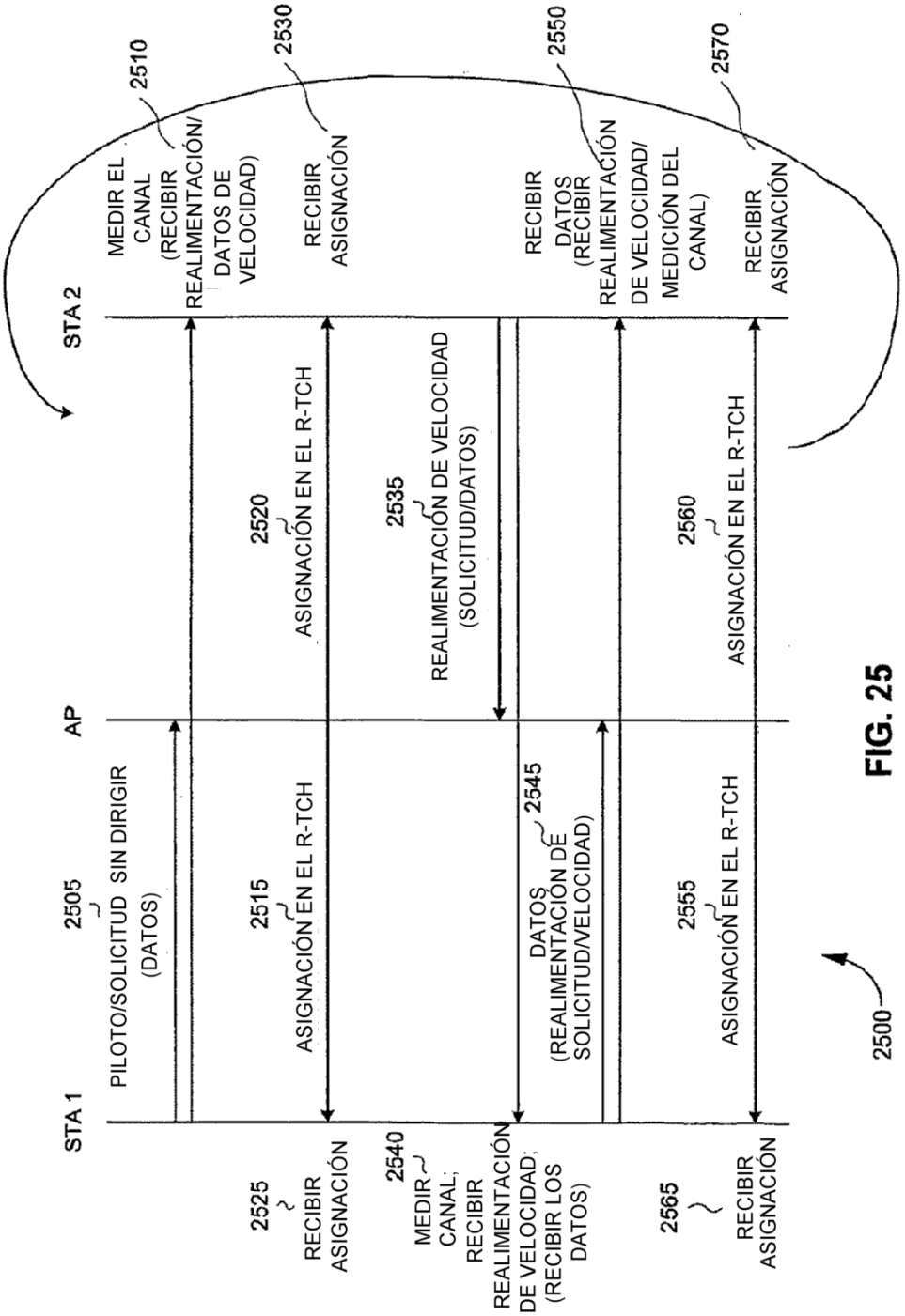

STA 1
AP
STA 2
2505
PILOTO/SOLICITUD SIN DIRIGIR (DATOS)
2510
MEDIR EL CANAL (RECIBIR REALIMENTACIÓN/ DATOS DE VELOCIDAD)
2515
ASIGNACIÓN EN EL R-TCH
2520
ASIGNACIÓN EN EL R-TCH
2525
RECIBIR ASIGNACIÓN
2530
RECIBIR ASIGNACIÓN
2535
REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD (SOLICITUD/DATOS)
2540
MEDIR CANAL; RECIBIR REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD; (RECIBIR LOS DATOS)
2545
DATOS (REALIMENTACIÓN DE SOLICITUD/VELOCIDAD)
2550
RECIBIR DATOS (RECIBIR REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD/ MEDICIÓN DEL CANAL)
2555
ASIGNACIÓN EN EL R-TCH
2560
ASIGNACIÓN EN EL R-TCH
2565
RECIBIR ASIGNACIÓN
2570
RECIBIR ASIGNACIÓN
2500

FIG. 25

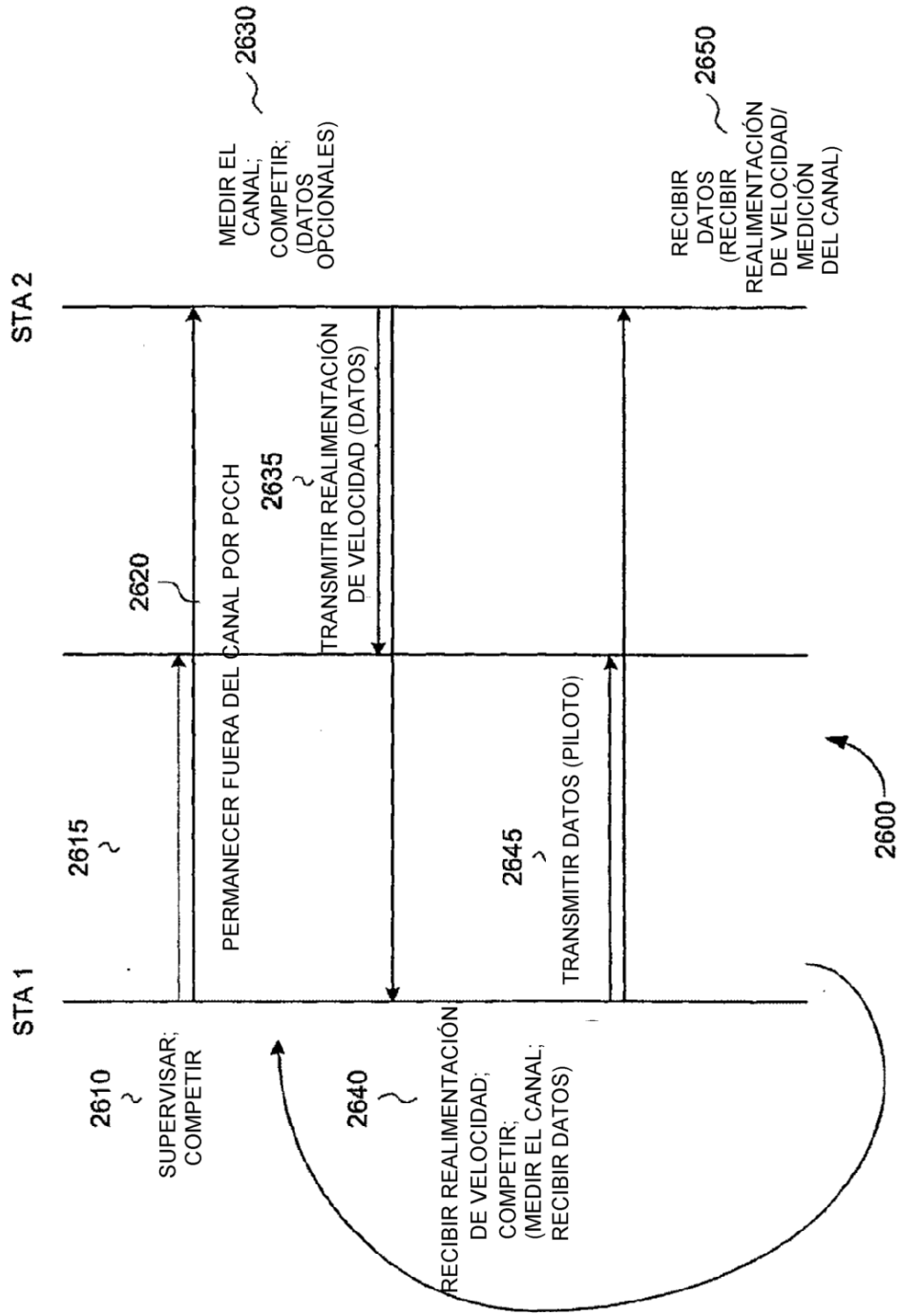

STA 1
STA 2
2610
SUPERVISAR; COMPETIR
2615
PERMANECER FUERA DEL CANAL POR PCCH
2620
2630
MEDIR EL CANAL; COMPETIR; (DATOS OPCIONALES)
2635
TRANSMITIR REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD (DATOS)
2640
RECIBIR REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD; COMPETIR; (MEDIR EL CANAL; RECIBIR DATOS)
2645
TRANSMITIR DATOS (PILOTO)
2650
RECIBIR DATOS (RECIBIR REALIMENTACIÓN DE VELOCIDAD/ MEDICIÓN DEL CANAL)
2600

FIG. 26

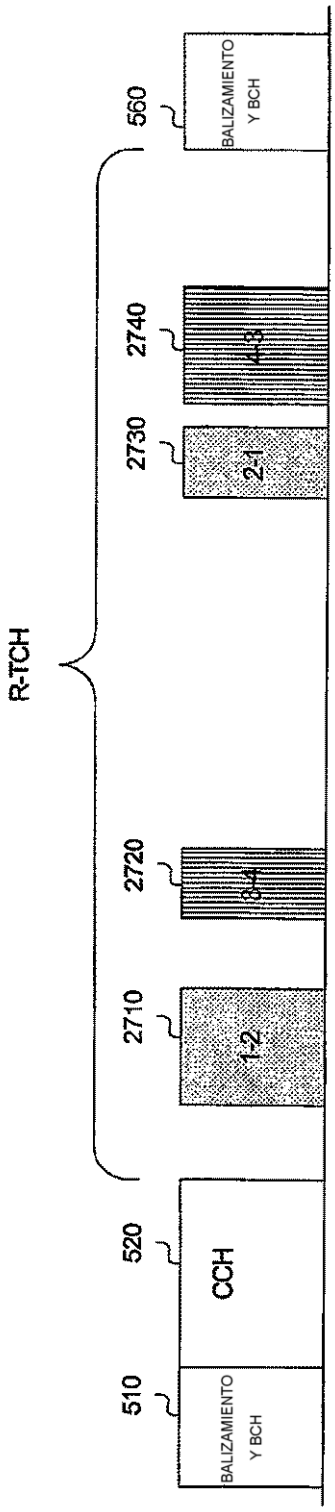

R-TCH
510
BALIZAMIENTO Y BCH
520
CCH
2710
1-2
2720
3-4
2730
2-1
2740
4-3
560
BALIZAMIENTO Y BCH
2700

FIG. 27

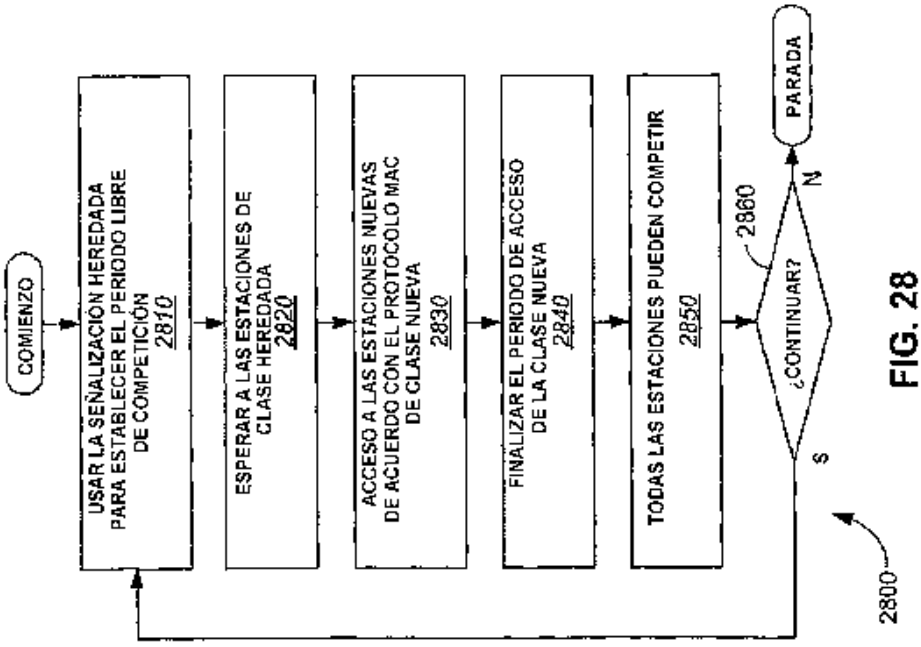

COMIENZO
USAR LA SEÑALIZACIÓN HEREDADA PARA ESTABLECER EL PERIODO LIBRE DE COMPETICIÓN
2810
ESPERAR A LAS ESTACIONES DE CLASE HEREDADA
2820
ACCESO A LAS ESTACIONES NUEVAS DE ACUERDO CON EL PROTOCOLO MAC DE CLASE NUEVA
2830
FINALIZAR EL PERIODO DE ACCESO DE LA CLASE NUEVA
2840
TODAS LAS ESTACIONES PUEDEN COMPETIR
2850
2860
¿CONTINUAR?
N
S
PARADA
2800

FIG. 28

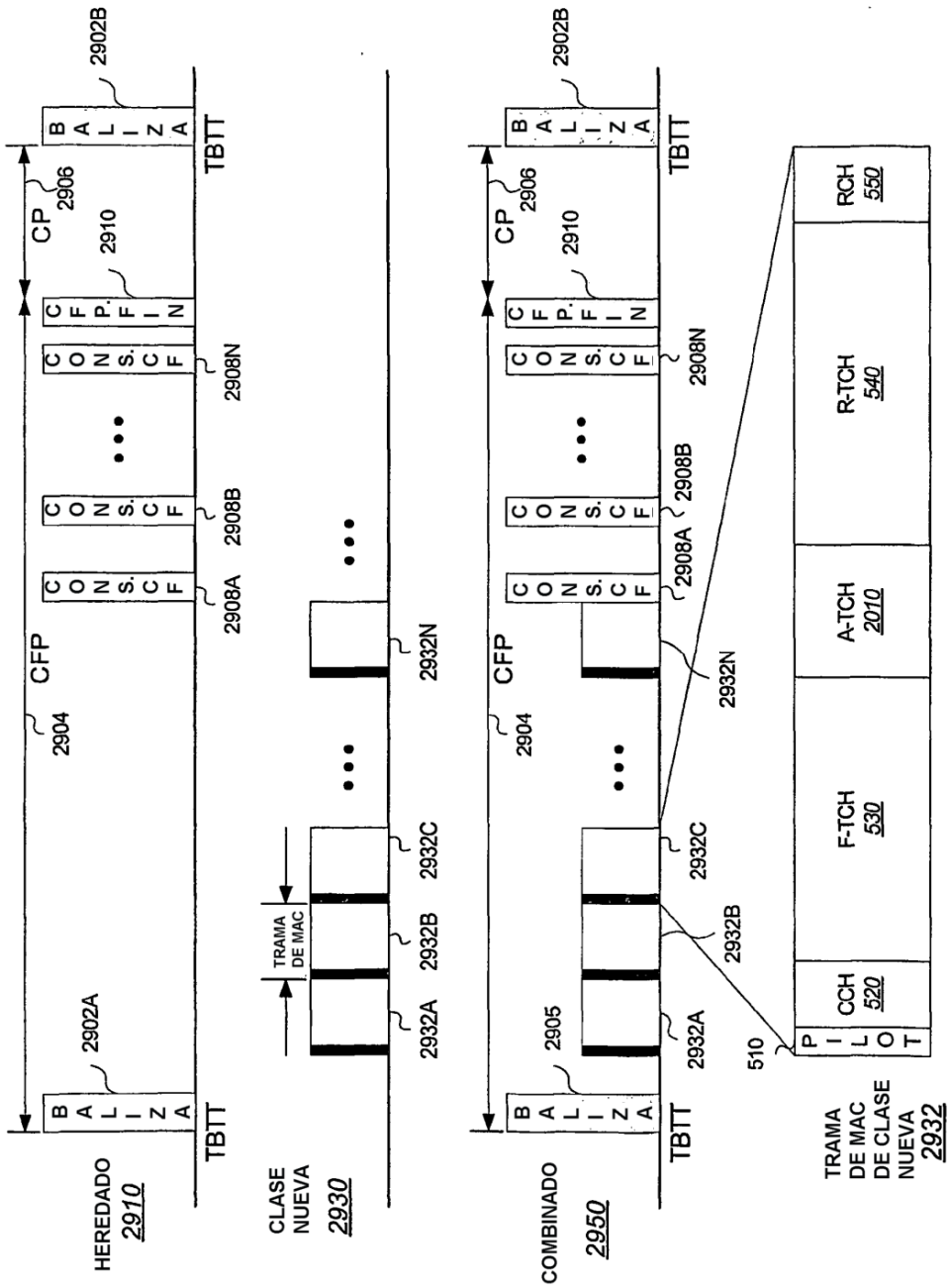

HEREDADO
2910
CLASE
NUEVA
2930
COMBINADO
2950
TRAMA
DE MAC
DE CLASE
NUEVA
2932
BALIZA
2902A
2902B
CP
2906
CFP
2904
COFP.FIN
2910
CONS.CCF
2908A
2908B
2908N
TBTT
TRAMA
DE MAC
2932A
2932B
2932C
2932N
2905
510
PILOTO
CCH
520
F-TCH
530
R-TCH
540
A-TCH
2010
RCH
550

FIG. 29

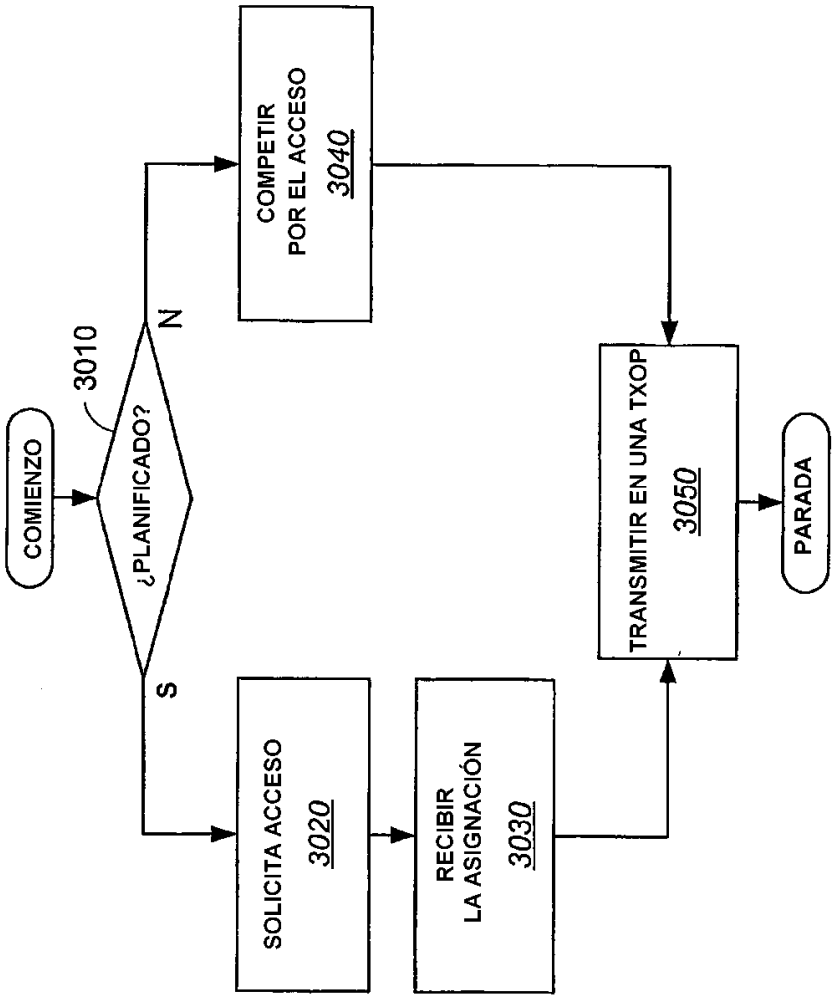

COMIENZO
3010
¿PLANIFICADO?
N
S
COMPETIR POR EL ACCESO 3040
SOLICITA ACCESO 3020
RECIBIR LA ASIGNACIÓN 3030
TRANSMITIR EN UNA TXOP 3050
PARADA
3000

FIG. 30

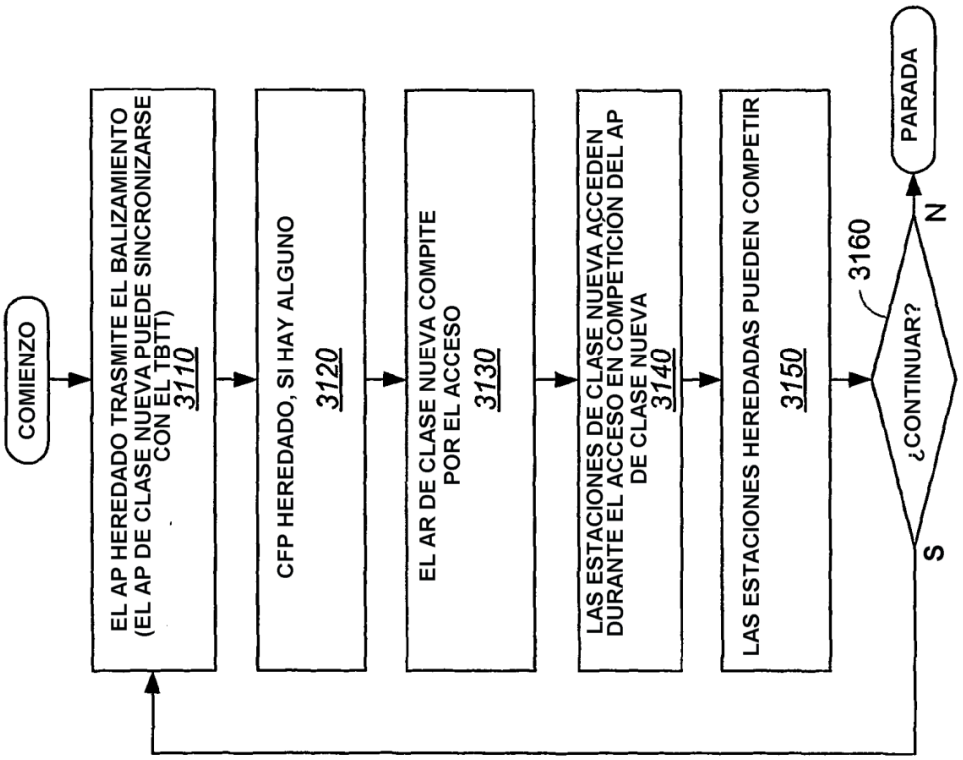

COMIENZO
EL AP HEREDADO TRASMITE EL BALIZAMIENTO (EL AP DE CLASE NUEVA PUEDE SINCRONIZARSE CON EL TBTT)
3110
CFP HEREDADO, SI HAY ALGUNO
3120
EL AR DE CLASE NUEVA COMPITE POR EL ACCESO
3130
LAS ESTACIONES DE CLASE NUEVA ACCEDEN DURANTE EL ACCESO EN COMPETICIÓN DEL AP DE CLASE NUEVA
3140
LAS ESTACIONES HEREDADAS PUEDEN COMPETIR
3150
3160
¿CONTINUAR?
S
N
PARADA
3100

FIG. 31

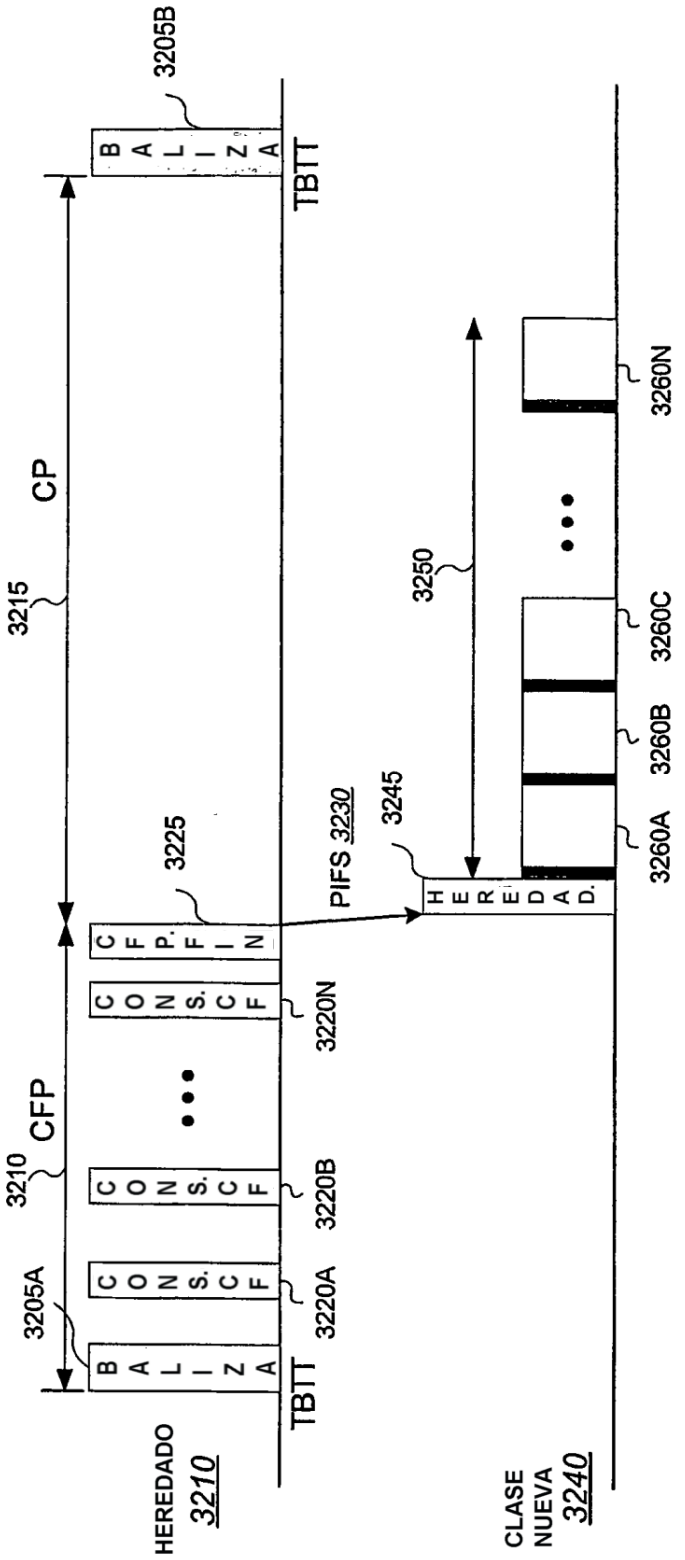

3205B
BALIZA
TBTT
CP
3215
3225
COFP.FIN
PIFS 3230
3245
HEREDAD.
3250
3260N
3260C
3260B
3260A
CONS.CFP
3220N
3220B
3220A
3210
CFP
3205A
BALIZA
TBTT
HEREDADO
3210
CLASE
NUEVA
3240

FIG. 32

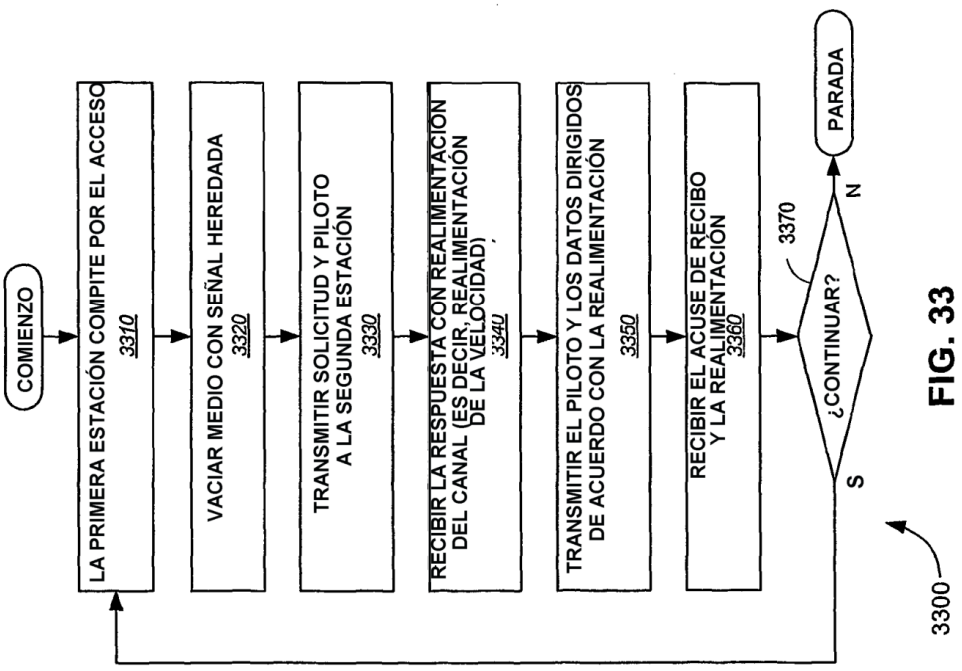

COMIENZO
LA PRIMERA ESTACIÓN COMPITE POR EL ACCESO
3310
VACIAR MEDIO CON SEÑAL HEREDADA
3320
TRANSMITIR SOLICITUD Y PILOTO A LA SEGUNDA ESTACIÓN
3330
RECIBIR LA RESPUESTA CON REALIMENTACIÓN DEL CANAL (ES DECIR, REALIMENTACIÓN DE LA VELOCIDAD)
3340
TRANSMITIR EL PILOTO Y LOS DATOS DIRIGIDOS DE ACUERDO CON LA REALIMENTACIÓN
3350
RECIBIR EL ACUSE DE RECIBO Y LA REALIMENTACIÓN
3360
3370
¿CONTINUAR?
S
N
PARADA
3300

FIG. 33

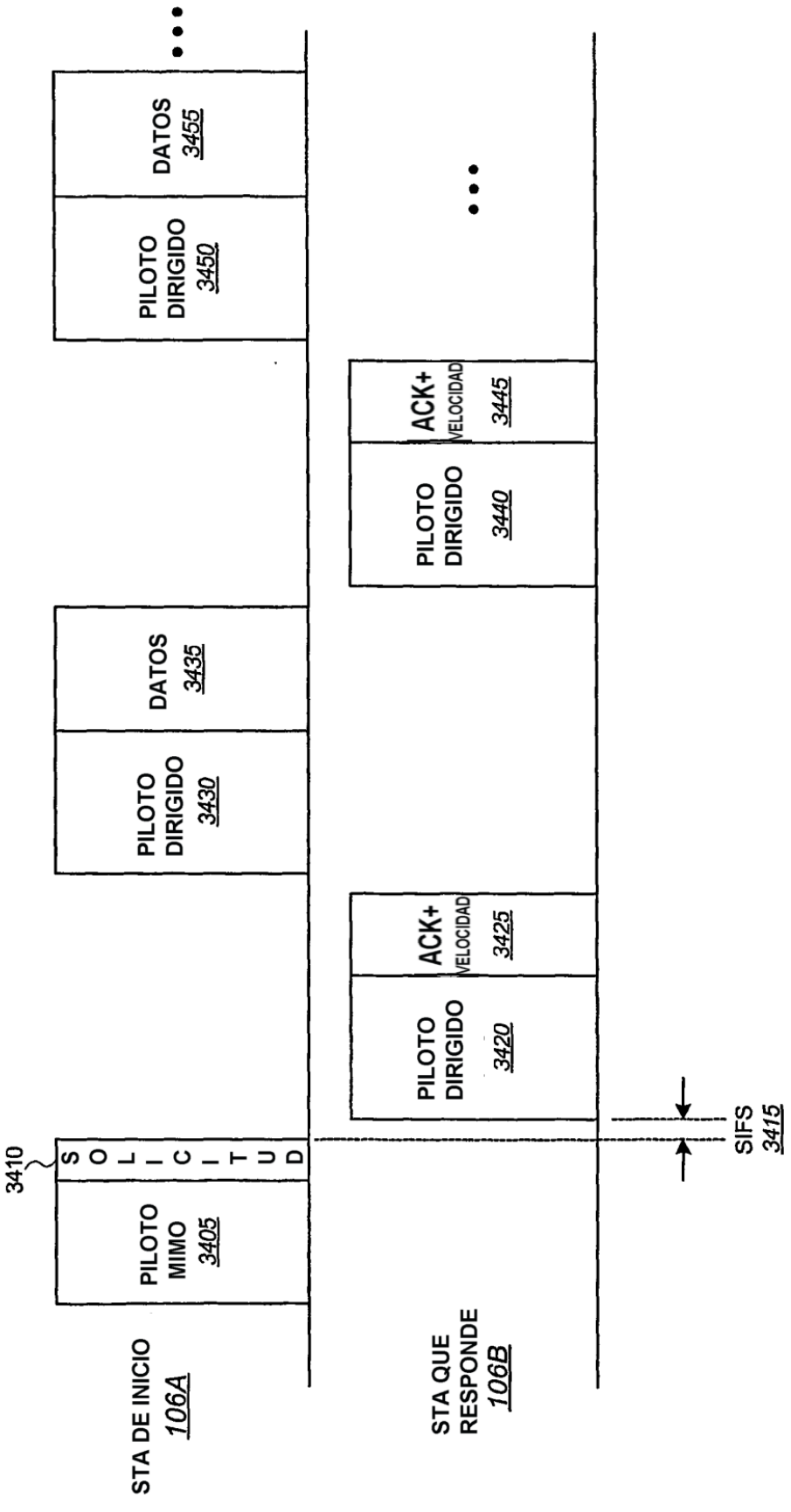

3410
SOLICITUD
PILOTO MIMO 3405
DATOS 3435
PILOTO DIRIGIDO 3430
DATOS 3455
PILOTO DIRIGIDO 3450
ACK+ VELOCIDAD 3425
PILOTO DIRIGIDO 3420
ACK+ VELOCIDAD 3445
PILOTO DIRIGIDO 3440
SIFS 3415
STA DE INICIO 106A
STA QUE RESPONDE 106B

FIG. 34

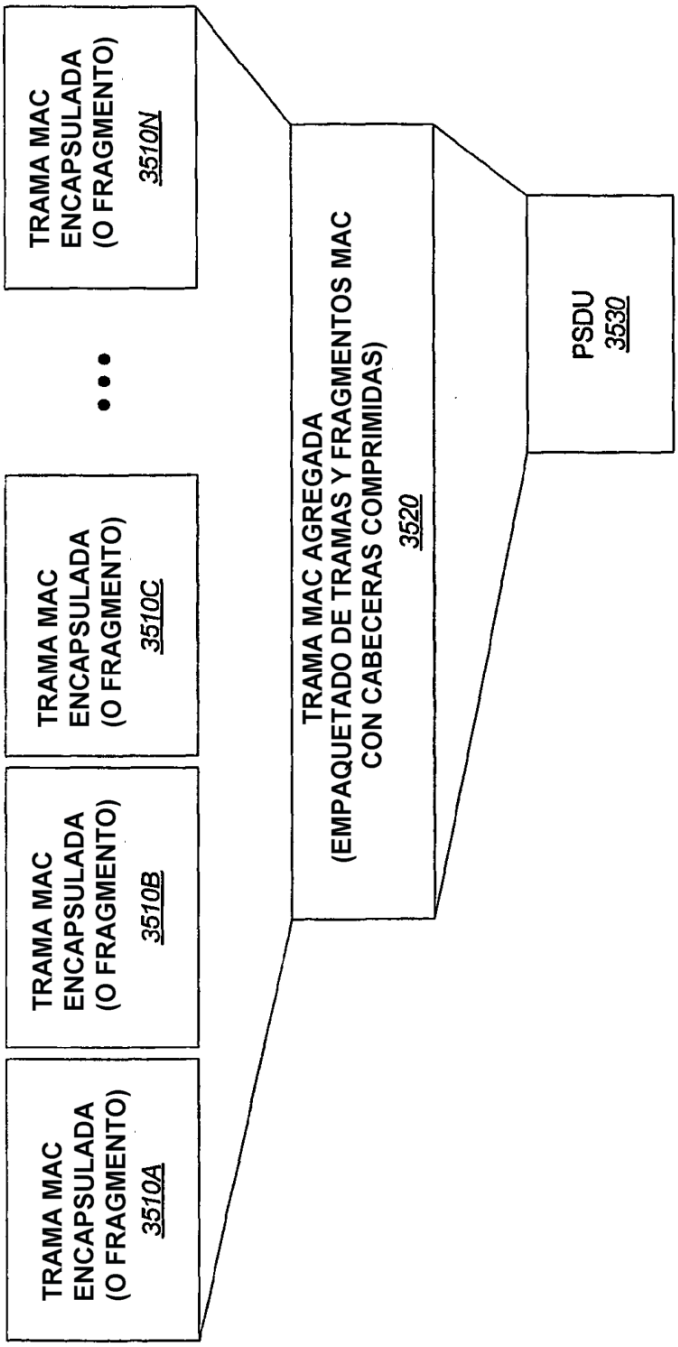
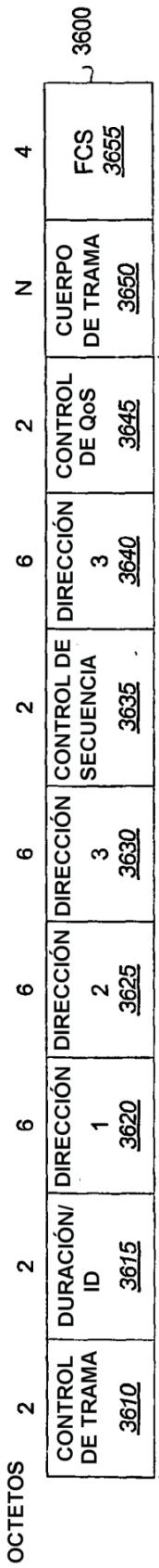

TRAMA MAC ENCAPSULADA (O FRAGMENTO) 3510A
TRAMA MAC ENCAPSULADA (O FRAGMENTO) 3510B
TRAMA MAC ENCAPSULADA (O FRAGMENTO) 3510C
TRAMA MAC ENCAPSULADA (O FRAGMENTO) 3510N
TRAMA MAC AGREGADA (EMPAQUETADO DE TRAMAS Y FRAGMENTOS MAC CON CABECERAS COMPRIMIDAS) 3520
PSDU 3530

FIG. 35



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 36

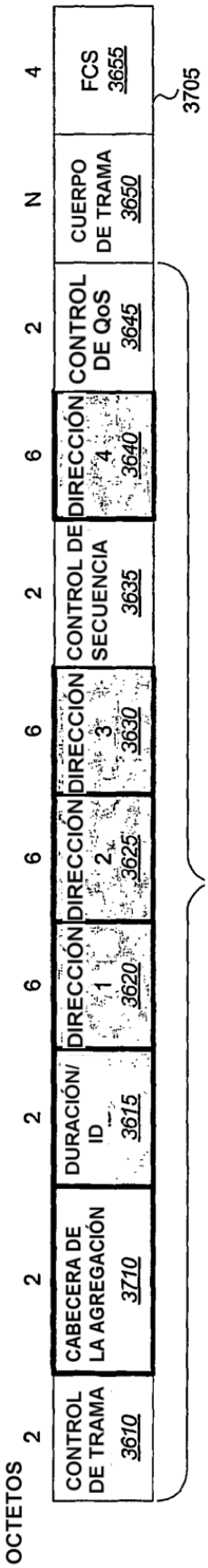


FIG. 37

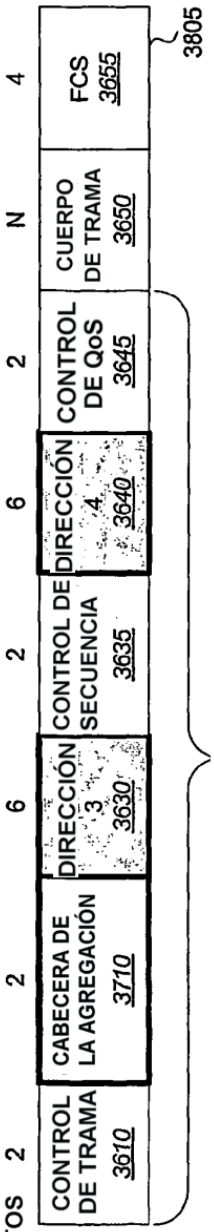


FIG. 38

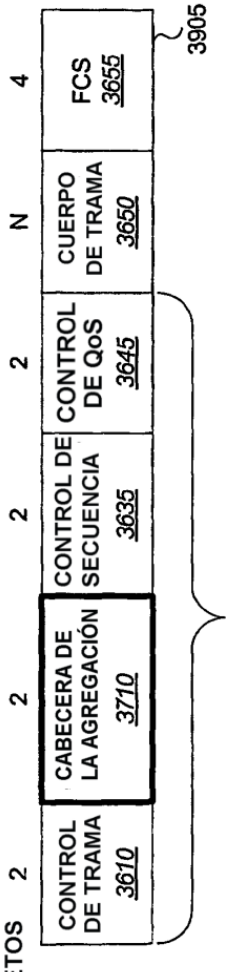


FIG. 39

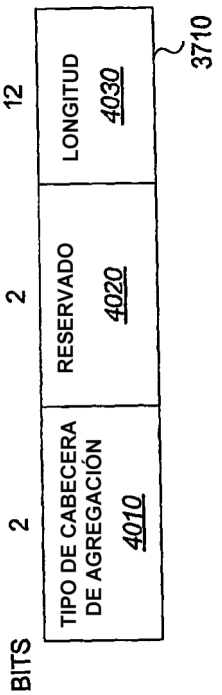

BITS
2
2
12
TIPO DE CABECERA DE AGREGACIÓN
4010
RESERVADO
4020
LONGITUD
4030
3710

FIG. 40

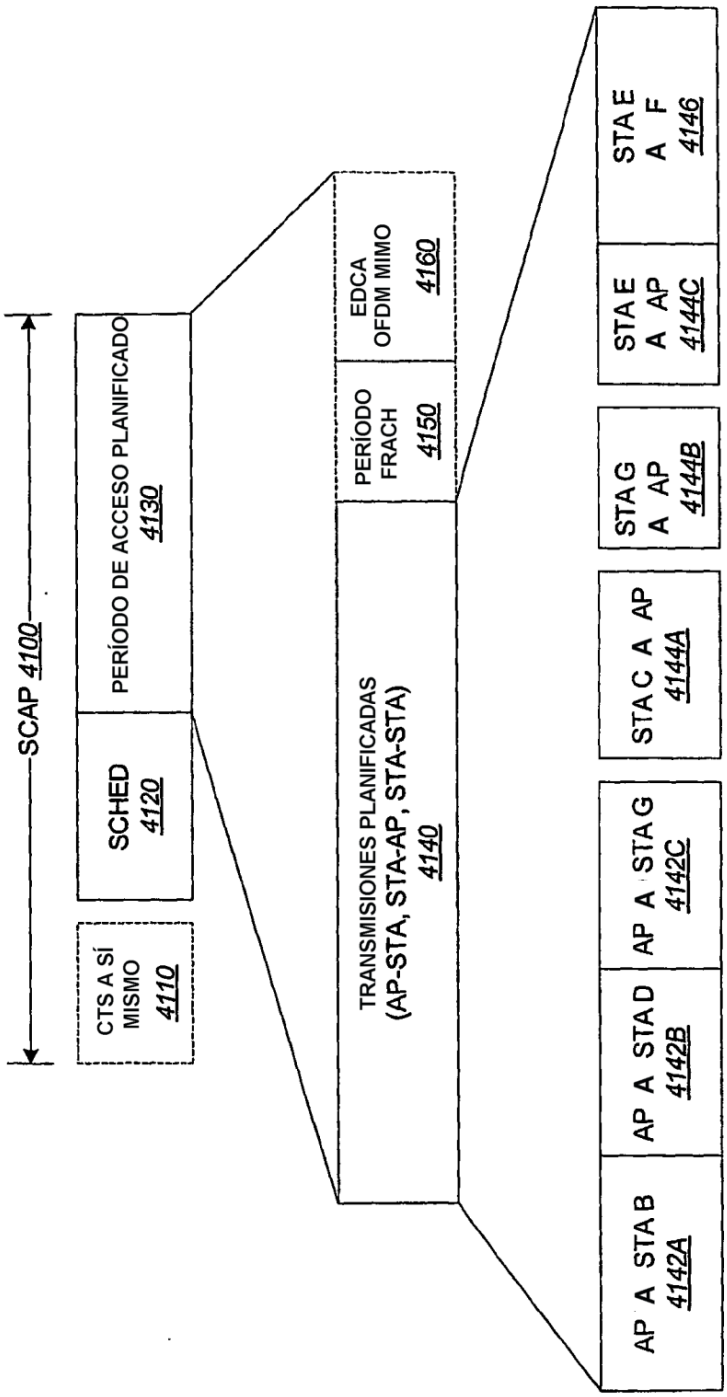

SCAP 4100
CTS A SÍ MISMO 4110
SCHED 4120
PERÍODO DE ACCESO PLANIFICADO 4130
TRANSMISIONES PLANIFICADAS (AP-STA, STA-AP, STA-STA) 4140
PERÍODO FRACH 4150
EDCA OFDM MIMO 4160
AP A STA B 4142A
AP A STA D 4142B
AP A STA G 4142C
STA C A AP 4144A
STA G A AP 4144B
STA E A AP 4144C
STA E A F 4146

FIG. 41

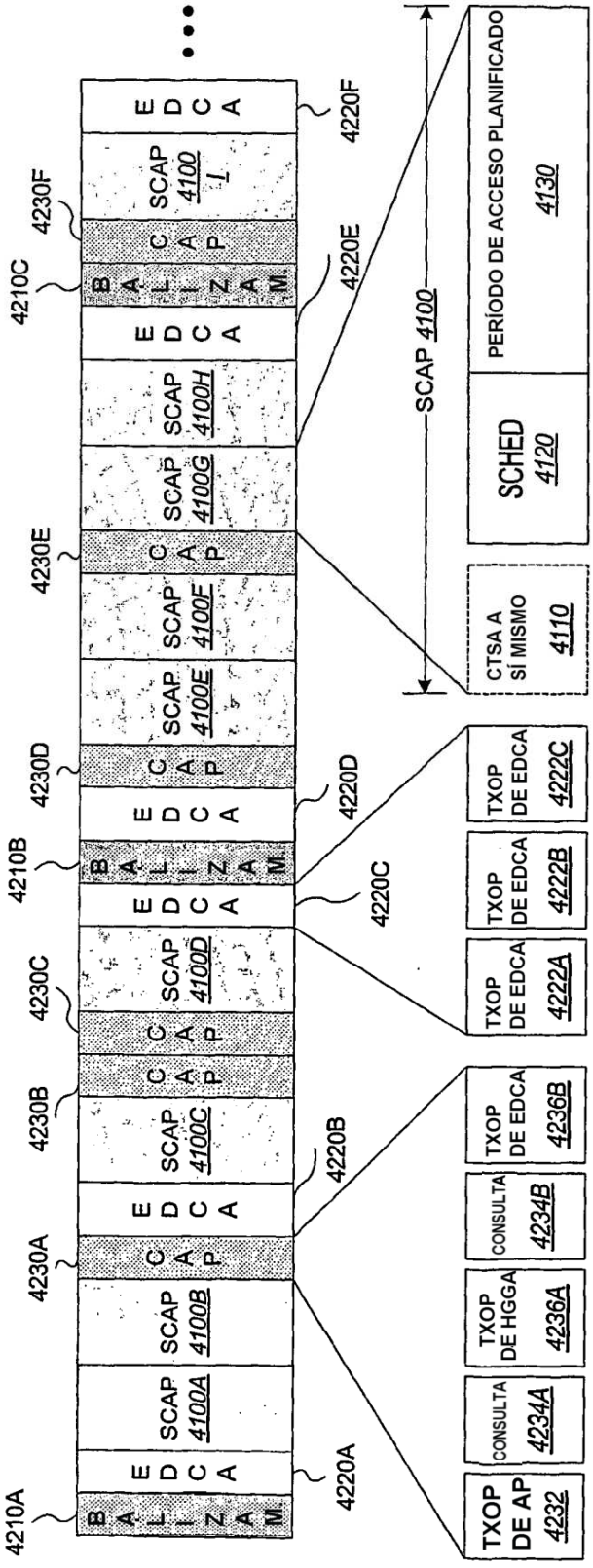

4210A
4210B
4210C
4220A
4220B
4220C
4220D
4220E
4220F
4230A
4230B
4230C
4230D
4230E
4230F
BALIZA
EDCA
SCAP 4100A
SCAP 4100B
SCAP 4100C
SCAP 4100D
SCAP 4100E
SCAP 4100F
SCAP 4100G
SCAP 4100H
SCAP 4100 I
CAP
TXOP DE AP 4232
CONSULTA 4234A
TXOP DE HGGA 4236A
CONSULTA 4234B
TXOP DE EDCA 4236B
TXOP DE EDCA 4222A
TXOP DE EDCA 4222B
TXOP DE EDCA 4222C
CTSA A SÍ MISMO 4110
SCHED 4120
SCAP 4100
PERÍODO DE ACCESO PLANIFICADO 4130

FIG. 42

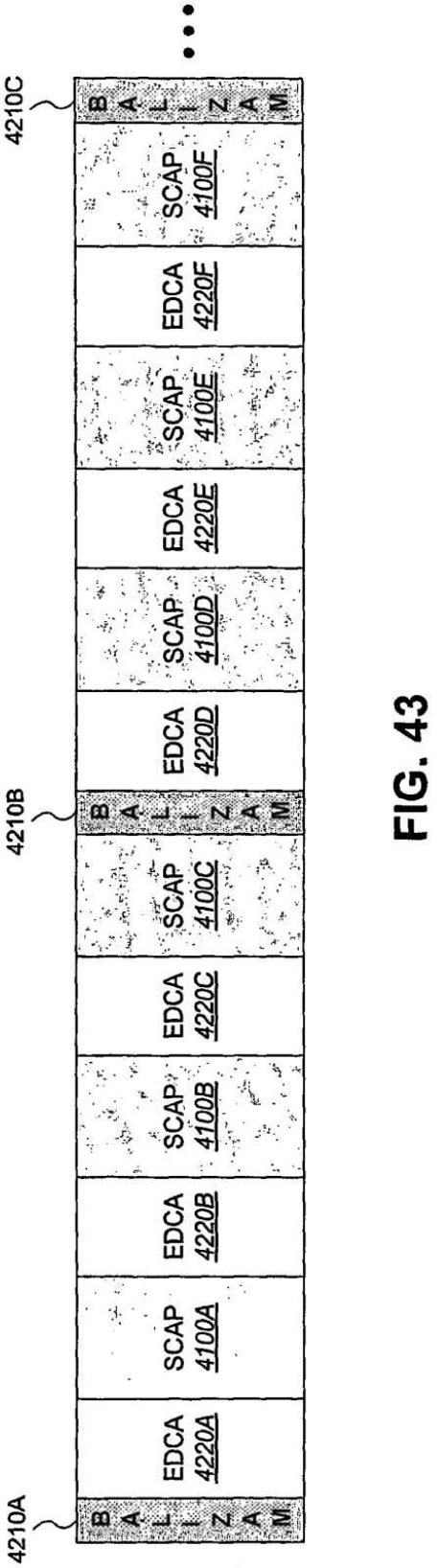

4210A
BALIZAM
EDCA 4220A
SCAP 4100A
EDCA 4220B
SCAP 4100B
EDCA 4220C
4210B
BALIZAM
SCAP 4100C
EDCA 4220D
SCAP 4100D
EDCA 4220E
SCAP 4100E
EDCA 4220F
4210C
BALIZAM
SCAP 4100F

FIG. 43

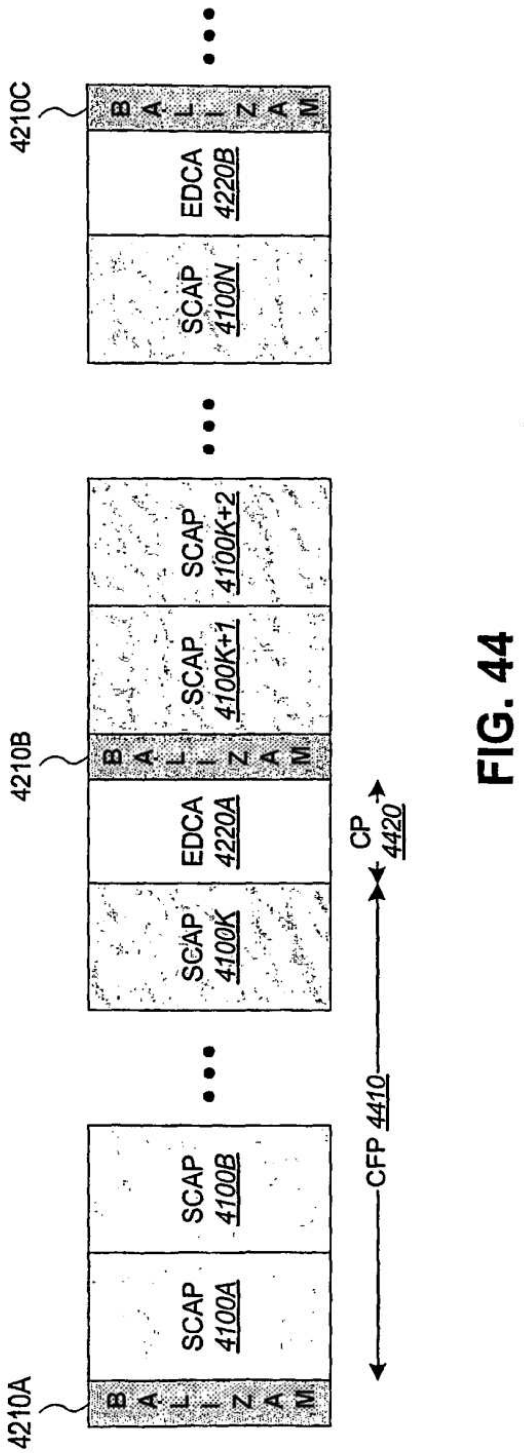

4210A
BALIZAM
SCAP 4100A
SCAP 4100B
4210B
BALIZAM
SCAP 4100K
EDCA 4220A
SCAP 4100K+1
SCAP 4100K+2
4210C
BALIZAM
SCAP 4100N
EDCA 4220B
CP 4420
CFP 4410

FIG. 44

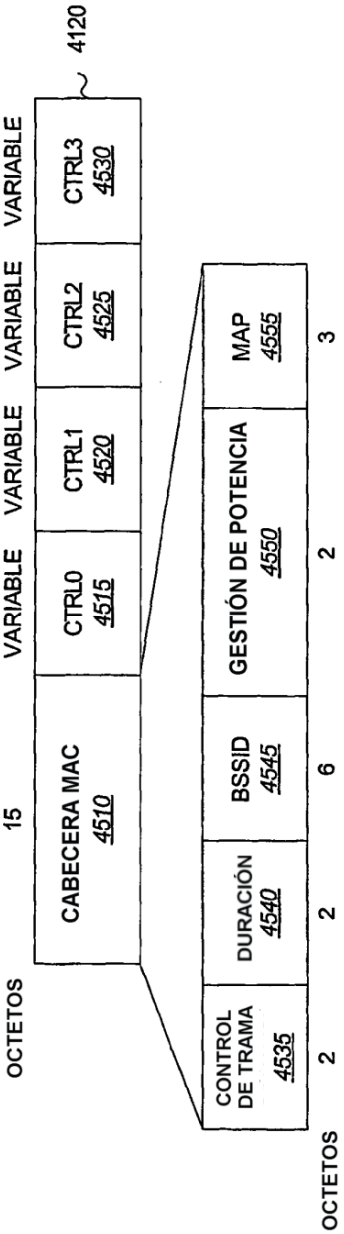


FIG. 45

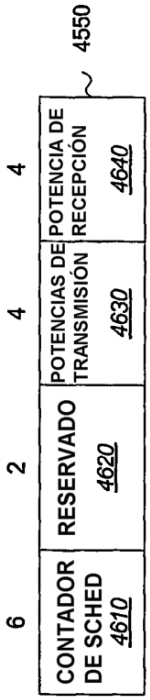


FIG. 46

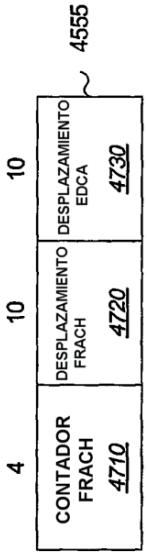


FIG. 47

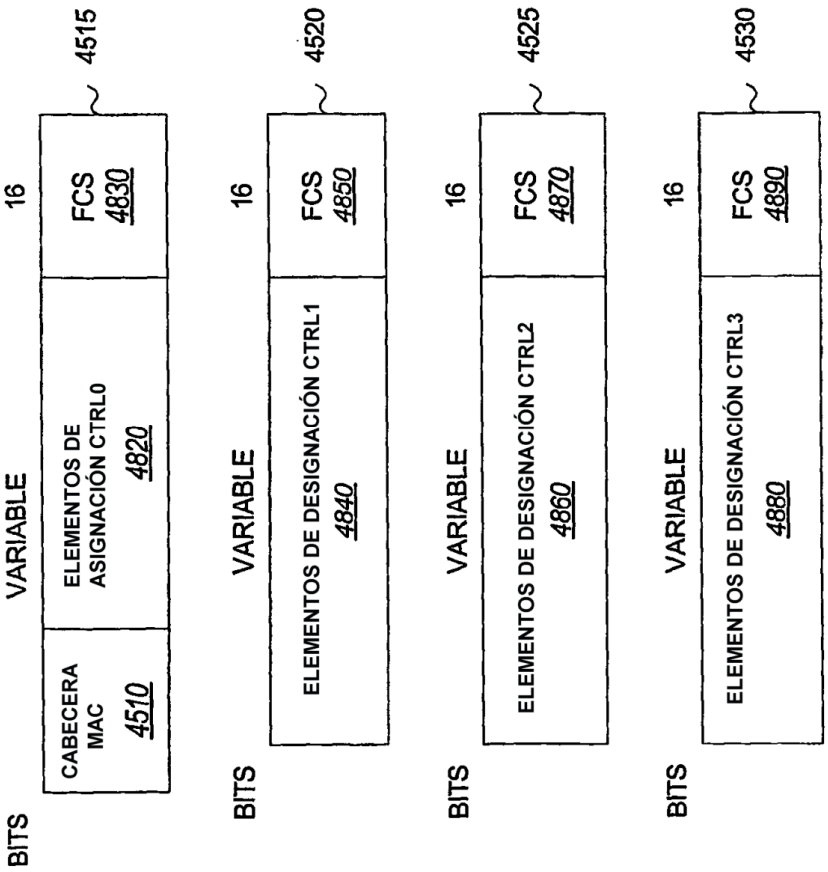
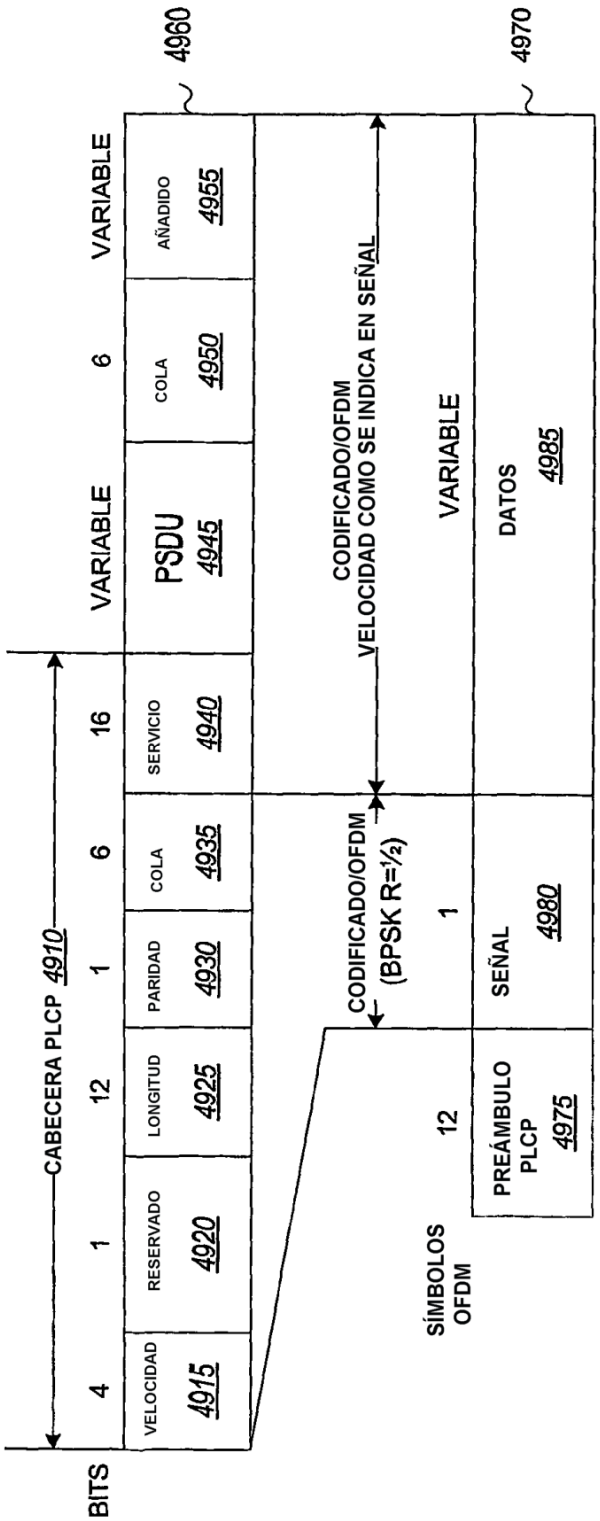

BITS
VARIABLE
16
CABECERA MAC 4510
ELEMENTOS DE ASIGNACIÓN CTRL0 4820
FCS 4830
4515
BITS
VARIABLE
16
ELEMENTOS DE DESIGNACIÓN CTRL1 4840
FCS 4850
4520
BITS
VARIABLE
16
ELEMENTOS DE DESIGNACIÓN CTRL2 4860
FCS 4870
4525
BITS
VARIABLE
16
ELEMENTOS DE DESIGNACIÓN CTRL3 4880
FCS 4890
4530

FIG. 48



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 49

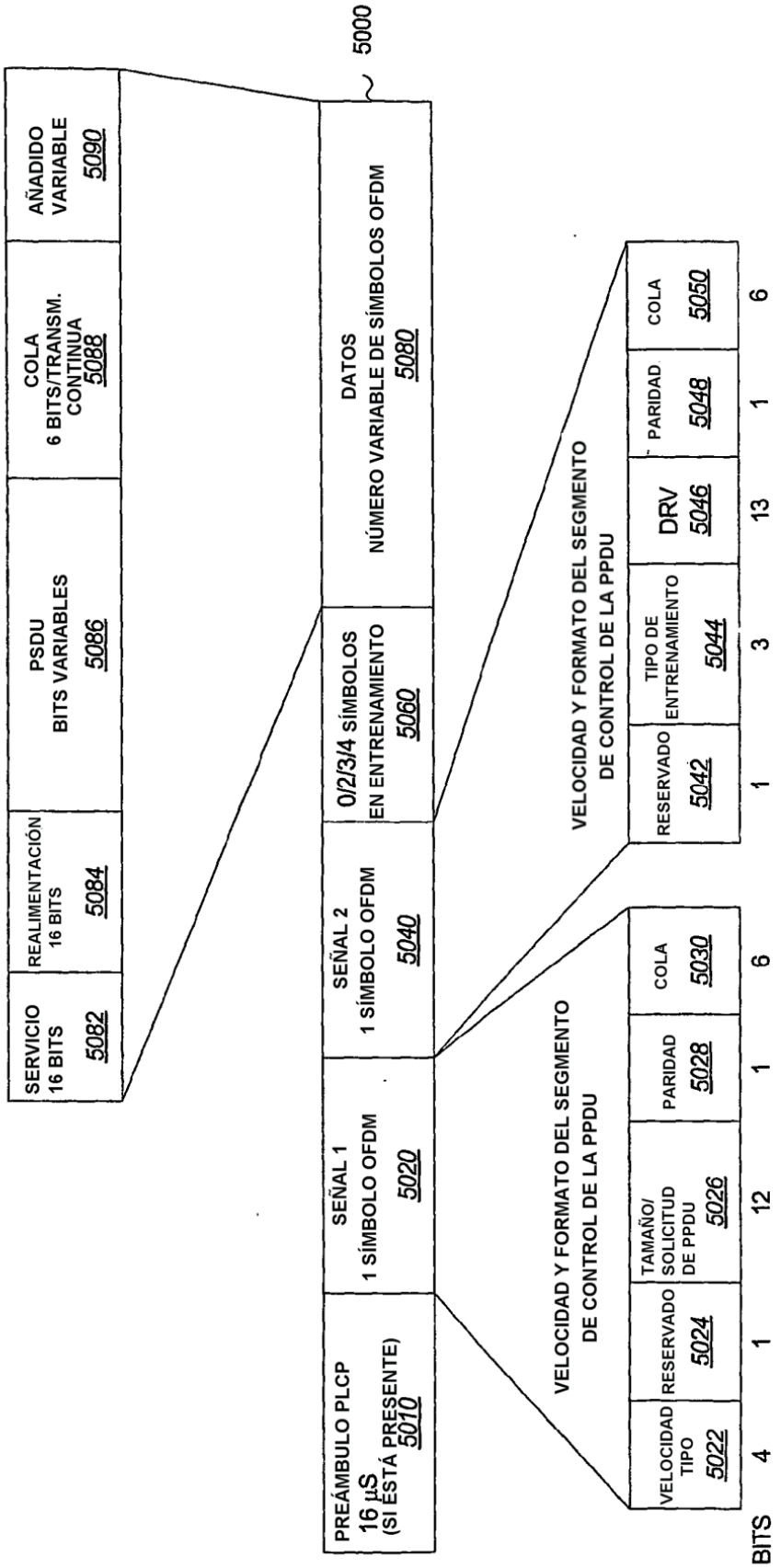

5000
PREÁMBULO PLCP
16 µS
(SI ESTÁ PRESENTE)
5010
SEÑAL 1
1 SÍMBOLO OFDM
5020
SEÑAL 2
1 SÍMBOLO OFDM
5040
SERVICIO
16 BITS
5082
REALIMENTACIÓN
16 BITS
5084
PSDU
BITS VARIABLES
5086
COLA
6 BITS/TRANSM.
CONTINUA
5088
AÑADIDO
VARIABLE
5090
0/2/3/4 SÍMBOLOS
EN ENTRENAMIENTO
5060
DATOS
NÚMERO VARIABLE DE SÍMBOLOS OFDM
5080
VELOCIDAD Y FORMATO DEL SEGMENTO
DE CONTROL DE LA PPDU
VELOCIDAD
TIPO
5022
RESERVADO
5024
TAMAÑO/
SOLICITUD
DE PPDU
5026
PARIDAD
5028
COLA
5030
VELOCIDAD Y FORMATO DEL SEGMENTO
DE CONTROL DE LA PPDU
RESERVADO
5042
TIPO DE
ENTRENAMIENTO
5044
DRV
5046
PARIDAD
5048
COLA
5050
BITS
4
1
12
1
6
1
3
13
1
6

FIG. 50

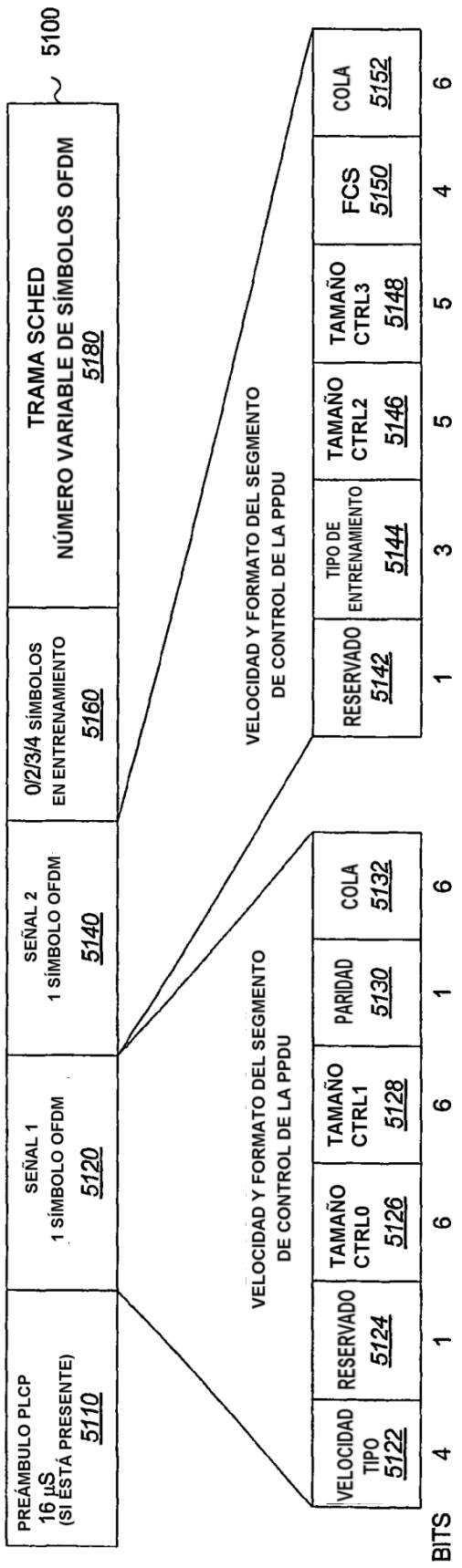

5100
PREÁMBULO PLCP
16 µS
(SI ESTÁ PRESENTE)
5110
SEÑAL 1
1 SÍMBOLO OFDM
5120
SEÑAL 2
1 SÍMBOLO OFDM
5140
0/2/3/4 SÍMBOLOS
EN ENTRENAMIENTO
5160
TRAMA SCHED
NÚMERO VARIABLE DE SÍMBOLOS OFDM
5180
VELOCIDAD Y FORMATO DEL SEGMENTO
DE CONTROL DE LA PPDU
VELOCIDAD TIPO 5122
RESERVADO 5124
TAMAÑO CTRL0 5126
TAMAÑO CTRL1 5128
PARIDAD 5130
COLA 5132
VELOCIDAD Y FORMATO DEL SEGMENTO
DE CONTROL DE LA PPDU
RESERVADO 5142
TIPO DE ENTRENAMIENTO 5144
TAMAÑO CTRL2 5146
TAMAÑO CTRL3 5148
FCS 5150
COLA 5152
BITS
4
1
6
6
1
6
1
3
5
5
4
6

FIG. 51

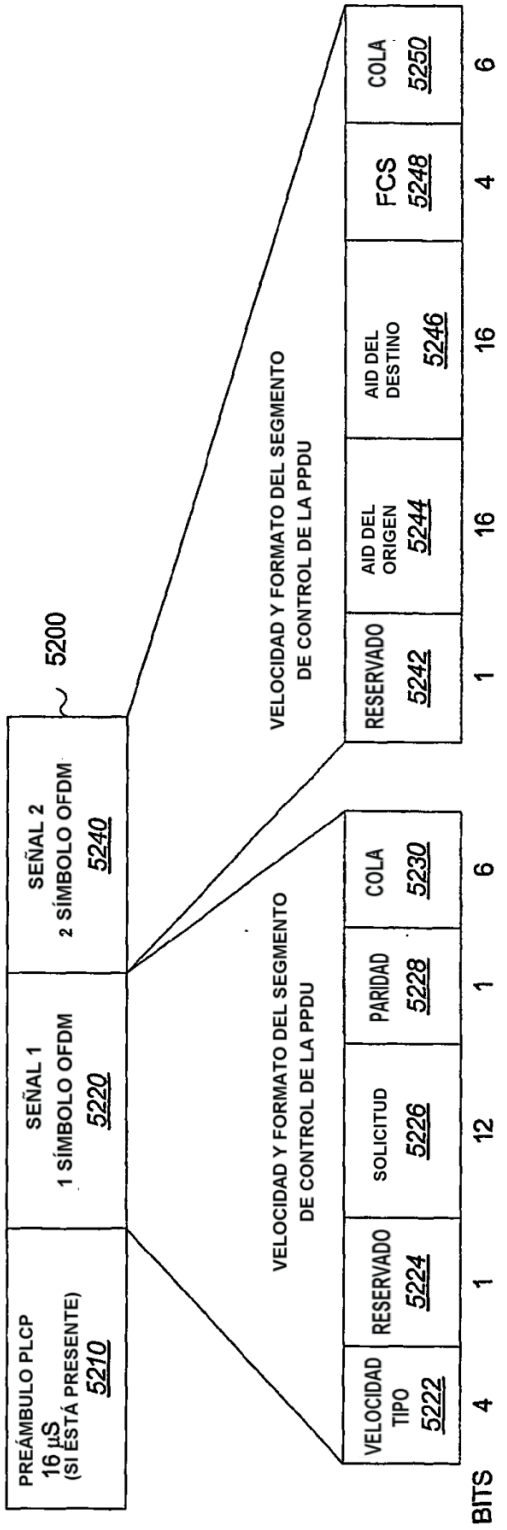

PREÁMBULO PLCP
16 µS
(SI ESTÁ PRESENTE)
5210
SEÑAL 1
1 SÍMBOLO OFDM
5220
SEÑAL 2
2 SÍMBOLO OFDM
5240
5200
VELOCIDAD TIPO
5222
RESERVADO
5224
SOLICITUD
5226
PARIDAD
5228
COLA
5230
VELOCIDAD Y FORMATO DEL SEGMENTO DE CONTROL DE LA PPDU
RESERVADO
5242
AID DEL ORIGEN
5244
AID DEL DESTINO
5246
FCS
5248
COLA
5250
VELOCIDAD Y FORMATO DEL SEGMENTO DE CONTROL DE LA PPDU
BITS
4
1
12
1
6
1
16
16
4
6

FIG. 52

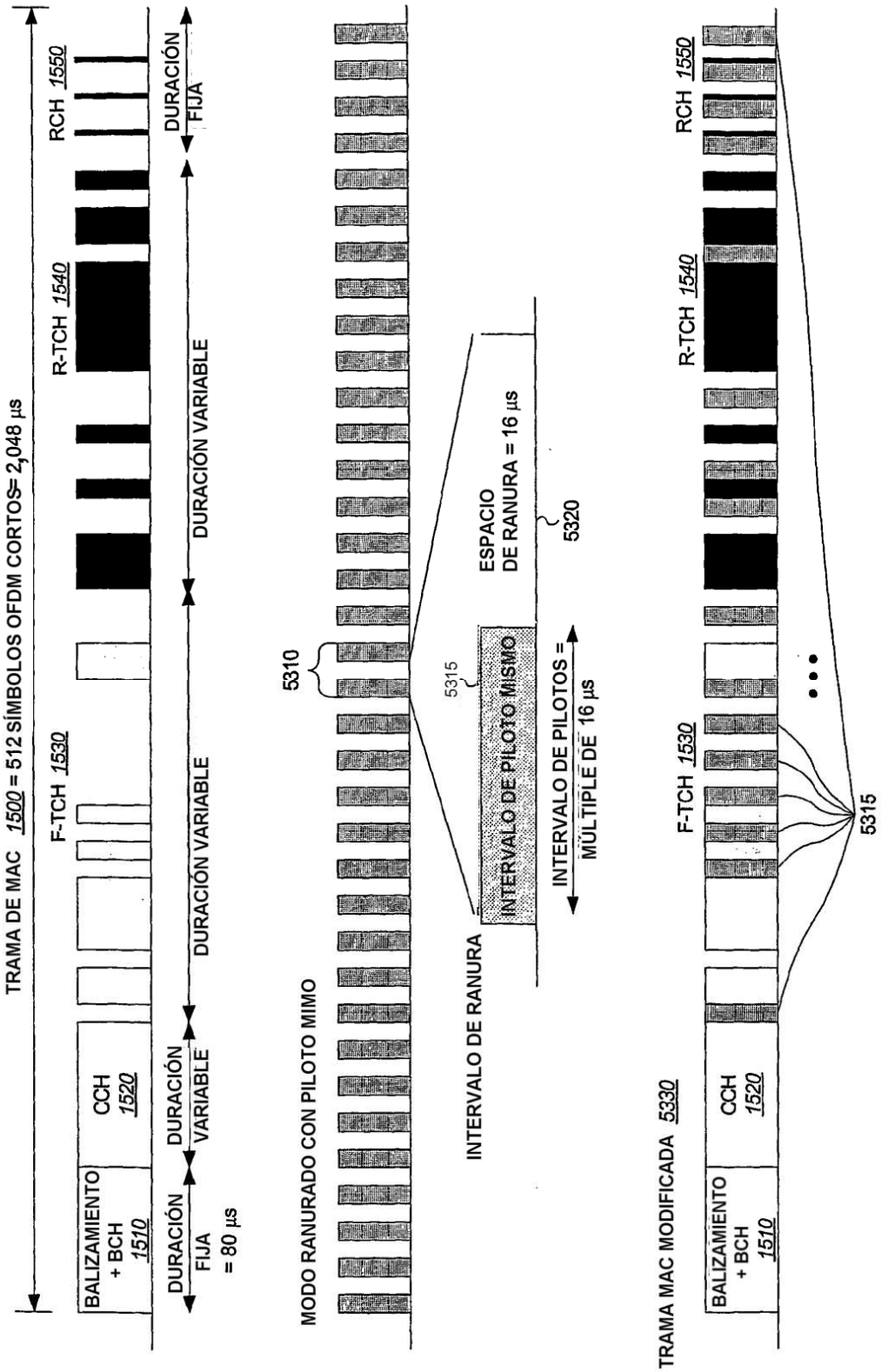

TRAMA DE MAC 1500 = 512 SÍMBOLOS OFDM CORTOS= 2,048 µs
BALIZAMIENTO + BCH 1510
CCH 1520
F-TCH 1530
R-TCH 1540
RCH 1550
DURACIÓN FIJA = 80 µs
DURACIÓN VARIABLE
DURACIÓN FIJA
DURACIÓN VARIABLE
MODO RANURADO CON PILOTO MIMO
5310
5315
INTERVALO DE RANURA
INTERVALO DE PILOTO MISMO
ESPACIO DE RANURA = 16 µs
5320
INTERVALO DE PILOTOS = MÚLTIPLE DE 16 µs
TRAMA MAC MODIFICADA 5330
BALIZAMIENTO + BCH 1510
CCH 1520
F-TCH 1530
R-TCH 1540
RCH 1550
5315

FIG. 53