

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 104**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/56**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04795248 .6**

96 Fecha de presentación: **15.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1678893**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.07.2006**

54 Título: **Control de acceso a medios a alta velocidad**

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 964321

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**18.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**18.12.2012**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**5775 MOREHOUSE DRIVE**  
**SAN DIEGO, CALIFORNIA 92121, US**

72 Inventor/es:

**NANDA, SANJIV;**  
**MEYLAN, ARNAUD y**  
**WALTON, RODNEY, J.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 393 104 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Control de acceso a medios a alta velocidad

### **Campo**

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

### **Antecedentes**

10 Los sistemas de comunicación inalámbricos están ampliamente desplegados para proporcionar diversos tipos de comunicación, tal como voz y datos. Un sistema de datos inalámbrico típico, o red, proporciona a los usuarios acceso múltiple a uno o más recursos compartidos. Un sistema puede utilizar una variedad de técnicas de acceso múltiple, tal como multiplexación por división de frecuencia (FDM), multiplexación por división de tiempo (TDM), multiplexación por división de código (CDM), y otros.

15 Las redes inalámbricas de ejemplo incluyen sistemas de datos basados en sistemas celulares. Los siguientes son varios de estos ejemplos: (1) el "Estándar de compatibilidad de estación móvil-estación base TIA/EIA-95-B para sistemas celulares de espectro amplio de ancho de banda de modo dual" (el estándar IS-95), (2) el estándar ofrecido por un consorcio denominado "Proyecto de asociación de 3ª generación" (3GPP) y plasmado en un conjunto de documentos, incluyendo los Documentos Nos. 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213, y 3G TS 25.214 (el estándar W-CDMA), (3) el estándar ofrecido por un consorcio denominado "Proyecto de asociación de 3ª generación 2" (3GPP2) y materializado en "Estándar de capa física TR- 45.5 para sistemas de espectro amplio cdma2000" (el estándar IS-2000), y (4) el sistema de alta tasa de datos (HDR) que cumple con el estándar TIA/EIA/IS-856 (el estándar IS-856).

20 Otros ejemplos de sistemas inalámbricos incluyen redes de área local inalámbricas (WLAN), tal como los estándares IEEE 802.11 (es decir, 802.11 (a), (b), o (g)). Las mejoras en estas redes se pueden lograr en el despliegue de una WLAN de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que comprende técnicas de modulación de multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM). IEEE 802.11 (e) se ha introducido para mejorar algunas de las deficiencias de los anteriores estándares 802.11.

25 Como que los diseños de sistemas inalámbricos han avanzado, mayores tasas de datos han estado disponibles. Las mayores tasas de datos han abierto la posibilidad de aplicaciones avanzadas, entre las que están voz, video, transferencia rápida de datos, y varias otras aplicaciones. Sin embargo, varias aplicaciones pueden tener diferentes requisitos para su respectiva transferencia de datos. Muchos tipos de datos pueden tener latencia y requisitos de rendimiento, o necesitan alguna garantía de calidad de servicio (QoS). Sin la gestión de recursos, la capacidad de un sistema se puede reducir, y el sistema puede no operar de manera eficiente.

30 Esto se puede ver en el documento WO-A2-02/28119.

35 Los protocolos de control de acceso a medios (MAC) se utilizan comúnmente para asignar un recurso de comunicación compartido entre un número de usuarios. Los protocolos MAC comúnmente conectan entre sí las capas superiores a la capa física utilizada para transmitir y recibir datos. Para beneficiarse de un aumento en las tasas de datos, un protocolo MAC debe ser diseñado para utilizar el recurso compartido de manera eficiente. También es deseable en general mantener la interoperabilidad con estándares de comunicación alternativos o de legado. Por tanto, existe una necesidad en la técnica para un procesamiento MAC para un uso eficiente de los sistemas de alto rendimiento. Hay una necesidad adicional en la técnica para este procesamiento MAC que es compatible hacia atrás con varios tipos de sistemas heredados.

### **Sumario**

45 Las realizaciones descritas en la presente memoria afrontan la necesidad de un procesamiento MAC para la utilización eficaz de sistemas de alto rendimiento y que puede ser compatible con varios tipos de sistemas heredados. En un aspecto, una estructura de transmisión de datos comprende un sondeo consolidado y una o más tramas de transmisión de acuerdo con el sondeo consolidado. En otro aspecto, una estructura de transmisión de datos de duplexado por división de tiempo (TDD) comprende un sondeo consolidado, y cero o más puntos de acceso para las tramas de estación remota de acuerdo con el sondeo consolidado.

50 En un aspecto, las tramas se transmiten secuencialmente con ninguna separación o con una separación entre las tramas sustancialmente reducida. En otro aspecto, una separación entre tramas de protección puede introducirse entre las tramas transmitidas desde fuentes diferentes, o con niveles de energía considerablemente diferentes. En otro aspecto, un preámbulo único se transmite en asociación con una o más tramas. En otro aspecto, un acuse de recibo de bloque es transmitido con posterioridad a la transmisión de una o más tramas secuenciales. En otro aspecto, un sondeo consolidado se transmite, y una o más tramas se transmiten en asociación con la misma. Varios otros aspectos también se presentan.

55

**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 un ejemplo de realización de un dispositivo de comunicación inalámbrica, que puede configurarse como un punto de acceso o terminal de usuario;
- 5 La figura 3 representa los parámetros de separación entre tramas 802.11;
- La figura 4 representa un ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) que ilustra el uso de DIFS más backoff para acceso de acuerdo con el DCF;
- La figura 5 representa un ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) que ilustra el uso de SIFS antes de un ACK, con una prioridad más alta que un acceso DIFS;
- 10 La figura 6 ilustra la segmentación de paquetes grandes en fragmentos más pequeños con el SIFS asociado;
- La figura 7 representa un ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) que ilustra un TXOP con acuse de recibo por trama;
- La figura 8 ilustra un TXOP con acuse de recibo de bloque;
- 15 La figura 9 representa un ejemplo de un segmento de transmisión de capa física (PHY) que ilustra un TXOP sondeado utilizando HCCA;
- La figura 10 es una realización de ejemplo de un TXOP que incluye múltiples transmisiones consecutivas sin ningún vacío;
- La figura 11 representa una realización de ejemplo de un TXOP que ilustra la reducción de la cantidad de transmisión de preámbulo requerida;
- 20 La figura 12 representa una realización de ejemplo de un procedimiento para incorporar diversos aspectos, incluyendo la consolidación de preámbulos, eliminando huecos tales como SIFS y la inserción de GIFs según sea apropiado;
- La figura 13 representa un ejemplo de un segmento de transmisión de capa física (PHY) que ilustra sondeos consolidados y sus respectivos TXOPs;
- 25 La figura 14 representa una realización de ejemplo de un procedimiento para la consolidación de los sondeos;
- La figura 15 ilustra un ejemplo de trama MAC;
- La figura 16 ilustra un ejemplo MAC PDU;
- La figura 17 representa un ejemplo de igual a igual;
- La figura 18 representa una ráfaga de capa física de la técnica anterior;
- 30 La figura 19 representa una ráfaga de capa física de ejemplo, que puede desplegarse para la transmisión de igual a igual;
- La figura 20 representa una realización de ejemplo de una trama MAC que incluye un segmento opcional ad hoc;
- La figura 21 representa una ráfaga de ejemplo de capa física;
- La figura 22 representa un ejemplo de procedimiento de transmisión de datos de igual a igual;
- 35 La figura 23 representa un ejemplo de procedimiento para la comunicación de igual a igual;
- La figura 24 representa un ejemplo de procedimiento para proporcionar retroalimentación de tasa para su uso en conexión de igual a igual;
- La figura 25 ilustra una conexión de igual a igual entre dos estaciones y un punto de acceso;
- La figura 26 ilustra una contención basada (o ad hoc) de conexión de igual a igual;
- 40 La figura 27 representa una trama MAC de ejemplo que ilustra la comunicación de igual a igual administrada entre estaciones;
- La figura 28 ilustra el soporte de estaciones de clase de legado y nuevas en la misma asignación de frecuencia;

La figura 29 ilustra la combinación de control de acceso a medios de clase de legado y nuevo;

La figura 30 representa un ejemplo de procedimiento para ganarse una oportunidad de transmisión;

La figura 31 representa un ejemplo de procedimiento para compartir un solo FA con múltiples BSS;

La figura 32 ilustra la superposición de BSSs utilizando un solo FA;

- 5 La figura 33 muestra un ejemplo de procedimiento para la realización de comunicación de alta tasa de igual a igual mientras interopera con un BSS de legado;

La figura 34 ilustra técnicas MIMO utilizando comunicación entre iguales conteniendo por el acceso en un BSS legado;

La figura 35 representa la encapsulación de una o más tramas MAC (o fragmentos) dentro de una trama agregada;

- 10 La figura 36 representa una trama MAC legada;

La figura 37 ilustra un ejemplo de trama sin comprimir;

La figura 38 ilustra un ejemplo de trama comprimida;

La figura 39 ilustra otro ejemplo de trama comprimida;

La figura 40 ilustra una cabecera de agregación de ejemplo;

- 15 La figura 41 ilustra un ejemplo de realización de una trama de período de acceso a Internet programada (SCAP) para su uso en la ACF;

La figura 42 ilustra cómo el SCAP se puede utilizar en conjunto con HCCA y EDCA;

La figura. 43 ilustra los intervalos de baliza que comprenden un número de SCAPs intercalados con períodos de acceso basados en contención;

- 20 La figura 44 ilustra la operación de baja latencia con un gran número de STAs MIMO;

La figura 45 ilustra un ejemplo de mensaje SCHED;

La figura 46 representa un ejemplo de campo de gestión de energía;

La figura 47 muestra un ejemplo de campo MAP;

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

- 25 La figura 49 representa un PPDU 802.11 legado;

La figura 50 representa un ejemplo de formato de PPDU MIMO para transmisiones de datos;

La figura 51 muestra un ejemplo SCHED PPDU;

La figura 52 muestra un ejemplo FRACH PPDU, y

La figura 53 ilustra una realización alternativa de un procedimiento de interoperabilidad con sistemas legados.

- 30 **Descripción detallada**

Realizaciones de ejemplo se describen en la presente memoria que soportan operaciones altamente eficientes en combinación con capas físicas de tasa de bits muy alta para una LAN inalámbrica (o aplicaciones similares que utilizan tecnologías de transmisión emergentes). En el ejemplo la WLAN soporta velocidades de bits de más de 100 Mbps (millones de bits por segundo) en anchos de banda de 20 MHz.

- 35 Varias formas de realización de ejemplo preservan la simplicidad y robustez de la operación de coordinación distribuida de sistemas WLAN de legado, ejemplos de los cuales se encuentran en 802.11 (a-e). Las ventajas de las diversas realizaciones se pueden lograr mientras se mantiene la compatibilidad con dichos sistemas legados. (Debe tenerse en cuenta que, en la descripción siguiente, se describen sistemas 802.11 como sistemas legados de ejemplo. Los expertos en la técnica reconocerán que las mejoras son también compatibles con los sistemas y
- 40 normas alternativos).

Una WLAN de ejemplo puede comprender una pila de protocolo de sub-red. La pila de protocolos de sub-red puede soportar una alta velocidad de datos, mecanismos de transporte de capa física de ancho de banda alto en general, incluyendo, pero no limitado a, los basados en la modulación OFDM, técnicas de modulación de portadoras

individuales, sistemas que utilizan múltiples antenas de transmisión y de recepción (sistemas (MIMO) de entrada múltiple salida múltiple, incluyendo sistemas (MISO) de entrada múltiple salida única) para una eficiencia de operación de muy alto ancho de banda, los sistemas que utilizan múltiples antenas de transmisión y recepción, en relación con las técnicas de multiplexado espacial para transmitir datos hacia o desde múltiples terminales de usuario durante el mismo intervalo de tiempo y los sistemas que utilizan técnicas de acceso múltiple por división de código (CDMA) para permitir transmisiones de varios usuarios al mismo tiempo. Ejemplos alternativos incluyen los sistemas de entrada única salida múltiple (SIMO) y de entrada única salida única (SISO).

Una o más realizaciones ejemplares descritas en este documento se exponen en el contexto de un sistema de comunicación inalámbrica de datos. Mientras que el uso dentro de este contexto es ventajoso, diferentes realizaciones de la invención pueden incorporarse en diferentes entornos o configuraciones. En general, los diversos sistemas aquí descritos pueden formarse utilizando procesadores controlados por software, circuitos integrados, o lógica discreta. Los datos, instrucciones, comandos, informaciones, señales, símbolos, y chips que pueden ser referenciados a lo largo de la aplicación están ventajosamente representados por voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticos, o una combinación de los mismos. Además, los bloques mostrados en cada diagrama de bloques pueden representar hardware o etapa del procedimiento. Las etapas del procedimiento pueden intercambiarse sin apartarse del alcance de la presente invención. La palabra "ejemplar" se usa aquí para significar "que sirve como ejemplo, caso o ilustración." Cualquier forma de realización descrita en la presente memoria como "ejemplar" no se debe interpretarse necesariamente como preferente o ventajosa sobre otras realizaciones.

La figura 1 es una realización de ejemplo de sistema 100, que comprende un punto de acceso (AP) 104 conectado a uno o más terminales de usuario (UTs) 106A - N. De acuerdo con la terminología 802.11, en este documento el AP y los UTs se denominan también como estaciones o STAs. El AP y los UTs se comunican a través de la red de área local inalámbrica (WLAN) 120. En la realización ejemplo, la WLAN 120 es un sistema MIMO OFDM de alta velocidad. Sin embargo, la WLAN 120 puede ser cualquier LAN inalámbrica. El punto de acceso 104 se comunica con cualquier número de dispositivos externos o procesos a través de la red 102. La red 102 puede ser Internet, una intranet, o cualquier otra red por cable, inalámbrica u óptica. La conexión 110 transporta las señales de la capa física de la red al punto de acceso 104. Dispositivos o procesos pueden estar conectados a la red 102 o como UTs (o a través de conexiones con los mismos) de la WLAN 120. Ejemplos de dispositivos que pueden conectarse a cualquier red 102 o WLAN 120 incluyen teléfonos, asistentes digitales personales (PDA), ordenadores de diferentes tipos (ordenadores portátiles, ordenadores personales, estaciones de trabajo, terminales de cualquier tipo), los dispositivos de vídeo, como cámaras, videocámaras, webcams, y virtualmente cualquier otro tipo de dispositivo de datos. Los procesos pueden incluir voz, vídeo, comunicaciones de datos, etc. Diversos flujos de datos pueden tener diferentes requisitos de transmisión, que pueden ser acomodados mediante el uso de diferentes técnicas de calidad de servicio (QoS).

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

En una realización, el AP 104 proporciona una adaptación Ethernet. En este caso, un enrutador de IP puede ser desplegado en adición al AP para proporcionar conexión a la red 102 (datos no mostrados). Tramas Ethernet se pueden transferir entre el enrutador y el UTs 106 sobre la sub-red WLAN (detallados a continuación). La adaptación Ethernet y la conectividad 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 UTs conectados (datos no mostrados). En este caso, los datagramas IP se pueden encaminar por el AP 104 hacia y desde el UTs 106. La adaptación y la conectividad IP son bien conocidas en la técnica.

La figura 2 representa un ejemplo de realización de un dispositivo de comunicación inalámbrica, que puede ser configurado como un punto de acceso 104 o terminal de usuario 106. Una configuración de un punto de acceso 104 se muestra en la figura 2. El transceptor 210 recibe y transmite en la conexión 110 de acuerdo con los requisitos de capa física de la red 102. Los datos de o a dispositivos o aplicaciones conectados a la red 102 se entregan al procesador MAC 220. Estos datos se denominan aquí como flujos 260. Los flujos pueden tener características diferentes y pueden requerir procesamiento diferente en función del tipo de aplicación asociada con el flujo. Por ejemplo, vídeo o voz pueden ser caracterizados como flujos de baja latencia (teniendo el vídeo generalmente más altos requisitos de rendimiento que la voz). Muchas aplicaciones de datos son menos sensibles a la latencia, pero pueden tener mayores requisitos de integridad de datos (es decir, la voz puede ser tolerante con alguna pérdida de paquetes, la transferencia de archivos es generalmente intolerante con la pérdida de paquetes).

El procesador MAC 220 recibe los flujos 260 y los procesa para su transmisión sobre la capa física. El procesador MAC 220 también recibe datos de la capa física y procesa los datos para formar paquetes para flujos de salida 260. El control interno y la señalización también se comunican entre el AP y los UTs. Las unidades de datos del protocolo

MAC (MAC PDUs), también conocidas como la capa física (PHY) unidades de datos de protocolo (PPDUs), o tramas (en la jerga 802.11) se entregan a y se reciben del transceptor LAN inalámbrico 240 en la conexión 270. Ejemplos de técnicas para la conversión de los flujos y comandos MAC PDUs, y viceversa, se detallan a continuación. Realizaciones alternativas pueden emplear cualquier técnica de conversión. La retroalimentación 280 correspondientes a los diversos MAC IDs pueden ser devueltos desde la capa física (PHY) 240 a II procesador MAC 220 para diversos fines. La retroalimentación 280 puede comprender cualquier información de capa física, incluyendo las tasas soportables para los canales (incluyendo canales de difusión múltiple así como de difusión única), formato de modulación, y otros parámetros diversos.

En una realización de ejemplo, la capa de adaptación (ADAP) y la capa de control de enlace de datos (DLC) se llevan a cabo en el procesador MAC 220. La capa física (PHY) se realiza en transceptor LAN inalámbrico 240. Los expertos en la técnica reconocerán que la segmentación de las diversas funciones puede realizarse en cualquiera de una variedad de configuraciones. El procesador MAC 220 puede realizar algunas o todo el procesamiento para la capa física. Un transceptor LAN inalámbrico puede incluir un procesador para llevar a cabo el procesamiento MAC o subpartes del mismo. Cualquier número de procesadores, hardware de propósito especial, o combinación de los mismos puede ser desplegado.

El procesador MAC 220 puede ser un microprocesador de propósito general, un procesador de señal digital (DSP), o un procesador de propósito especial. El procesador MAC 220 puede estar conectado con hardware de propósito especial para ayudar en diversas tareas (detalles no mostrados). Varias aplicaciones pueden ejecutarse en procesadores conectados externamente, tales como un ordenador conectado externamente o una conexión de red, pueden ejecutarse en un procesador adicional dentro de punto de acceso 104 (no mostrado), o se puede ejecutar en el procesador MAC 220 en sí. El procesador MAC 220 se muestra conectado con la memoria 255, que puede utilizarse para almacenar datos así como instrucciones para realizar los diversos procedimientos y procedimientos descritos en la presente memoria. Los expertos en la técnica reconocerán que la memoria 255 puede estar compuesta de uno o más componentes de memoria de diversos tipos, que pueden ser incorporados en su totalidad o en parte dentro del procesador MAC 220.

Además de almacenar instrucciones y datos para realizar las funciones descritas en la presente memoria, la memoria 255 puede también usarse para almacenar datos asociados con las distintas 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 puede ser operado con una interfaz MIMO o MISO. OFDM, MIMO y MISO son conocidos por los expertos en la técnica. Varios ejemplos de transceptores OFDM, MIMO y MISO se detallan en la solicitud de patente presentada al mismo tiempo US No. Serie 10/650.295, titulada "Procesamiento espacial independiente de la frecuencia para sistemas miso y mimo de ancho de banda", presentada el 27 de agosto de 2003, asignada al cesionario de la presente invención. Las realizaciones alternativas pueden incluir sistemas SIMO o SISO.

El transceptor LAN inalámbrico 240 se muestra conectado con antenas de 250 A-N. Cualquier número de antenas puede ser soportado en diversas realizaciones. Las antenas 250 pueden utilizarse 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 de manera independiente para cada antena o procesar conjuntamente las señales recibidas sobre todas las antenas. Ejemplos del procesamiento independiente puede basarse en estimaciones de canal, la retroalimentación desde el UT, inversión de canal, o una variedad de otras técnicas conocidas en la técnica. El procesamiento se lleva a cabo usando cualquiera de una variedad de técnicas de procesamiento espacial. Varios transceptores de este tipo pueden usar conformación del haz, de orientación de haz, dirección propia, u otras técnicas espaciales para aumentar el rendimiento de y desde un terminal de usuario dado. En un ejemplo de realización, en la que se transmiten símbolos OFDM, el procesador espacial puede comprender procesadores sub-espaciales para el procesamiento de cada uno de los subcanales OFDM, o tramas.

En un sistema de ejemplo, el AP puede tener N antenas, y un UT de ejemplo puede tener M antenas. Hay, pues, M x N recorridos entre las antenas del AP y el UT. Una variedad de técnicas espaciales para mejorar el rendimiento utilizando estos caminos múltiples son conocidas en la técnica. En un sistema de diversidad de transmisión espacio tiempo (STTD) (también denominado aquí como "diversidad"), la transmisión de datos es formateada y codificada y enviada a través de todas las antenas como una sola corriente de datos. Con M antenas de transmisión y N antenas de recepción puede haber MIN (M, N) canales independientes que se pueden formar. La multiplexación espacial explota estos caminos independientes y puede transmitir datos diferentes en cada uno de los recorridos independientes, para aumentar la velocidad de transmisión.

Se conocen diversas técnicas para el aprendizaje o la adaptación a las características del canal entre el AP y un UT. Pilotos únicos pueden ser transmitidos desde cada antena de transmisión. Los pilotos son recibidos en cada antena de recepción y se miden. La retroalimentación de información del estado de canal se puede devolver al dispositivo de transmisión para su uso en la transmisión. La descomposición propia de la matriz de canal medida se puede

realizar para determinar los modos espaciales del canal. Una técnica alternativa, para evitar la descomposición propia de la matriz de canal en el receptor, es utilizar la dirección propia del piloto y de datos para simplificar el procesamiento espacial en el receptor.

5 Así, dependiendo de las condiciones actuales del canal, varias tasas de datos pueden estar disponibles para su transmisión a terminales de usuario diferentes en todo el sistema. En particular, el enlace específico entre el AP y cada UT puede ser de mayor rendimiento que un enlace de difusión o multidifusión que puede ser compartido desde la AP a más de un UT. Ejemplos de esto se detallarán más adelante. El transceptor LAN inalámbrico 240 puede determinar la velocidad soportable sobre la base del procesamiento espacial que se utiliza para el enlace físico entre el AP y el UT. Esta información puede ser alimentada de nuevo en la conexión 280 para su uso en el procesamiento  
10 MAC.

El número de antenas puede ser desplegado en función de las necesidades de datos del UT, así como el tamaño y el factor de forma. Por ejemplo, una pantalla de vídeo de alta definición puede comprender, por ejemplo, cuatro antenas, debido a sus altos requisitos de ancho de banda, mientras que un PDA puede estar satisfecho con dos. Un punto de acceso de ejemplo puede tener cuatro antenas.

15 Un terminal de usuario 106 puede ser desplegado de manera similar al punto de acceso 104 representado en la figura 2. En lugar de tener flujos 260 conectados con un transceptor LAN (aunque un UT puede incluir dicho transceptor, ya sea cableado o inalámbrico), los flujos 260 se reciben generalmente de o se entregan a una o más aplicaciones o procesos que operan en el UT o en un dispositivo conectado con el mismo. Los niveles más altos conectados a cualquiera de los dos AP 104 o UT 106 pueden ser de cualquier tipo. Las capas descritas en este  
20 documento son sólo ilustrativas.

#### 802.11 MAC legado

Tal como se mencionó anteriormente, las diversas realizaciones aquí detalladas puede desplegarse con el fin de ser compatible con los sistemas legados. El conjunto de características IEEE 802.11 (e) (que es a su vez compatible con los estándares 802.11 anteriores), incluye varias características que se resumen en esta sección, junto con características introducidas en las normas anteriores. Para una descripción detallada de estas funciones, referirse a la respectiva norma IEEE 802.11.  
25

El 802.11 MAC básico consiste en un acceso múltiple por detección de portadora/evasión de colisión (CSMA/CA) basado en una función de coordinación distribuida (DCF) y una función de coordinación de punto (PCF). La DCF permite el acceso del medio sin control central. La PCF es implementada en un AP para proporcionar un control central. La DCF y PCF utilizan diversos espacios entre transmisiones consecutivas para evitar colisiones. Las transmisiones son referidas como tramas, y un espacio entre tramas es referido como un espaciado entre tramas (IFS). Las tramas pueden ser tramas de datos de usuario, tramas de control o tramas de gestión.  
30

Las duraciones de tiempo de separación entre tramas varían en función del tipo de espacio insertado. La figura 3 representa los parámetros de separación entre tramas 802.11: una separación entre tramas corta (SIFS), un punto de separación entre tramas (PIFS), y una separación entre tramas DCF (DIFS). Debe tenerse en cuenta que los SIFI < PIFS < DIFS. Por lo tanto, una transmisión posterior a un período de tiempo más corto tendrá una prioridad más alta que una que debe esperar más tiempo antes de intentar acceder al canal.  
35

De acuerdo con la característica de detección de portadora (CSMA) de CSMA/CA, una estación (STA) puede obtener acceso al canal después de detectar que el canal esté inactivo durante al menos una duración DIFS. (Tal como se utiliza en la presente memoria, el término STA puede referirse 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 retardo de envío seleccionado al azar además de DIFS antes de acceder al canal. Los STAs con un retardo de envío más largo se darán cuenta cuando una STA de prioridad más alta comienza a transmitirse en el canal, y por lo tanto evitar la colisión con esa STA. (Cada STA espera puede reducir su retardo respectivo por la cantidad de tiempo que se esperó antes de la detección de una alternativa de transmisión para el canal, manteniendo así su prioridad relativa.) Así, siguiendo la característica de prevención de colisiones (CA) del protocolo, el STA retrocede un período de tiempo aleatorio entre [0, CW] donde CW es inicialmente elegido para ser CWmin, pero se incrementa en un factor de dos en cada colisión, hasta un valor máximo de CWmax.  
40  
45

La figura 4 representa ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) 400, que ilustra el uso de DIFS más el retroceso para el acceso de acuerdo con la DCF. Una transmisión existente 410 utiliza el canal. Cuando la transmisión 410 finaliza, en este ejemplo, no se producen accesos de mayor prioridad, y así la nueva transmisión 420 comienza después del DIFS y del correspondiente período de retroceso. En la discusión que sigue, el STA haciendo la transmisión 420 se dice que han ganado esta oportunidad para transmitir, en este caso a través de discordia.  
50

El SIFS se utiliza durante una secuencia de tramas en la que se espera sólo una STA específica para responder a la transmisión actual. Por ejemplo, cuando un acuse de recibo (ACK) se transmite en respuesta a una trama de datos recibidos, ese ACK puede ser transmitido inmediatamente después de los datos recibidos además de los SIFS. Otras secuencias de transmisión también pueden utilizar los SIFS entre tramas. Una trama de solicitud de envío  
55

(RTS) puede seguir después del SIFS con una trama lista para enviar (CTS), luego los datos pueden ser transmitidos a los SIFS después del CTS, después de lo cual un ACK puede seguir los datos después del SIFS. Como se ha indicado, dichas secuencias de trama están intercaladas con el SIFS. La duración del SIFS puede ser utilizada para (a) la detección de la energía en el canal, y para determinar si la energía ha desaparecido (es decir, el canal se limpia), (b) el tiempo para decodificar el mensaje anterior y determinar si una trama ACK indicará que la transmisión se ha recibido correctamente, y (c) el tiempo para los transceptores STA para cambiar de recibir a transmitir, y viceversa.

La figura 5 representa ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) 500, que ilustra el uso de SIFS antes de un ACK, con una prioridad más alta que un acceso DIFS. Una transmisión existente 510 utiliza el canal. Cuando la transmisión 510 finaliza, en este ejemplo, ACK 520 sigue el final de la transmisión 510 después de un SIFS. Hay que tener en cuenta que ACK 520 empieza antes de que expire DIFS, con lo que las otras emisoras que intentan ganarse la transmisión no tendrían éxito. En este ejemplo, después de que el ACK 520 se completa, no se producen accesos de mayor prioridad, y así una nueva transmisión 530 comienza después de DIFS y el correspondiente período de retraso de envío, si lo hay.

La secuencia de tramas RTS/CTS (además de proporcionar características de control de flujo) se puede utilizar para mejorar la protección para la transmisión de tramas de datos. El RTS y el CTS contienen información sobre la duración de la trama de datos y ACK y cualquier SIFS que intervenga. Los STAs de escucha tanto en las RTS o CTS marcan la duración ocupada en su vector de asignación de red (NAV) y se trata del medio como ocupado durante la duración. Típicamente, las tramas más largas de una longitud especificada están protegidas con RTS/CTS, mientras que las tramas más cortas se transmiten sin protección.

El PCF puede utilizarse para permitir que un AP proporcione un control centralizado del canal. Un AP puede ganar el control del medio después de la detección del medio para estar inactivo durante un la duración PIFS. El PIFS es más corto que los DIFS y por lo tanto tiene mayor prioridad que el DIFS. Una vez que el AP tuvo acceso al canal puede proporcionar oportunidades de acceso sin contención a otras STAs y así mejorar la eficiencia MAC en comparación con DCF. Hay que tener en cuenta que SIFS tiene mayor prioridad que PIFS, por lo que el PCF debe esperar hasta que cualquiera de las secuencias de los FIS se complete antes de tomar el control del canal.

Una vez que el AP gana acceso al medio usando los PIFS se puede establecer un período libre de contención (CFP) durante el cual el AP puede proporcionar acceso a STAs asociadas sondeadas. El sondeo libre de contención (sondeo CF), o simplemente sondeo, se transmite por el AP y es seguido por una transmisión del STA sondeado para el AP. Una vez más, la STA debe esperar una duración de SIFS siguiendo al sondeo CF, aunque la STA sondeadas no tienen que esperar para DIFS, o cualquier retroceso. El 802.11 (e) introdujo varias mejoras, incluyendo mejoras en el sondeo, un ejemplo del cual se detalla más adelante con respecto a la figura 9.

La baliza transmitida por el AP establece la duración del CFP. Esto es similar al uso de RTS o CTS para evitar el acceso de contención. Sin embargo, los problemas ocultos de terminales aún pueden ocurrir a partir de terminales que no pueden escuchar la baliza, pero cuyas transmisiones pueden interferir con las transmisiones programadas por la AP. La protección adicional es posible mediante el uso de un propio CTS a sí mismo por cada terminal que inicia una transmisión en el CFP.

Los ACKs y los sondeos CF están autorizados a ser incluidos en una trama, y puede ser incluido con tramas de datos para mejorar la eficiencia del MAC. Hay que tener en cuenta que la relación  $SIFS < PIFS < DIFS$  proporciona un mecanismo de prioridad determinista de acceso al canal. El acceso de contención entre los STAs en el DCF es probabilístico basado en el mecanismo de retroceso.

Los estándares 802.11 anteriores también se proporcionan para segmentar los paquetes de gran tamaño en fragmentos más pequeños. Uno de los beneficios de dicha segmentación es que un error en un segmento de retransmisión requiere menos que un error en un paquete más grande. Un inconveniente de segmentación en estas normas es, para la transmisión reconocida, el requisito de la transmisión de un ACK para cada segmento, con los SIFS adicionales que correspondan a las transmisiones adicionales ACK y transmisiones de fragmento. Esto se ilustra en la figura 6. En el ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) 600 ilustra la transmisión de los N segmentos y su reconocimiento respectivo. La transmisión existente 610 se transmite. Al final de la transmisión 610, un primer STA espera DIFS 620 y el retraso 630 para ganar el acceso al canal. El primer STA transmite N fragmentos 640A - 640N a una segunda STA, después de que los retrasos N respectivos de los SIFS 650A - 650N debe ocurrir. Los segundos STA transmiten N tramas ACK 660A - 660N. Entre cada fragmento, el primer STA debe esperar el SIFS, por lo que hay N-1 SIFS 670A - 670N-1 también. Así, en contraste con el envío de un paquete, un ACK, y un SIFS, un paquete segmentado requiere el mismo tiempo de transmisión del paquete, con N ACKs y 2N-1 SIFS.

El estándar 802.11 (e) añade mejoras para mejorar en el MAC anterior de 802.11 (a), (b), y (g). 802.11 (g) y (a) son ambos sistemas OFDM, que son muy similares, pero que operan en diferentes bandas. Varias características de baja velocidad de protocolos MAC, tales como 802.11 (b), se llevaron hacia sistemas con tasas de bits mucho más altas, que introducen ineficacias, que se detallan más adelante.

En 802.11 (e), el DCF se ha mejorado y es referido como el Acceso de Canal distribuido Mejorado (EDCA). La calidad de servicio primaria (QoS) del EDCA es la introducción de una separación entre tramas de arbitraje (AIFS). El AIFS[i] está asociado con una clase de tráfico (TC) identificada con el índice i. El AP puede usar los valores AIFS[i] diferentes de los valores AIFS[i] que están autorizados para ser utilizados por los otros STAs. Sólo el AP puede utilizar un valor AIFS[i] que es igual a los PIFS. De lo contrario AIFS[i] es mayor que o igual al DIFS. Por defecto, los AIFS para clases de tráfico de "voz" y "video" son elegidos para ser igual a DIFS. Un más grande AIFS que implica una menor prioridad se elige para las clases de tráfico "mejor esfuerzo" y "fondo".

El tamaño de la ventana de contención se hace también una función del TC. A la clase de prioridad más alta se le permite establecer el CW = 1, es decir, sin retroceso. Por otros TCs, los diferentes tamaños de las ventanas de contención proporcionan una prioridad relativa probabilística, pero no se puede utilizar para lograr garantías de retardo.

El 802.11 (e) presentó la oportunidad de transmisión (TXOP). Para mejorar la eficiencia del MAC, cuando un STA adquiere el medio a través del EDCA o a través de un acceso sondeado en HCCA, el STA puede ser autorizado a transmitir más de una única trama. La una o más tramas se conocen como TXOP. La longitud máxima de un TXOP en el medio depende de la clase de tráfico y se establece por el AP. También, en el caso de un TXOP sondeado, el AP indica la duración permitida del TXOP. Durante el TXOP, el STA puede transmitir una serie de tramas, intercaladas con SIFS y ACKs desde el destino. Además de eliminar la necesidad de esperar DIFS además del retroceso para cada trama, el STA después de haber ganado un TXOP se tiene la constancia de que puede retener el canal para las transmisiones posteriores.

Durante el TXOP, los ACKs desde el destino puede ser por trama (como en anteriores 802.11 MACs), o puede utilizar un bloque de ACK inmediato o retardado, como se discute a continuación. Por otra parte, una política de no ACK está permitido para flujos de tráfico determinados, por ejemplo, la difusión o multidifusión.

La figura 7 representa un ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) 700, que ilustra un TXOP con acuse de recibo por trama. Se transmite una transmisión existente 710. Después de la transmisión 710, y después de esperar DIFS 720 y el retardo, en su caso, un STA gana TXOP 790. El TXOP 790 comprende N tramas 740A - 740N, cada trama seguida por respectivos N SIFS 750A - 750N. El STA receptor responde con N ACKs respectivos 760A - 760N. Los ACKs 760 son seguidos por N-1 de SIFS 770A-770N-1. Debe tenerse en cuenta que cada trama 740 comprende un preámbulo 770, así como la cabecera y el paquete 780. Las realizaciones de ejemplo, se detalla a continuación, permitir que para reducir significativamente la cantidad de tiempo de transmisión reservada para preámbulos.

La figura 8 ilustra una TXOP con acuse de recibo de bloque 810. El TXOP 810 puede ser obtenido a través de contención o de votación. El TXOP 810 comprende N tramas 820A - 820N, cada trama seguida de N SIFS respectivos 830A - 830N. Después de la transmisión de tramas 820 y los SIFS 830, se transmite una solicitud ACK de bloque 840. El STA receptor responde a la solicitud de bloque ACK en un momento en el futuro. El bloque de ACK puede ser inmediato tras la finalización de la transmisión de un bloque de tramas, o se puede retrasar para permitir el procesamiento del receptor en software.

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

Debe tenerse en cuenta que, en 802.11 (a) y otros estándares, para ciertos formatos de transmisión, se define una extensión de la señal que añade retraso adicional al final de cada trama. Aunque técnicamente no incluidos en la definición de los FIS, diversas realizaciones, se detallan a continuación, también permiten la retirada de las extensiones de señal.

La función Bloquear ACK proporciona una eficiencia mejorada. En un ejemplo, hasta 64 unidades de datos de servicio MAC (SDUs) (cada uno posiblemente fragmentado a 16 fragmentos) correspondientes a 1024 tramas pueden ser transmitidos por un STA, mientras que el STA de destino está permitido para proporcionar una única respuesta al final del bloque de tramas que indican el estado ACK de cada uno de los 1024 tramas. Típicamente, a altas tasas, los MAC SDU no se fragmentarán, y para una baja latencia, menos de 64 unidades MAC SDUs pueden ser transmitidas antes de requerir un ACK Bloque desde el destino. En tal caso, para transmitir M tramas, el tiempo total se reduce de M tramas + M SIFS + MACKs + M-1 SIFS, a M tramas + M SIFS + Bloque ACK: realizaciones detalladas a continuación mejoran la eficiencia ACK bloque aún más.

El Protocolo de interconexión directa (DLP), introducido por 802.11(e), permite a un STA para enviar tramas directamente a otro STA destino dentro de un conjunto de servicios básicos (BSS) (controlado por el mismo AP). El AP puede hacer un TXOP sondeado disponible para esta transferencia directa de tramas entre STAs. Antes de la introducción de esta característica, durante el acceso sondeado, el destino de las tramas del STA sondeado fue siempre el AP, que a su vez presenta las tramas al STA destino. Al eliminar el redireccionamiento de la trama de dos saltos, la eficiencia media se mejora. Las realizaciones detalladas más adelante agregan eficiencia sustancial a las transferencias DLP.

El 802.11 (e) también introduce un PCF mejorado, llamado la función de coordinación híbrida (HCF). En acceso de canal controlado HCF (HCCA), al AP se le permite acceder al canal en cualquier momento ya sea para establecer una fase de Acceso Controlado (CAP), que es como la CFP y se utiliza para proporcionar oportunidades de transmisión en cualquier momento durante la fase de contención, no sólo inmediatamente después de la baliza. El AP tiene acceso al medio por la espera de un PIFS sin retroceso.

La figura 9 representa ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) 800, que ilustra un TXOP sondeado utilizando HCCA. En este ejemplo, el AP afirma del sondeo. Una transmisión existente 910 se transmite. A continuación de la transmisión 910, el AP espera PIFS, a continuación, transmite el sondeo 920, dirigida a un STA. Debe tenerse en cuenta que otros STAs que compiten por el canal tendría que esperar DIFS al menos, que no se producen debido al sondeo 920 transmitido, tal como se muestra. El STA sondeado transmite TXOP sondeados 940 tras los sondeos 920 y los FIS 930. El AP puede continuar el sondeo, a la espera PIFS entre cada TXOP sondeado 940 y el sondeo 920. En un escenario alternativo, el AP puede establecer un CAP esperando PIFS de una transmisión 910. El AP puede transmitir uno o más sondeos durante el CAP.

#### Mejoras MAC

Tal como se describió anteriormente, diversas características ineficientes de MACs anteriores fueron llevadas a versiones posteriores. Por ejemplo, preámbulos muy largos, diseñado para 11 Mbps frente a 64 Mbps, introducen ineficiencia. Mientras la unidad de datos de protocolo MAC (MPDU) se sigue reduciendo a medida que aumentan las velocidades, manteniendo las distancias inter-estructura diferentes y/o preliminares constantes significa una disminución correspondiente en la utilización del canal. Por ejemplo, una alta velocidad de datos de transmisión MIMO MPDU puede ser tan sólo de unos pocos microsegundos de longitud, en comparación con 802.11 (g), que tiene un preámbulo 72  $\mu$ s. La eliminación o reducción de los retrasos, tales como SIFS, extensiones de señal y/o preliminares incrementará el rendimiento y la utilización del canal.

La figura 10 es un ejemplo de realización de un TXOP 1010 que incluye múltiples transmisiones consecutivas sin ningún intervalo. El TXOP 1010 comprende N tramas 1020A - 1020N que se transmiten secuencialmente sin ningún intervalo (compare con los SIFS requeridos en TXOP 810, representado en la figura 8). El número de cuadros en el TXOP está limitado sólo por la memoria intermedia y la capacidad de decodificación del receptor. Cuando un STA está transmitiendo tramas consecutivas con un bloque ACK en un TXOP 1010, no es necesario intercalar duraciones de SIFS ya que ningún otro STA necesita ganar el acceso al medio en entre tramas consecutivas. Una solicitud de bloque opcional ACK 1030 se añade a los N tramas. Ciertas clases de tráfico pueden no requerir acuse de recibo. Una solicitud de bloque ACK puede ser contestado inmediatamente después del TXOP, o se puede transmitir en un momento posterior. Las tramas 1020 no requieren extensiones de señal. El TXOP 1010 puede desplegarse en cualquiera de las realizaciones detalladas en este documento donde se llama un TXOP.

Tal como se muestra en la figura 10, la transmisión de los SIFS entre tramas consecutivas en un TXOP, cuando todas las tramas se transmiten por el mismo STA, puede ser eliminada. En 802.11 (e), estos intervalos fueron retenidos para limitar el requisito de complejidad en el receptor. En el 802.11 (e) estándar, el período de SIFS 10  $\mu$ s y la extensión de la señal OFDM 6  $\mu$ s proporcionan al receptor un total de 16  $\mu$ s para el procesamiento de la trama recibida (incluyendo demodulación y decodificación). Sin embargo, en las grandes tasas de PHY, este 16  $\mu$ s resulta en una ineficiencia importante. En algunas formas de realización, con la introducción del procesamiento MIMO, incluso los 16  $\mu$ s pueden ser insuficientes para completar el procesamiento. En cambio, en este ejemplo de realización, el SIFS y la extensión de señal OFDM entre transmisiones consecutivas de un STA al AP o a otro STA (usando el Protocolo de Enlace Directo) son eliminados. Por lo tanto, un receptor que requiere un período adicional después de la finalización de la transmisión, para MIMO receptor de procesamiento y decodificación de canal (por ejemplo, turbo/convolucional/decodificación LDPC) puede realizar esas funciones mientras el medio se utiliza para la transmisión adicional. Un acuse de recibo puede ser transmitido en un momento posterior, como se describe anteriormente (utilizando el bloque de ACK, por ejemplo).

Debido a diferentes retardos de propagación entre STAs, las transmisiones entre los diferentes pares de STAs pueden estar separadas por periodos de guardia para evitar colisiones en un receptor entre transmisiones consecutivas en el medio de STAs diferentes (no se muestra en la figura 10, pero se detalla más adelante). En una realización de ejemplo, un periodo de guarda de un símbolo OFDM (4  $\mu$ s) es suficiente para todos los entornos operativos para 802.11. Las transmisiones desde la misma STA a diferentes STAs de destino no necesitan estar separadas por periodos de guarda (como se muestra en la figura 10). Como se detallará más adelante, estos periodos de guardia pueden ser denominados como separaciones entre tramas de guarda de banda (GIFS).

En lugar de utilizar de SIFS y/o extensión de la señal, el tiempo de procesamiento del receptor requerido (para MIMO y el procesamiento de decodificación, por ejemplo) se puede proporcionar mediante el uso de un esquema ARQ basado en ventana (por ejemplo, retroceder N o repetición selectiva), técnicas conocidas para los expertos en la técnica. El ACK capa MAC de parada y espera del legado 802.11 se ha mejorado en 802.11 (e) a un mecanismo de ventana con hasta 1024 tramas y bloque ACK, en este ejemplo. Puede ser preferible introducir un mecanismo ARQ estándar basado en ventana en lugar del esquema ACK de bloque ad-hoc diseñado en 802.11 (e).

La ventana máxima permitida puede ser determinada por la complejidad de procesamiento y de búfer del receptor. El transmisor puede estar permitido para transmitir datos suficientes para llenar la ventana del receptor a la tasa PHY pico alcanzable entre el par emisor-receptor. Por ejemplo, ya que el procesamiento del receptor puede no ser capaz de mantenerse al día con la tasa de PHY, el receptor puede necesitar almacenar salidas de demodulador suaves hasta que puedan ser decodificadas. Por lo tanto, los requisitos de almacenamiento en búfer para el procesado en la capa física a la tasa PHY pico puede ser usada para determinar la ventana máxima permitida.

En una realización de ejemplo, el receptor puede anunciar el tamaño de bloque máximo permitido PHY que puede procesar en un determinado tipo de PHY sin desbordar sus memorias de capa física. Alternativamente, el receptor puede anunciar el tamaño de bloque PHY máximo permitido que se puede procesar en la máxima tasa de PHY sin desbordar sus memorias de capa física. A bajas tasas de PHY, mayor el tamaño de bloque que puede ser procesado sin desbordamiento de búfer. Una fórmula conocida puede ser utilizada por los transmisores para calcular el máximo tamaño de bloque PHY permitido para una determinada tasa de PHY, desde el tamaño de bloque PHY máximo anunciado permitido a la tasa máxima de PHY.

Si el tamaño de bloque PHY máximo anunciado es un parámetro estático, entonces la cantidad de tiempo antes de que las memorias intermedias de la capa física puede ser procesado y el receptor está listo para la siguiente ráfaga PHY es otro parámetro receptor que puede ser conocido en el transmisor y también en el planificador. Alternativamente, el tamaño de bloque PHY máximo anunciado puede ser variado dinámicamente en función de la ocupación de las memorias intermedias de la capa física.

El retardo de procesamiento del receptor puede usarse para determinar el retardo de ida y vuelta para el ARQ, que a su vez puede ser utilizado para determinar los retardos observados por las aplicaciones. Por lo tanto, para habilitar servicios de baja latencia, el tamaño de bloque PHY permitido puede ser limitado.

La figura 11 representa una realización de ejemplo de un TXOP 1110 que ilustra la reducción de la cantidad de transmisión de preámbulo requerida. El TXOP 1110 comprende un preámbulo 1120 seguido de transmisiones consecutivas N 1130A – 1130N. Una solicitud de bloqueo opcional ACK 1140 se puede añadir. En este ejemplo, una transmisión 1130 comprende una cabecera y un paquete. El contraste de TXOP 1110 con 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 de un preámbulo en vez de N preámbulos, para la misma cantidad de datos transmitidos.

Por lo tanto, el preámbulo 1120 puede ser eliminado de las transmisiones sucesivas. El preámbulo inicial 1120 puede ser utilizado por el receptor para adquirir la señal, así como para la adquisición de frecuencia fina para OFDM. Para las transmisiones MIMO, el preámbulo inicial 1120 se puede extender en comparación con el actual preámbulo OFDM para permitir que el receptor estime los canales espaciales. Sin embargo, las tramas posteriores dentro del mismo TXOP pueden no requerir preámbulos adicionales. Tonos piloto dentro de los símbolos OFDM son generalmente suficientes para el seguimiento de la señal. En una realización alternativa, símbolos adicionales (a modo de preámbulo) pueden ser intercalados periódicamente durante el TXOP 1110. Sin embargo, la sobrecarga de preámbulo global puede reducirse significativamente. El preámbulo puede ser enviado sólo cuando sea necesario, y puede ser enviado de forma diferente basándose en la cantidad de tiempo transcurrido desde que un preámbulo transmitido previamente.

Debe tenerse en cuenta que el TXOP 1110 puede incorporar características de los sistemas legados también. Por ejemplo, el bloque de ACK es opcional. ACKs más frecuentes pueden ser soportados. Aun así, un intervalo menor, tales como archivos GIF, pueden ser sustituidos por los de SIFS más largos (más la extensión de la señal, si se utiliza). Las transmisiones consecutivas 1130 también pueden incluir segmentos de un paquete más grande, como se describió anteriormente. Obsérvese además que la cabecera para transmisiones consecutivas 1130 al mismo STA receptor puede ser comprimida. Un ejemplo de compresión de cabeceras se detalla más adelante.

La figura 12 representa una realización de ejemplo de un procedimiento 1200 para la incorporación de varios aspectos que acabamos de describir, incluyendo la consolidación de preámbulos, la eliminación de intervalos, tales como de SIFS y la inserción de GIFs según proceda. El proceso comienza en el bloque 1210, donde un STA gana un TXOP usando cualquiera de las técnicas detalladas en la presente memoria. En el bloque 1220, un preámbulo es transmitido cuando sea necesario. Una vez más, el preámbulo puede ser más largo o más corto que un preámbulo de legado, y puede variar en función de diversos parámetros tales como el tiempo transcurrido desde el último preámbulo transmitido como sea necesario para permitir al STA receptor para estimar el canal MIMO espacial. En el bloque 1230, el STA transmite uno o más paquetes (o, más en general, las transmisiones consecutivas de cualquier tipo), a un destino. Debe tenerse en cuenta que preámbulos adicionales no necesitan ser transmitidos. En una realización alternativa, opcionalmente uno o más preámbulos adicionales pueden ser transmitidos, o un símbolo a modo de preámbulo puede ser intercalado como se desee. En el bloque 1240, el STA puede transmitir opcionalmente a un STA receptor adicional. En este caso, un GIFS se inserta como sea necesario, y una o más transmisiones consecutivas pueden ser transmitidas al STA receptor adicional. Entonces el proceso puede detenerse. En diversas realizaciones, el STA puede seguir transmitiendo a más de dos STA, insertar GIFS y/o preámbulos como sea necesario para el nivel de rendimiento deseado.

Por lo tanto, como se describió anteriormente, la eficiencia MAC puede mejorarse aún más mediante la consolidación de las transmisiones desde un STA a STAs de destino múltiples en transmisiones consecutivas, lo que elimina muchos o todos los periodos de guardia y reduce la sobrecarga del preámbulo. Un preámbulo único (o transmisión del piloto) puede ser utilizado para múltiples transmisiones consecutivas desde la misma STA a STAs de destino diferentes.

5 Eficiencia adicional puede ser obtenida a través de la consolidación de sondeo. En una realización ejemplar, varios sondeos pueden ser consolidados en un canal de control, ejemplos de los cuales se detallan a continuación. En un ejemplo, el AP puede transmitir a múltiples STA de destino una señal que incluye mensajes de sondeo para asignar TXOPs. Por el contrario, en 802.11 (e), cada TXOP está precedido por un sondeo CF del AP seguido por un SIFS. La mejora de eficiencia resulta cuando varios de dichos mensajes de sondeo CF se consolidan en un mensaje de control de un solo canal (referido como un mensaje SCHED en una realización de ejemplo, que se detalla a continuación) se utiliza para asignar varios TXOPs. En una realización general, cualquier período de tiempo puede ser asignado a los sondeos consolidados y sus respectivos TXOPs. Un ejemplo de realización se detalla a continuación con respecto a la figura 15, y ejemplos adicionales se incluyen también en la presente memoria.

10 Un mensaje de canal de control (es decir SCHED) puede ser codificado con una estructura de varios niveles de tasa para mejorar aún más la eficiencia. Por consiguiente, un mensaje de sondeo a cualquier STA puede estar codificado de acuerdo con la calidad del canal entre el AP y STA. El orden de transmisión de mensajes de sondeo no tiene que ser del orden de los TXOPs asignados, pero pueden ser ordenados de acuerdo a la codificación de robustez.

15 La figura 13 representa ejemplo de segmento de transmisión de capa física (PHY) 1300, ilustrando los sondeos consolidados y sus respectivos TXOPs. Los sondeos consolidados 1310 se transmiten. Los sondeos pueden ser transmitidos utilizando una estructura de canal de control, ejemplos de los cuales se detallan en la presente memoria, o pueden ser transmitidos utilizando innumerables técnicas alternativas, que serán fácilmente evidentes para un experto en la técnica. En este ejemplo, para eliminar la necesidad de separación entre tramas entre los sondeos y cualquier enlace TXOPs hacia adelante, enlace TXOPs hacia adelante 1320 se transmiten directamente después de los sondeos consolidados 1310. Con posterioridad a los enlace directo TXOPs 1320, varios enlaces inversos TXOPs 1330A - 1330N se transmiten, con GIFS 1340 insertados en su caso. Debe tenerse en cuenta que GIFS no necesitan ser incluidos cuando se hacen las transmisiones secuenciales a partir de un STA (similar a la falta de GIFS requisito para las transmisiones de enlace directo que emanan de AP a varios STA). En este ejemplo, TXOPs de enlace inverso para incluir STA a STA (es decir, entre iguales) TXOPs (usando DLP, por ejemplo). Debe tenerse en cuenta que el orden de transmisión que se muestra es sólo para ilustración. Enlaces hacia adelante e inversos TXOPs (incluyendo la transmisión de par a par) pueden ser intercambiados o intercalados. Algunas configuraciones pueden no dar lugar a la eliminación de la mayor cantidad de lagunas otras configuraciones. Los expertos en la técnica entenderán fácilmente adaptar innumerables realizaciones alternativas a la luz de la enseñanza en la presente memoria.

20 La figura 14 representa una realización de ejemplo de un procedimiento 1400 para la consolidación de sondeos. El proceso comienza en el bloque 1410, donde se asignan recursos de canal en una o más TXOPs. Cualquier función de programación puede ser desplegada para hacer la determinación de la asignación de TXOP. En el bloque 1420, los sondeos para la asignación de TXOPs de acuerdo con la asignación se consolidan. En el bloque 1430, los sondeos consolidados se transmiten a uno o más STAs en uno o más canales de control (es decir, los segmentos CTRLJ del mensaje SCHED, en una realización de ejemplo se detalla más adelante). En una realización alternativa, cualquier técnica de mensajería puede ser desplegada para transmitir los sondeos consolidados. En el bloque 1440, STA transmite TXOPs de acuerdo con las asignaciones consultados en los sondeos consolidados. Entonces el proceso puede detenerse. Este procedimiento puede ser implementado en conjunción con intervalos de sondeos consolidados de cualquier longitud, que pueden comprender todo o parte del sistema de intervalo de baliza. El sondeo consolidado puede utilizarse de forma intermitente con el acceso basado en contención, o sondeo de legado, como se ha descrito anteriormente. En una realización ejemplo, el procedimiento 1400 se puede repetir periódicamente, o de acuerdo con otros parámetros, como la carga del sistema o la demanda de transmisión de datos.

25 Un ejemplo de realización de un protocolo MAC que ilustra varios aspectos se detalla con respecto a las figuras 15 y 16. Este protocolo MAC se detalla más en tramitación junto con la Solicitud de Patente EE.UU. Nos. de Serie XX/XXX, XXX, XX/XXX, XXX y XX/XXX, XXX (Expediente N ° 030428, 030433, 030436) titulado "Pila de protocolo de LAN inalámbrica", presentada simultáneamente con la presente, cedida al cesionario de la presente invención.

30 Un ejemplo de intervalo de trama TDD MAC 1500 se ilustra en la figura 15. El uso de la expresión intervalo de trama TDD MAC en este contexto se refiere al período de tiempo en el que los segmentos de transmisión diferentes que se detallan a continuación se definen. El intervalo de trama TDD MAC 1500 se distingue del uso genérico del término trama para describir una transmisión en un sistema de 802.11. En términos 802.11, el intervalo de trama TDD MAC 1500 puede ser análogo al intervalo de baliza o una fracción del intervalo de baliza. Los parámetros detallados con respecto a las figuras 15 y 16 son solamente ilustrativos. Un experto normal en la técnica adaptará fácilmente este ejemplo a múltiples formas de realización alternativas, utilizando todos o algunos de los componentes descritos, y con valores de parámetros diferentes. La función MAC 1500 se asigna entre los segmentos de canal de transporte siguientes: retransmisión, control, tráfico hacia adelante e inverso (referido como la fase de enlace descendente y

fase de enlace ascendente, respectivamente), y de acceso aleatorio.

En la realización de ejemplo, un intervalo de trama TDD MAC 1500 es por duplexado de división de tiempo (TDD) en un intervalo de tiempo de 2 ms, dividido en cinco segmentos de canal de transporte 1510 a 1550 como se muestra. Órdenes alternativas y diferentes tamaños de trama pueden ser desplegados en realizaciones alternativas. La duración de las asignaciones en el intervalo de trama TDD MAC 1500 se cuantifica en un cierto intervalo de tiempo común pequeño.

En el ejemplo, cinco canales de transporte dentro del intervalo de trama TDD MAC 1500 incluyen: (a) el canal de radiodifusión (BCH) 1510, que lleva el canal de control de difusión (BCCH), (b) el Canal de Control (CCH) 1520, que lleva el control de canal de trama (FCCH) y el Canal de retroalimentación de acceso aleatorio (RFCH) en el enlace directo; (c) el canal de tráfico (TCH), que transporta los 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 lleva el canal de solicitud de acceso (ARCH) (para solicitudes de acceso UT). Una baliza piloto se transmite también como el segmento 1510.

La fase descendente del bastidor 1500 comprende los segmentos 1510 - 1530. La fase de enlace ascendente comprende segmentos 1540-1550. El segmento 1560 indica el comienzo de un intervalo de trama posterior TDD MAC. Una realización alternativa comprende transmisión entre iguales que se ilustra más adelante.

El canal de difusión (BCH) y la baliza 1510 se transmiten por el AP. La primera porción del BCH 510 contiene sobrecarga de la capa física común, tales como señales piloto, incluyendo la sincronización y la adquisición de frecuencia piloto. En una realización de ejemplo, la baliza consiste en 2 símbolos OFDM cortos utilizados para la adquisición de frecuencia y el momento por los UTs seguidos de 8 símbolos OFDM cortos de piloto MIMO común utilizados por los UTs para estimar el canal.

La segunda porción del BCH 1510 es la parte de datos. La porción de datos del BCH define la asignación de intervalo de la trama TDD MAC con respecto a los segmentos de canal de transporte: CCH 1520, F-TCH 1530, R-TCH 1540 y RCH 1550, y también define la composición del CCH con respecto a los subcanales. En este ejemplo, el BCH 1510 define la cobertura de la LAN inalámbrica 120, y así se transmite en el modo de transmisión de datos más robusto disponible. La longitud del BCH entero es fija. En una realización de ejemplo, el BCH define la cobertura de una MIMO-WLAN, y es transmitida en el espacio tiempo la diversidad de transmisión (STTD) utilizando el modo de velocidad 1/4 de fase codificada binaria de claves de cambio (BPSK). En este ejemplo, la longitud del BCH se fija en 10 símbolos OFDM cortos. Diversas técnicas de señalización pueden ser desplegadas en realizaciones alternativas.

El Canal de Control (CCH) 1520, transmitido por el AP, define la composición del resto del intervalo de trama TDD MAC, e ilustra el uso de sondeos consolidados. El CCH 1520 se transmite usando modos de transmisión muy robustos en subcanales múltiples, cada subcanal con una velocidad de datos diferente. El primer subcanal es el más robusto y se espera que sea descifrable por todos los UTs. En una realización de ejemplo, BPSK codificado 1/4 de velocidad se utiliza para el primer subcanal CCH. Varios otros subcanales con solidez decreciente (y eficiencia creciente) también están disponibles. En una realización de ejemplo, se utilizan hasta tres subcanales adicionales. Cada UT intenta decodificar todos los subcanales en orden hasta que una decodificación falla. El segmento de canal de transporte CCH en cada trama es de longitud variable, la longitud dependiendo del número de mensajes CCH en cada subcanal. Agradecimientos por ráfagas de acceso aleatorio de enlace inverso se realizan en el (primer) subcanal más robusto de CCH.

El CCH contiene las asignaciones de las ráfagas de la capa física sobre los vínculos hacia adelante y hacia atrás, (análogo a los sondeos consolidados TXOPs). Las tareas pueden ser para la transferencia de datos en el enlace directo o inverso. En general, una asignación de ráfaga de la capa física comprende: (a) un ID de MAC; (b) un valor que indica la hora de inicio 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 sobrecarga de la capa física dedicada; (e) el modo de transmisión, y (f) el esquema de codificación y modulación que se utilizará para la ráfaga de capa física.

Otros tipos de ejemplo de asignaciones en el CCH incluyen: una asignación en el enlace inverso para la transmisión de un piloto dedicado desde un UT, o una asignación en el enlace inverso para la transmisión de tampón y la información de estado de enlace desde un UT. El CCS también puede definir partes de la trama que vaya a ser utilizado. Estas partes no utilizadas de la trama pueden ser utilizadas por UTs para hacer estimaciones de ruido (e interferencia), así como para medir las balizas del sistema vecino.

El Canal de Acceso Aleatorio (RCH) 1550 es un canal de 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 uno o más ráfagas de capa física transmitidas desde el AP 104. Cada ráfaga está dirigida a un determinado ID MAC como se indica en la asignación CCH. Cada ráfaga comprende sobrecarga de la capa física dedicada, tal como una señal piloto (si la hay) y un MAC PDU transmitido según el modo de transmisión y codificación y el esquema de modulación indicados en la asignación CCH. El F-TCH es de longitud variable. En una realización de ejemplo, la sobrecarga de capa física dedicada puede incluir un piloto MIMO dedicado. Un ejemplo MAC PDU se detalla con respecto a la figura 16.

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

- 5 En la realización de ejemplo, el F-TCH 530, el R-TCH 540, o ambos, pueden utilizar la multiplexación espacial o técnicas de acceso múltiple por división de código para permitir la transmisión simultánea de MAC PDUs asociados con diferentes UTs. Un campo que contiene el ID de MAC con el que el MAC PDU está asociada (es decir, el remitente en el enlace ascendente, o el receptor previsto en el enlace descendente) puede ser incluido en la cabecera MAC PDU. Esto se puede usar para resolver cualquier ambigüedad de direccionamiento que pueda surgir cuando se utilizan multiplexación espacial o CDMA. En realizaciones alternativas, cuando la multiplexación se basa estrictamente en técnicas de división de tiempo, el ID de MAC no se requiere en la cabecera MAC PDU, puesto que la información de direccionamiento se incluye en el mensaje CCH que asigna un período de tiempo determinado en el intervalo de trama TDD MAC a una específica ID MAC. Cualquier combinación de multiplexado espacial, la multiplexación por división de código, multiplexado de división de tiempo, y cualquier otra técnica conocida en la técnica puede ser desplegada.

La figura 16 muestra la formación de un ejemplo MAC PDU 1660 de un paquete 1610, que puede ser un datagrama IP o un segmento de Ethernet, en este ejemplo. Ejemplos de tamaños y tipos de campos se describen en esta ilustración. Los expertos en la técnica reconocerán que otros tamaños, tipos y configuraciones están contemplados dentro del alcance de la presente invención.

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

- 25 Un encabezado de enlace lógico (LL) 1642 (4 bytes en este ejemplo) está unido a la carga útil 1644, que comprende la capa de adaptación PDU 1630. El ejemplo de información de encabezado LL 1642 incluye un identificador de flujo, la información de control, y números de secuencia. Un CRC 1646 se calcula sobre el encabezado 1642 y la carga útil 1644, y se adjuntará al formar una subcapa de enlace lógico PDU (LL PDU) 1640. El control de enlace lógico (LLC) y el control de enlace de radio (RLC) PDU puede estar formado de manera similar. LL PDUs 1640, así como LLC PDUs y RLC PDUs, se colocan en colas (por ejemplo, una cola de QoS alta, una cola de mejor esfuerzo, o cola de mensajes de control) para el servicio mediante una función MUX.

- 30 Un encabezado MUX 1652 está unido a cada LL PDU 1640. Un ejemplo de encabezado MUX 1652 puede comprender una longitud y un tipo (el encabezado 1652 es de dos bytes en este ejemplo). Un encabezado similar se puede formar para cada PDU de control (es decir LLC y RLC de PDUs). El LL PDU 1640 (o PDU LLC o RLC) constituye la carga útil 1654. El encabezado 1652 y la carga útil 1654 forman la PDU subcapa MUX (MPDU) 1650 (PDUs subcapa MUX también son referidas aquí como MUX PDUs).

- 35 Recursos de comunicación en el medio compartido se asignan por el protocolo MAC en una serie de intervalos de trama TDD MAC, en este ejemplo. En realizaciones alternativas, ejemplos de los cuales se detallan más adelante, este tipo de intervalos de trama TDD MAC pueden ser intercalados con varias otras funciones MAC, incluyendo contención con base o sondeadas, y que incluyen la interfaz con los sistemas de legado que utilizan otros tipos de protocolos de acceso. Como se describió anteriormente, un planificador puede determinar el tamaño de las ráfagas de capa física asignada a uno o más ID de MAC en cada intervalo de trama TDD MAC (análogo a los TXOPs de sondeos consolidados). Debe tenerse en cuenta que no todos los ID de MAC con datos a transmitir necesariamente se asignará espacio en cualquier intervalo de trama particular, TDD MAC. Cualquier acceso de control o esquema de planificación pueden ser desplegados dentro del alcance de la presente invención. Cuando una asignación se hace para un ID MAC, una función MUX respectiva para ese ID MAC formará una PDU de MAC 1660, incluyendo uno o más PDUs MUX 1650 para su inclusión en el intervalo de trama TDD MAC. Uno o más PDU MUX 1660, para uno o más IDs MAC asignados serán incluidos en un intervalo de trama TDD MAC (es decir intervalo de trama TDD MAC 1500, detallados con respecto a la figura 15, arriba).

- 40 En una realización de ejemplo, un aspecto permite un MPDU parcial 1650 a transmitir, lo que permite para el empaquetado eficiente en un PDU MAC 1660. En este ejemplo, los bytes no transmitidos de cualquier MPDU parcial 1650 dejados por una transmisión anterior pueden ser incluidos, identificados por MPDU parcial 1664. Estos bytes 1664 serán transmitidos por delante de cualquier nueva PDU 1666 (es decir LL PDU o PDUs de control) en la trama actual. El encabezado 1662 (dos bytes en este ejemplo) incluye un puntero MUX, el cual apunta al comienzo del primer MPDU nuevo (MPDU 1666A en este ejemplo) que se transmite en la trama actual. El encabezado 1662 también puede incluir una dirección MAC.

El PDU MAC 1660 comprende el puntero MUX 1662, un posible PDU MUX parcial 1664 en el inicio (dejados por una asignación anterior), seguido de cero o PDUs MUX más completo 1666A - N, y un posible PDU MUX parcial 1668 (desde la asignación actual) u otro relleno, para llenar la parte asignada de la ráfaga de capa física. El PDU MAC

1660 se realiza en la ráfaga de capa física asignada al ID MAC.

Así, el ejemplo MAC PDU 1660 ilustra una transmisión (o trama, en la terminología 802.11), que puede ser transmitida de uno a otro STA, incluyendo porciones de datos de una o más corrientes dirigidas ese STA de destino. El empaquetado eficiente se logra con el uso opcional de PDUs MUX parciales. Cada PDU MAC puede ser transmitido en un TXOP (utilizando la terminología 802.11), en un momento indicado en el sondeo consolidado incluido en el CCH.

La realización de ejemplo se detalla en las figuras 15-16 ilustra diversos aspectos, incluyendo sondeos consolidados, transmisión de preámbulo reducida, y eliminación de los intervalos mediante la transmisión de forma secuencial de las ráfagas de capa física de cada STA (incluido el AP). Estos aspectos son aplicables a cualquier protocolo de MAC, incluyendo los sistemas de 802.11. Más abajo se detallan realizaciones alternativas que ilustran varias otras técnicas para lograr la eficiencia MAC, así como el soporte de la transmisión entre iguales, y la integración con y/o cooperación con los protocolos legados o sistemas existentes.

Tal como se describió anteriormente, diversas formas de realización en la presente memoria detallada pueden emplear la estimación de canal y control de la frecuencia ajustada. Una mayor eficiencia MAC se puede conseguir a través de minimizar la transmisión innecesaria en el medio, pero la realimentación de control de la velocidad puede, en algunos casos, reducir el rendimiento global. Por lo tanto, las oportunidades suficientes pueden ser proporcionadas para la estimación de canal y la retroalimentación para maximizar la tasa de transmisión en todos los modos MIMO, a fin de evitar la pérdida de rendimiento debido a la insuficiente estimación de canal, lo que puede compensar cualquier aumento de la eficiencia MAC. Por lo tanto, como se describió anteriormente, y se detalla más abajo, realizaciones de ejemplo de MAC pueden estar diseñadas para proporcionar suficientes oportunidades de transmisión de preámbulo, como así también oportunidades para los receptores para proporcionar retroalimentación de control de tasa al transmisor.

En un ejemplo, el AP periódicamente intercala el piloto MIMO en sus transmisiones (al menos cada TP ms, donde TP puede ser un parámetro fijo o variable). Cada STA puede comenzar también su TXOP sondeado con un piloto MIMO, que puede ser utilizado por otros STAs y el AP para estimar el canal. Para el caso de una transmisión al AP o a otro STA usando el protocolo de enlace directo (detallados más adelante), el piloto MIMO puede ser una referencia dirigida para ayudar a simplificar el procesamiento de receptor en el STA de destino.

El AP también puede proporcionar oportunidades para el STA de destino para proporcionar retroalimentación ACK. El STA de destino también pueden aprovechar estas oportunidades de retroalimentación para proporcionar retroalimentación de control de tasa para los modos disponibles MIMO al STA de transmisión. Dicha retroalimentación de control de tasa no está definida en los sistemas 802.11 existentes, incluyendo 802.11 (e). La introducción de MIMO puede aumentar la cantidad total de información de control de tasa (por cada modo MIMO). En algunos casos, para maximizar el beneficio de la mejora de la eficiencia de MAC, éstos pueden ser complementados por retroalimentación de control de tasa estricta.

Otro aspecto presentado aquí, y que se detalla más adelante, es la información de atraso y la programación de STAs. Cada STA puede comenzar su TXOP con un preámbulo seguido de una duración solicitada del siguiente TXOP. Esta información está destinada al AP. El AP recoge información sobre el TXOP solicitado a partir de varios STAs diferentes y determina la asignación de la duración en el medio de TXOPs para un intervalo de trama TDD MAC subsiguiente. El AP puede usar una prioridad diferente o reglas QoS para determinar cómo compartir el medio, o puede utilizar reglas muy simples para compartir proporcionalmente el medio de acuerdo a las peticiones de los STAs. Cualquier otra técnica de programación también puede ser desplegada. Las asignaciones para los TXOPs para el próximo intervalo de trama TDD MAC se asignan en el mensaje de canal de control posterior del AP.

#### Punto de Acceso Designado

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

Cuando no existe un AP verdadero, las estaciones todavía pueden comunicarse entre sí utilizando técnicas como la función de coordinación distribuida (DCF) o 802.11b/g/a o el acceso de canal distribuido mejorado 802.11e, como se describió anteriormente. Como se detalla más adelante, cuando se requieren recursos adicionales, un uso más eficiente del medio puede ser realizado con un esquema de planificación centralizada. Esta arquitectura de red puede surgir, por ejemplo, en un hogar donde muchos dispositivos diferentes que se comunican entre sí (es decir DVD-TV, CD-AMP-altavoces, etc.) En este caso, las estaciones de la red automáticamente designan una estación para convertirse en el AP. Debe tenerse en cuenta que, como se detalla a continuación, una función de coordinación adaptativa (ACF) puede ser utilizado con un punto de acceso designado, y puede ser desplegado con programación centralizada, de acceso aleatorio, la comunicación ad-hoc, o cualquier combinación de los mismos.

Algunos, pero no necesariamente todos, los dispositivos de AP pueden haber mejorado la capacidad de MAC y son adecuados para el funcionamiento como un AP designado. Cabe señalar que no todos los dispositivos tienen que ser diseñados para ser capaces de AP designados de capacidad de MAC. Cuando QoS (por ejemplo, la latencia garantizada), alto rendimiento, y/o la eficiencia es crítica, puede ser necesario que uno de los dispositivos de la red tenga una capacidad de operación AP designado.

Esto significa que la capacidad de AP designada generalmente se asociará con los dispositivos con mayor capacidad, por ejemplo, con uno o más atributos, tales como línea de alimentación, gran número de antenas y/o cadenas de transmisión/recepción, o requisito de un alto rendimiento. (Los factores adicionales para seleccionar un AP designados se detallan más abajo.) Por lo tanto, un dispositivo de gama baja, como una cámara de gama baja o teléfono no necesita ser cargado con la capacidad AP designada, mientras que un dispositivo de gama alta, tales como fuente de vídeo de gama alta o una pantalla de vídeo de alta definición puede estar equipado con capacidad AP designado.

En una red no-AP, el AP designado asume el papel del verdadero AP y puede o no puede haber una funcionalidad reducida. En diversas realizaciones, un AP designado puede realizar lo siguiente: (a) establecer el conjunto de la red de servicios básicos (BSS) ID, (b) fijar los plazos de la red mediante la transmisión de la información de configuración de red de un canal de baliza y de difusión (BCH) (el BCH podrá definir composición del medio hasta el próximo BCH), (c) administrar las conexiones programando las transmisiones de las estaciones de la red mediante un canal de control hacia adelante (FCCH), (d) gestionar la asociación, (e) facilitar el control de admisión QoS de los flujos, y/o (f) otras funciones diversas. El punto de acceso designado puede implementar un planificador sofisticado, o cualquier tipo de algoritmo de planificación. Un simple planificador puede ser desplegado, un ejemplo del cual se detalla más adelante.

Un encabezado de protocolo de convergencia de capa física modificado (PLCP) se detalla a continuación con respecto a comunicaciones entre iguales, que también es aplicable para los puntos de acceso designado. En una realización, el encabezado PLCP de todas las transmisiones se transmite a la velocidad de datos de base que puede ser descodificado por todas las estaciones (incluyendo el AP designado). El encabezado PLCP de transmisiones procedentes de estaciones contiene acumulación de datos en la estación asociada con una prioridad o flujo dados. Alternativamente, contiene una solicitud de duración de una oportunidad de transmisión posterior para una prioridad o un flujo dados.

El AP designado puede determinar las duraciones del retraso o de la oportunidad de transmisión requeridos por las estaciones mediante "espionaje" en los encabezados PLCP de todas las transmisiones de la estación. El AP designado puede determinar la fracción de tiempo que se asignará al basado en EDCA (acceso distribuido) y la fracción de tiempo asignada al acceso sondeado libre de contención (centralizado) en función de la carga, colisiones u otras medidas de congestión. El AP designado puede ejecutar un planificador rudimentario que asigna el ancho de banda en proporción a las solicitudes y los programa en el período libre de contención. Programadores mejorados están permitidos, pero no son obligatorios. Las transmisiones programadas pueden ser anunciadas por la AP designado en el CCH (canal de control).

Un AP designado puede no ser necesario para repetir la transmisión de una estación a otra estación (es decir, servir como un punto de salto), aunque esta funcionalidad está permitida. Un verdadero AP puede ser capaz de eco.

Cuando se selecciona un punto de acceso designado, una jerarquía puede ser creada para determinar qué dispositivo debe servir como punto de acceso. Ejemplos de factores que pueden ser incorporados en la selección de un punto de acceso designado incluyen los siguientes: (a) anular el usuario; (b) nivel de preferencia más alto; (c) nivel de seguridad; (d) capacidad: línea de alimentación; (e) capacidad: número de antenas, (f) capacidad: máxima potencia de transmisión, (g) romper un empate teniendo en cuenta otros factores: dirección de control de acceso a medios (MAC), (h) primer dispositivo encendido, (i) cualquier otro factor.

En la práctica, puede ser deseable para el AP designado estar situado centralmente y tener el mejor el agregado Rx SNR CDF (es decir, ser capaz de recibir todas las estaciones con una buena SNR). En general, a más antenas tenga una emisora, mejor será la sensibilidad de recepción. Además, el AP designado puede tener una potencia de transmisión más alta para que el AP designado pueda ser oído por un gran número de estaciones. Estos atributos pueden ser evaluados y explotados para permitir que la red se reconfigure dinámicamente a medida que las estaciones se añaden y/o se mueven a su alrededor.

Las conexiones entre iguales pueden ser compatibles en los casos en que se configura la red con un verdadero AP o un AP designado. Las conexiones entre iguales, en general, se detallan en la siguiente sección. En una realización, dos tipos de conexiones entre iguales pueden ser soportadas: (a) entre iguales gestionado, donde el AP programa las transmisiones para cada estación involucrada, y (b) ad-hoc, donde el AP no está involucrada en la gestión o la programación de las transmisiones de la estación.

El AP designado puede establecer el intervalo de trama MAC y transmitir una baliza en el inicio de la trama. Los canales de transmisión y de control pueden especificar las duraciones asignadas en la trama para las estaciones que transmiten. Para las estaciones que han solicitado la asignación para transmisiones entre iguales (y estas

peticiones son conocidas por el AP), el AP puede proporcionar asignaciones programadas. El AP puede anunciar estas asignaciones en el canal de control, tal como, por ejemplo, con cada trama MAC.

Opcionalmente, el AP puede incluir también un segmento A-TCH (ad hoc) en la trama MAC (detallada más adelante). La presencia del A-TCH en la trama MAC se puede indicar en el BCH y FCCH. Durante el A-TCH, las estaciones pueden realizar comunicaciones entre iguales utilizando procedimientos CSMA/CA. Los procedimientos CSMA/CA de la IEEE 802.11 inalámbrica LAN estándar pueden ser modificados para excluir el requisito de ACK inmediato. Una estación puede transmitir un MAC-PDU (unidad de datos de protocolo) que consiste en múltiples LLC PDUs cuando la estación se apodera del canal. La duración máxima que puede ser ocupada por una estación en el A-TCH se puede indicar en el BCH. Para LLC reconocidos, el tamaño de la ventana y de retardo de acuse máximo puede negociarse de acuerdo con el retraso de aplicación requerida. Una trama MAC modificada con un segmento A-TCH, para uso tanto con los puntos de acceso como con los puntos de acceso verdadero designados, se detalla más adelante con respecto a la figura 20.

En una realización, el piloto MIMO no dirigido puede permitir a todas las estaciones aprender el canal entre ellas mismos y la estación transmisora. Esto puede ser útil en algunos escenarios. Además, los AP no designados pueden utilizar el piloto MIMO no dirigido a permitir la estimación de canal y facilitar la demodulación del PCCH a partir del cual las asignaciones se pueden derivar. Una vez que el AP designado recibe todas las asignaciones solicitadas en una determinada trama MAC, puede programar estos para la trama MAC posterior. Obsérvese que la información de control de tasa no tiene que ser incluida en el FCCH.

En una realización, el planificador puede realizar las siguientes operaciones: en primer lugar, el planificador recoge todas las asignaciones solicitadas para la siguiente trama MAC y calcula la asignación total solicitada (total solicitado). En segundo lugar, el programador calcula el total de recursos disponibles para su asignación al F-TCH y el R-TCH (total disponible). En tercer lugar, si el total solicitado excede el total disponible, todas las asignaciones solicitadas son escaladas por la relación definida por total disponible/total requerido. En cuarto lugar, las asignaciones para cualquier escala que son menos de 12 símbolos OFDM, estas asignaciones se aumentan en 12 símbolos OFDM (en el ejemplo de realización; realizaciones alternativas pueden ser desplegadas con parámetros alternativos). En quinto lugar, para dar cabida a las asignaciones resultantes en el F-TCH + R-TCH, cualquier exceso de símbolos OFDM y/o los tiempos de guardia pueden ser acomodados mediante la reducción de todas las asignaciones de más de 12 símbolos OFDM, un símbolo en un momento en forma combinada partiendo desde el más grande.

Un ejemplo ilustra la realización que acabamos de describir. Se consideran las solicitudes de asignación de la forma siguiente: 20, 40, 12, 48. Así, total solicitado = 120. Supongamos que el Total Disponible = 90. También se asume que el tiempo de protección requerido es de 0,2 símbolos OFDM. Entonces, tal como se detalla en la tercera operación anterior, las asignaciones a escala son: 15, 30, 9, 36. Tal como se detalla en la cuarta operación anterior, una asignación de 9 se incrementa a 12. De acuerdo con la quinta operación, la adición de las asignaciones revisadas y el tiempo de protección, la asignación total es de 93,8. Esto significa que las asignaciones se redujeron en 4 símbolos. Al empezar con el más grande, y eliminando un símbolo cada vez, se determina una asignación final de 14, 29, 12, 34 (es decir, un total de 89 símbolos y 0,8 símbolos para los tiempos de protección).

En una realización de ejemplo, cuando el AP designado está presente, se puede establecer la baliza para el BSS y ajustar la temporización de la red. Dispositivos se asocian con el AP designado. Cuando dos dispositivos asociados con un AP designado requieren una conexión de QoS, por ejemplo, un enlace HDTV con una baja latencia y un requisito de alto rendimiento, proporcionan la especificación de tráfico al AP designado para el control de admisión. El AP no designado puede admitir o negar la solicitud de conexión.

Si la utilización del medio es suficientemente baja, la duración total del medio entre las balizas puede ser retirada de la operación EDCA usando CSMA/CA. Si la operación EDCA está funcionando sin problemas, por ejemplo, no hay excesivas colisiones, desviaciones y retrasos, el AP designado no necesita proporcionar una función de coordinación.

El AP designado puede seguir vigilando la utilización del medio escuchando los encabezados PLCP de las transmisiones de la estación. Basado en la observación del medio, así como el desfase y las solicitudes de duración de oportunidad de transmisión, el AP designado puede determinar cuándo la operación EDCA no está satisfaciendo la QoS requerido de flujos admitidos. Por ejemplo, puede observar la evolución de los desfases reportados o duraciones solicitadas, y compararlos con los valores esperados en base a los flujos admitidos.

Cuando el AP designado determina que la QoS requerido no se está cumpliendo bajo acceso distribuido, puede traspasar la operación al medio de operación con sondeo y programación. Este último proporciona la latencia más determinista y mayor eficiencia de producción. Ejemplos de esta operación se detallan más abajo.

Por lo tanto, puede desplegarse la transición de adaptación desde una operación EDCA (esquema de acceso distribuido) a programada (centralizada) como una función de la observación de la utilización del medio, las colisiones, la congestión, así como la observación de las peticiones de transmisión de oportunidad de estaciones transmisoras y la comparación de las solicitudes contra los flujos de QoS admitidos.

Tal como se ha mencionado anteriormente, en cualquier realización detallada a lo largo de esta memoria, donde se describe un punto de acceso, un experto en la técnica reconocerá que la realización puede estar adaptada para operar con un punto de acceso verdadero o un punto de acceso designado. Un punto de acceso designado también puede ser desplegado y/o seleccionado tal como se detalla aquí, y puede operar de acuerdo con cualquier protocolo, incluidos protocolos que no se describen en esta memoria, o cualquier combinación de protocolos.

#### Transmisión entre iguales y protocolo de enlace directo (DLP)

Tal como se describió anteriormente, la transmisión entre iguales (o simplemente conocida como "entre iguales") permite que un STA transmita datos directamente a otro STA, sin enviar los datos en primer lugar a un AP. Varios aspectos detallados en este documento pueden ser aprobados para su uso con la transmisión entre iguales. En una realización, el protocolo de enlace directo (DLP) se puede adaptar tal como se detalla más adelante. La figura 17 representa un ejemplo de comunicación entre iguales dentro de un sistema 100. En este ejemplo, el sistema 100, que puede ser similar al sistema 100 representado en la figura 1, está adaptado para permitir la transmisión directa de un UT a otro (en este ejemplo, se ilustra la transmisión entre el UT 106A y el UT 106B). Los UTs 106 pueden realizar cualquier comunicación directa con el AP 104 o WLAN 120, tal como se detalla aquí.

En diversas realizaciones de ejemplo, dos tipos de conexiones entre iguales pueden estar soportadas: (a) administradas entre iguales, en el que el AP programa las transmisiones para cada STA involucrado, y (b) Ad-hoc, en el que el AP no está involucrado en la gestión o programación de las transmisiones STA. Una realización puede incluir uno o ambos tipos de conexiones. En una realización de ejemplo, una señal transmitida puede comprender una parte que incluye información común que se puede recibir mediante una o más estaciones, incluyendo posiblemente un punto de acceso, así como la información formateada específicamente para la recepción por una estación receptora entre iguales. La información común puede ser utilizada para la programación (tal como se muestra en la figura 25, por ejemplo) o para retardo de contención mediante varias estaciones vecinas (mostradas en la figura 26, por ejemplo).

Varias realizaciones de ejemplo, que se detallan a continuación, ilustran un control de tasa de bucle cerrado para conexiones entre iguales. Este control de la tasa puede desplegarse para tomar ventaja de las altas tasas de datos disponibles.

Para claridad de la descripción, diversas características (es decir, reconocimiento) no necesariamente se detallan en las realizaciones de ejemplo. Los expertos en la técnica reconocerán que las características descritas en este documento pueden combinarse para formar cualquier número de conjuntos y subconjuntos en diversas realizaciones.

La figura 18 representa una ráfaga de capa física de la técnica anterior 1800. Un preámbulo 1810 se puede transmitir, seguido por un encabezado de protocolo de convergencia de capa física (PLCP) 1820. Los sistemas 802.11 legados definen un encabezado PLCP para incluir el tipo de tasa y el formato de modulación de los datos transmitidos como símbolos de datos 1830.

La figura 19 representa una ráfaga de capa física de ejemplo 1900, que puede desplegarse para la transmisión entre iguales. Como en la figura 18, el preámbulo 1810 y el encabezado PLCP 1820 se pueden incluir, seguidos por una transmisión entre iguales, con la etiqueta P2P 1940. P2P 1940 puede comprender un piloto MIMO 1910 para su uso por el UT receptor. La retroalimentación de tasa MIMO 1920 puede incluirse para su uso por el UT que recibe en la futura transmisión de vuelta al UT que envía. La retroalimentación de tasa puede generarse en respuesta a una transmisión anterior de la estación receptora a la estación transmisora. Entonces, los símbolos de datos 1930 pueden ser transmitidos de acuerdo a la tasa seleccionada y el formato de modulación para la conexión entre iguales. Debe tenerse en cuenta que una ráfaga de capa física, tal como la ráfaga PHY 1900, puede usarse con AP de conexión gestionada entre iguales, así como con transmisión ad hoc entre iguales. Realizaciones de ejemplo de realimentación de tasa se describen a continuación. Otras realizaciones de ráfagas de transmisión de capa física que incluyen estos aspectos también se incluyen a continuación.

En una realización de ejemplo, un AP establece el intervalo de trama TDD MAC. Los canales de difusión y de control pueden ser desplegados para especificar duraciones asignadas en el intervalo de trama TDD MAC. Para emisoras que han solicitado asignaciones para transmisiones entre iguales (y conocidas para el AP), el AP puede proporcionar asignaciones programadas y anunciar esto en el canal de control de cada intervalo de trama TDD MAC. Un sistema de ejemplo se describe anteriormente respecto a la figura 15.

La figura 20 representa una realización de ejemplo de un intervalo de trama TDD MAC 2000 que incluye un segmento ad hoc opcional, identificado como A-TCH 2010. Las secciones numeradas similares del intervalo de trama TDD MAC 2000 pueden incluir un operador sustancialmente tal como se ha descrito anteriormente respecto a la figura 15. La presencia del A-TCH 2010 en el intervalo de trama TDD MAC 2000 se puede indicar en el BCH 510 y/o el CCH 520. Durante el A-TCH 2010, el STA puede realizar comunicación entre iguales utilizando cualquier procedimiento de contención. Por ejemplo, pueden ser desplegadas técnicas 802.11 tales como FIS, DIFS, retraso, etc., tal como se detalla anteriormente. Las técnicas QoS, tales como las introducidas en 802.11 (e) (es decir AIFS) opcionalmente pueden ser desplegadas. Varios otros esquemas basados en contención pueden también ser

desplegados.

En una realización de ejemplo, procedimientos CSMA/CA de contención, tales como los definidos en 802.11, pueden modificarse como sigue. Un ACK inmediato no es necesario. Un STA puede transmitir una unidad de datos de protocolo MAC (MAC-PDU) que consiste en múltiples unidades PDU (es decir LLC-PDUs) cuando se apodera del canal. Una duración máxima ocupada por un STA en el A-TCH se puede indicar en el BCH. Cuando se desea la transmisión reconocida, un tamaño de ventana y de retardo de acuse de recibo máximo puede negociarse de acuerdo con el retardo de la aplicación requerido.

En este ejemplo, el F-TCH 530 es la porción del intervalo de trama TDD MAC para las transmisiones desde el AP a los STAs. Las comunicaciones entre iguales entre STAs que utilizan técnicas de contención pueden llevarse a cabo en el A-TCH 2010. Las comunicaciones entre iguales programadas entre STAs pueden llevarse a cabo en el R-TCH 540. Cualquiera de estos tres segmentos se puede establecer en un valor nulo.

La figura 21 representa una ráfaga de capa física 2100 de ejemplo, también conocida como una "ráfaga PHY". La ráfaga PHY 2100 puede ser desplegada con conexiones entre iguales programadas, tal como durante el R-TCH 540, o durante conexiones ad hoc tales como A-TCH 2010, tal como se detalla anteriormente respecto a la figura 20. La ráfaga PHY 2100 comprende un piloto MIMO 2110 no dirigido, un canal de control común de igual (PCCH) 2120, y uno o más símbolos de datos 2130. El piloto MIMO 2110 no dirigido puede ser recibido en una o más estaciones, y puede ser utilizado como una referencia por una estación receptora para estimar el canal correspondiente entre la estación transmisora y la estación receptora. Este PCCH de ejemplo comprende los siguientes campos: (a) un MAC-ID de destino, (b) una solicitud de asignación para una duración de transmisión deseada para el siguiente intervalo de trama TDD MAC, (c) un indicador de tasa de transmisión para indicar el formato de transmisión para el paquete de datos actual, (d) un subcanal del canal de control (es decir CCH) para recibir cualquier asignación desde el AP, y (e) un CRC. El PCCH 2120, junto con un piloto MIMO 2110 no dirigido, es un segmento común que puede ser recibido por diversas estaciones de escucha, incluyendo el punto de acceso. Una solicitud de asignación puede ser insertada en el PCCH para permitir una conexión entre iguales gestionada en un intervalo de trama TDD MAC futuro. Una ráfaga PHY puede ser incluida en una conexión ad-hoc, y todavía puede solicitar una asignación para una conexión entre iguales prevista en un intervalo de trama TDD MAC futuro. En la realización de ejemplo, el piloto MIMO no dirigido es de ocho símbolos OFDM (en realizaciones alternativas, que se detallan a continuación, un menor número de símbolos puede ser suficiente para la estimación del canal) y el PCCH es de dos símbolos OFDM. Siguiendo el segmento común, que comprende el piloto MIMO 2110 no dirigida y PCCH 2120, uno o más símbolos de datos 2130 se transmiten usando la multiplexación espacial y/o mayores formatos de modulación tal como se determina para cada STA en la conexión entre iguales. Esta porción de la transmisión se codifica de acuerdo a la información de la tasa de control incrustada en la porción de datos de la transmisión. Por lo tanto, una parte de la ráfaga PHY 2100 se puede recibir por varias estaciones circundantes, mientras que la transmisión de datos real se adapta para la transmisión eficiente de uno o más pares específicos de estaciones conectadas entre iguales o el AP. Los datos en 2130 pueden ser transmitidos como asignados por un punto de acceso, o puede ser transmitidos de conformidad con una conexión ad-hoc (es decir, procedimientos basados en contención CSMA/CA).

Un ejemplo de realización de una ráfaga PHY comprende un preámbulo que consiste en 8 símbolos OFDM de referencia MIMO no dirigida. Un encabezado MAC-PDU del canal de control común entre iguales (PCCH) se incluye en los siguientes 2 símbolos OFDM, utilizando el modo STTD, codificado con  $R = 1/2$  BPSK. El MAC-ID es de 12 bits. Una solicitud de asignación de 8 bits se incluye para su recepción por el AP para una duración deseada en el siguiente intervalo de trama TDD MAC (por lo tanto, la solicitud máxima es de 256 símbolos OFDM cortos). La tasa TX es de 16 bits para indicar el tipo que se utiliza en el paquete actual. La preferencia del subcanal FCCH es de dos bits, que corresponden a una preferencia entre hasta cuatro subcanales, en el que el AP no debe hacer ninguna asignación aplicable. El CRC es de 10 bits. Cualquier número de otros campos y/o tamaños de campo se puede incluir en una realización alternativa de la ráfaga PHY.

En este ejemplo, el resto de la transmisión MAC-PDU usa modulaciones espaciales de multiplexado y superiores tal como se determina mediante cada STA en la conexión entre iguales. Esta porción de la transmisión se codifica de acuerdo con la información de control de tasa integrada en la porción de datos de la transmisión.

La figura 22 representa ejemplo del procedimiento 2200 para transmisión de datos entre iguales. El proceso comienza en el bloque 2210, donde una estación transmite un piloto MIMO no dirigido. En el bloque 2220, la estación transmite la información comúnmente decodificable. Por ejemplo, el piloto MIMO 2110 no dirigido y PCCH 2120 sirven como un ejemplo de un mecanismo para solicitar la asignación de una conexión administrada, para que el AP, u otra estación de programación, que son capaces de decodificar la porción de la señal que comprende la solicitud. Los expertos en la técnica reconocerán muchos mecanismos de solicitud alternativos para la programación de conexiones entre iguales en un canal compartido. En el bloque 2230, los datos se transmiten desde una estación a otra, de acuerdo con los formatos de transmisión negociados. En este ejemplo, los datos dirigidos se transmiten utilizando las tasas y los parámetros determinados de acuerdo con las mediciones del piloto MIMO 2110 no dirigido. Los expertos en la técnica reconocerán varios medios alternativos para la transmisión de datos adaptados para un determinado canal entre iguales.

La figura 23 representa un procedimiento de ejemplo 2300 para la comunicación entre iguales. Este procedimiento

de ejemplo 2300 ilustra varios aspectos, cuyos subconjuntos pueden ser desplegados en cualquier realización dada. El proceso comienza en el bloque de decisión 2310. En el bloque de decisión 2310, si hay datos para transferencia STA-STA, se procede al bloque de decisión 2320. Si no, se pasa al bloque 2370 y se realiza cualquier otro tipo de comunicación, incluyendo otros tipos de acceso, en su caso. Se continúa con el bloque de decisión 2360 si la operación puede repetirse volviendo al bloque de decisión 2310, o el proceso puede detenerse.

En el bloque de decisión 2320, si hay datos STA-STA para su transmisión, se determina si la conexión entre iguales es programada o ad hoc. Si la transmisión es programada se pasa al bloque 2320 y se solicita una asignación para ganar un TXOP. Debe tenerse en cuenta que una solicitud de asignación se puede hacer durante una porción de acceso aleatorio de un intervalo de trama TDD MAC, tal como se describió anteriormente, o puede estar incluida en una transmisión ad hoc. Una vez que se hace una asignación, en el bloque 2350 puede transmitirse una ráfaga física STA-STA. En una realización de ejemplo, el procedimiento 2200 puede servir como un tipo de ráfaga STA-STA PHY.

En el bloque de decisión 2320, si no se desea la conexión entre iguales programada, se pasa al bloque 2340 para competir por el acceso. Por ejemplo, puede utilizarse el segmento A-TCH 2010 del intervalo de trama TDD MAC 2000. Cuando un acceso ha sido conseguido con éxito a través de contención, se pasa al bloque 2350 y se transmite una ráfaga STA-STA PHY, tal como se describió anteriormente.

Desde el bloque 2350, se proceder al bloque de decisión 2360, donde el proceso puede repetirse, tal como se describió anteriormente, o puede detenerse.

La figura 24 representa un procedimiento de ejemplo 2400 para proporcionar retroalimentación de tasa para su uso en una conexión entre iguales. Esta figura ilustra diversas transmisiones y otras tapas que se pueden realizar mediante dos estaciones, STA 1 y STA 2. STA 1 transmite un piloto no dirigido 2410 a STA 2. STA 2 mide el canal 2420 durante la recepción del piloto no dirigido 2410. En una realización de ejemplo, STA 2 determina una tasa soportable para la transmisión en el canal tal como se midió. Esta determinación de la tasa se transmite como retroalimentación de tasa 2430 a STA 1. En diversas realizaciones alternativas, los parámetros alternativos pueden ser entregados para permitir una decisión de retroalimentación que se hace en STA 1. En 2440, STA 1 recibe una asignación programada o solicita una oportunidad de transmisión, por ejemplo durante A-TCH. Una vez que una oportunidad de transmisión ha sido conseguida, en 2450, STA 1 transmite a STA 2 datos a una tasa y un formato de modulación determinado en respuesta a la retroalimentación de tasa 2430.

El procedimiento ilustrado en la figura 24 puede generalizarse y aplicarse a diversas realizaciones, tal como será fácilmente evidente para los expertos en la técnica. Algunos ejemplos que incorporan realimentación de tasa entre iguales, así como otros aspectos, se detallan a continuación.

La figura 25 representa un procedimiento 2500 que ilustra una conexión entre iguales gestionada entre dos estaciones, STA 1 y STA 2, y un punto de acceso (AP). En 2505, STA 1 transmite un piloto no dirigido, así como una solicitud de asignación. Los datos también pueden ser transmitidos de acuerdo con una asignación anterior y retroalimentación de tasa previa, tal como se ilustra a continuación. Además, dichos datos pueden ser transmitidos de acuerdo a la retroalimentación de una tasa desde una conexión entre iguales gestionada previa o desde una comunicación ad hoc originada por cualquiera de STA 1 o STA 2. El piloto no dirigido y la solicitud de transmisión se reciben por ambos STA 2 y el punto de acceso (y puede que sea recibida por varias otras estaciones en el área).

El punto de acceso recibe la solicitud de transmisión y, de acuerdo con uno de cualquier número de algoritmos de planificación, realiza una determinación de cuándo y si se hace una asignación para la comunicación entre iguales. STA 2 mide el canal mientras que el piloto no dirigido en 2505 se transmite y se puede tomar una determinación acerca de la tasa soportable para la comunicación entre iguales con un STA. Opcionalmente, STA 2 también puede recibir la retroalimentación de tasa y/o datos desde STA 1 de acuerdo con una transmisión previa.

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

El STA 2 transmite una realimentación de tasa a 2535, de acuerdo con la asignación 2520. Opcionalmente, una solicitud de transmisión programada puede incluirse, tal como se describe anteriormente, así como cualesquiera datos para ser transmitidos de acuerdo con una solicitud anterior. La retroalimentación de tasa transmitida se selecciona de acuerdo con la medida del canal 2510, tal como se describió anteriormente. La ráfaga PHY de 2535 también puede incluir un piloto no dirigido. En 2540 STA 1 mide el canal desde STA 2, recibe la retroalimentación de tasa, y también puede recibir datos opcionales.

En 2545, de acuerdo con la asignación 2515, STA 1 transmite datos en conformidad con la información de realimentación de tasa recibida. Además, se podrá prever una futura asignación, así como retroalimentación de tasa de acuerdo con la medición del canal en 2540. Los datos se transmiten de acuerdo con la medición del canal específico para la comunicación entre iguales. En 2550 STA 2 recibe los datos, así como cualquier tipo de

retroalimentación opcionalmente transmitida. STA 2 puede medir también el canal para proporcionar realimentación de tasa para futuras transmisiones.

Debe tenerse en cuenta que las transmisiones 2535 y 2545 pueden recibirse mediante el punto de acceso, al menos la porción no dirigida, tal como se describe anteriormente. Así, para cualquier solicitud incluida, el punto de acceso puede realizar asignaciones adicionales para futuras transmisiones tal como se indica mediante las asignaciones 2555 y 2560 a STA 1 y STA 2, respectivamente. En 2565 y 2570, STA 1 y STA 2 recibirán sus asignaciones respectivas. El proceso se puede repetir indefinidamente con el punto de acceso que gestiona el acceso en el medio compartido y STA 1 y STA 2 transmiten comunicación entre iguales directamente entre sí a tasas y formatos de modulación seleccionados como soportable en el canal entre iguales. Debe tenerse en cuenta que, en una realización alternativa, una comunicación ad hoc entre iguales también puede realizarse junto con la comunicación entre iguales gestionada ilustrada en la figura 25.

La figura 26 ilustra una conexión entre iguales (o ad hoc) basada en contención. STA 1 y STA 2 se comunican entre sí. Otros STAs pueden estar también en el rango de recepción y podrán acceder al canal compartido. En 2610 STA 1, que tiene datos para transmitir a STA 2, monitoriza el canal compartido y contienda por el acceso. Una vez que una oportunidad de transmisión ha sido conseguida, una ráfaga PHY entre iguales 2615 se transmite a STA 2, que también puede ser recibida por otros STAs. En 2620, otros STA, que monitorizan el canal compartido, pueden recibir la transmisión desde un STA y saben evitar el acceso al canal. Por ejemplo, un PCCH, descrito anteriormente, puede ser incluido en la transmisión 2615. En 2630, el STA 2 mide el canal de acuerdo con un piloto no dirigido, y contienda por el acceso de retorno en el canal compartido. STA 2 puede transmitir también datos, según sea necesario. Debe tenerse en cuenta que el tiempo de contención puede variar. Por ejemplo, un ACK puede ser devuelto siguiendo SIFS en un sistema legado 802.11. Como que SIFS es la prioridad más alta, STA 2 puede responder sin perder el canal. Varias realizaciones pueden permitir menos retrasos y pueden proporcionar datos de retorno con alta prioridad.

En 2635, STA 2 transmite retroalimentación de tasa junto con datos opcionales a STA 1. En 2640, el STA 1 recibe la retroalimentación de tasa, solicita una vez más para el acceso al medio compartido, y transmite en 2645 al STA 2 de acuerdo con la realimentación de tasa recibida. En 2640, STA 1 también puede medir el canal para proporcionar retroalimentación de tasa STA 2 para la transmisión futura, y puede recibir datos opcionales transmitidos por STA 2. En 2650, STA 2 recibe la transmisión de datos 2645 de acuerdo con el tipo y el formato de modulación determinado por las condiciones del canal de medición. STA 2 puede recibir también realimentación de tasa para su uso en una transmisión de retorno a STA 1. STA 2 puede medir también el canal para proporcionar retroalimentación de tasa futura. Así, el proceso puede repetirse volviendo a 2635 para que STA 2 vuelva la retroalimentación de tasa, así como de datos.

Así, dos estaciones pueden realizar comunicación ad hoc en ambas direcciones conteniendo por el acceso. La propia conexión entre iguales se hace eficiente mediante el uso de retroalimentación de tasa y la adaptación de la transmisión a la estación receptora. Cuando se implementa una porción que comúnmente se puede recibir de la ráfaga PHY, tal como PCCH, a continuación, tal como se ilustra en 2620, otros STAs pueden acceder a la información y pueden evitar la interferencia en el canal en tiempos conocidos para ser ocupados, tal como se indica en el PCCH. Al igual que con la figura 25, una comunicación administrada o ad hoc entre iguales puede iniciar la transferencia de datos antes de las etapas ilustradas en la figura 26, y puede ser utilizado para continuar la comunicación entre iguales posteriormente. Por lo tanto, cualquier combinación de comunicación programadas y ad hoc entre iguales pueden implementarse.

La figura 27 representa un ejemplo de intervalo de trama TDD MAC 2700, ilustrando la comunicación entre iguales gestionada entre estaciones. En este ejemplo, las duraciones F-TCH y A-TCH se han ajustado a cero. Baliza/BCH 510 y CCH 520 se transmiten como antes. Baliza/BCH 560 indica el inicio de la siguiente trama. CCH 520 indica asignaciones para comunicación entre iguales. De acuerdo con esas asignaciones, STA 1 transmite a STA 2 en la ráfaga asignada 2710. Debe tenerse en cuenta que, en el mismo intervalo de trama TDD MAC, STA 2 es el segmento asignado 2730 para responder a STA 1. Cualquiera de los diversos componentes que se detallan anteriormente, tales como la retroalimentación de tasa, solicitudes, pilotos dirigidos y/o no dirigidos, y datos dirigidos y/o no dirigidos pueden ser incluidos en cualquier ráfaga de capa PHY entre iguales dada. STA 3 transmite a STA 4 en la asignación 2720. STA 4 transmite a STA 3 en la asignación 2740, de manera similar. Varias otras transmisiones de enlace inverso, incluyendo conexiones que no son entre iguales, pueden ser incluidas en el R-TCH. Realizaciones de ejemplo adicionales que ilustran estos y otros aspectos se detallan más abajo.

Debe tenerse en cuenta que, en la figura 27, pueden programarse intervalos de protección entre los segmentos, según sea necesario. Una cuestión importante relativa a las comunicaciones entre iguales es que en general el retardo de la trayectoria entre los dos STAs es desconocida. Un procedimiento para el manejo de esto es hacer que cada STA mantenga sus tiempos de transmisión fijos, de manera que lleguen al AP en sincronía con el reloj del AP. En este caso, el AP puede proporcionar un tiempo de protección en cada lado de cada asignación entre iguales para compensar los retardos de la trayectoria desconocidos entre los dos STAs en comunicación. En muchos casos, un prefijo cíclico será adecuado y no será necesario realizar ningún ajuste en los STAs receptores. Los STAs deben determinar sus respectivos desplazamientos de tiempo para saber cuándo deben recibir la transmisión del otro STA. Los receptores STA pueden necesitar mantener dos relojes de recepción: uno para la temporización de trama AP y

otro para la conexión entre iguales.

Tal como se ilustra en varias realizaciones anteriores, acuses de recibo y retroalimentación de canal pueden ser derivados por un receptor durante su asignación y realimentados a un transmisor. Incluso si el flujo de tráfico en general es de un solo sentido, el receptor envía la referencia y peticiones para obtener asignaciones. El planificador de AP asegura que se proporcionen los recursos adecuados para la retroalimentación.

Interoperabilidad con estaciones legadas y puntos de acceso

Tal como se detalla aquí, diversas realizaciones descritas proporcionan mejoras en los sistemas legados. No obstante, dado el amplio despliegue de los sistemas legados ya existentes, puede ser deseable un sistema para mantener la compatibilidad hacia atrás, ya sea con un sistema legado existente y/o terminales de usuario legadas.

Tal como se utiliza aquí, el término "nueva clase" se utilizará para diferenciarse de los sistemas legados. Un sistema de nueva clase puede incorporar uno o más de los aspectos o características que aquí se detallan. Un ejemplo de sistema de nueva clase es el sistema MIMO OFDM que se describe a continuación respecto a las figuras 35-52. Además, los aspectos detallados a continuación para operar un sistema de nueva clase con un sistema legado también son aplicables a otros sistemas, incluso aún no desarrollados, ya sea o no en alguna mejora aquí detallada incluida en dicho sistema.

En una realización de ejemplo, la compatibilidad hacia atrás con sistemas alternativos puede proporcionarse mediante el uso de asignaciones de frecuencia (FA) separadas para permitir la operación de un sistema de nueva clase en una FA separada de los usuarios legados. Por lo tanto, un sistema de nueva clase puede buscar una FA disponible en la que operar. Un algoritmo de selección de frecuencia dinámica (DFS) puede implementarse en una WLAN de nueva clase para acomodar esto. Puede ser deseable implementar un AP para ser multiportador.

Los STAs legados que intentan acceder a una WLAN pueden emplear dos procedimientos de exploración: pasivo y activo. Con la exploración pasiva, un STA desarrolla una lista de conjuntos viables de servicios básicos (BSSs) en su proximidad mediante la exploración de las bandas de operación. Con la exploración activa, un STA transmite una consulta para solicitar una respuesta de otros STAs en el BSS.

Los estándares legados guardan silencio en cuanto a cómo un STA decide a qué BSS unirse, pero, una vez que se toma una decisión, la asociación puede intentarse. Si no tiene éxito, el STA se moverá a través de su lista BSS hasta tener éxito. Un STA legado no puede intentar asociarse con una nueva clase WLAN cuando la información de baliza transmitida no puede ser entendida por ese STA. Sin embargo, un AP de nueva clase (así como UTs) puede ignorar solicitudes de STAs legados como un procedimiento para el mantenimiento de una sola clase de WLAN en un único FA.

Una técnica alternativa es para AP de nueva clase o STAs de nueva clase para rechazar cualquier solicitud de STAs legados usando mensajería legada válida (es decir, 802.11). Si un sistema legado soporta esta mensajería, el STA legado puede proporcionarse con un mensaje de redirección.

Una desventaja obvia asociada con la operación de FAs separados es el espectro adicional necesario para soportar ambas clases de STAs. Una ventaja es la facilidad de gestión de las diferentes características conversadoras de las WLANs tales como QoS y similares. Tal como se detalla en toda esta memoria, sin embargo, los protocolos legados CSMA MAC (tales como los detallados en el estándares legados 802.11), son generalmente ineficientes para altas tasas de datos soportadas por sistemas de nueva clase, tales como la realización del sistema MIMO aquí detallada. Por lo tanto, es deseable implementar modos compatibles hacia atrás de operación, que permiten que un MAC de nueva clase coexista con un MAC legado en el mismo FA. A continuación se describen varias realizaciones de ejemplo en las que los sistemas legados y de nueva clase pueden compartir el mismo FA.

La figura 28 representa el procedimiento 2800 para soportar estaciones legadas y de nueva clase en la misma asignación de frecuencia. En este ejemplo, para mayor claridad, se asume que el BSS está funcionando en aislamiento (es decir, no existe coordinación entre múltiples BSSs superpuestos). El proceso comienza en el bloque 2810, donde la señalización legada se utiliza para establecer un periodo de contención libre.

A continuación se presentan varios ejemplos ilustrativos, para su uso con sistemas legados 802.11, en el que la AP WLAN de nueva clase puede usar los ganchos integrados en el estándar 802.11 legado para reservar el tiempo para el uso exclusivo mediante las estaciones de nueva clase. Cualquier número de técnicas de señalización adicionales, además de estas, pueden ser utilizadas para establecer un periodo de contención libre, para varios tipos de sistemas legados.

Una técnica consiste es establecer periodos de contención libres (CFP) en modo PCF/HCF. El AP puede establecer un intervalo de baliza y anunciar un periodo de contención libre dentro del intervalo de baliza cuando se pueden utilizar STAs de nueva clase y legados en el modo de sondeo. Esto hace que todos los STAs legados establezcan sus vectores de asignación de red (NAVs), que son contadores utilizados para realizar un seguimiento del CFP, a la duración del CFP anunciado. Como resultado, los STAs legados que reciben la baliza se evita que usen el canal durante el CFP, a menos que sean sondeados por el AP.

Otra técnica es establecer un CFP, y establecer el NAV, a través de un RTS/CTS y 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 todos los STAs de nueva clase, que el AP está reservando el canal. Los STAs legados interpretan el campo RA como dirigido a un STA específico y no responde. Los STAs de nueva clase responderán con un CTS especial para limpiar el BSS para el período de tiempo especificado en el campo de duración/ID en el par de mensajes CTS/RTS. En este punto, las estaciones de nueva clase son libres de utilizar el canal durante la duración reservada sin conflicto.

En el bloque 2820, los STAs de clase legados, después de haber recibido la señal para establecer el periodo de contención libre, o esperar hasta el sondeo en los extremos del periodo libre de contención. Por lo tanto, el punto de acceso ha asignado satisfactoriamente el medio compartido para su uso con el protocolo MAC de nueva clase. En el bloque 2830, los STAs nuevos pueden acceder de acuerdo con este protocolo. Cualquier conjunto o subconjunto de los aspectos aquí detallados pueden ser desplegados en un protocolo MAC de nueva clase. Por ejemplo, pueden ser desplegadas transmisiones de enlace de avance y retroceso programadas, así como las transmisiones entre iguales gestionadas, ad hoc o comunicación basada en contención (incluyendo entre iguales), o cualquier combinación de los anteriores. En el bloque 2840, el período de acceso de nueva clase se termina, utilizando cualquiera de una variedad de tipos de señales, que pueden variar de acuerdo con el sistema legado implementado. En la realización de ejemplo, se transmite una señal de final del periodo libre de contención. En una realización alternativa, los STAs legados también puede leerse durante un periodo libre de contención. Estos accesos pueden ser posteriores a accesos de nueva clase, o pueden intercalarse dentro de los mismos.

En el bloque 2850, todos los STAs pueden competir por el acceso, si un periodo de contención se define para el sistema legado. Esto permite que sistemas legados, que no pueden comunicarse durante el periodo de contención libre, hagan solicitudes y/o intentos de transmitir. En el bloque de decisión 2860, el proceso puede continuar volviendo al bloque 2810, o puede detenerse.

La figura 29 ilustra la combinación de legado y la nueva clase de control de acceso al medio. Un protocolo MAC legado 2910 se muestra por encima de una nueva clase de protocolo 2930 que, cuando se combinan, forman un protocolo MAC tal como el protocolo MAC combinado 2950. En este ejemplo, la señalización 802.11 legada se utiliza para fines de ilustración. Los expertos en la técnica se darán cuenta de que las técnicas descritas en este documento pueden aplicarse a cualquiera de una variedad de sistemas legados, y cualquier nueva clase de protocolo MAC, incluyendo cualquier combinación de las características aquí descritas.

El protocolo MAC 2910 legado comprende balizas 2902, que identifican el intervalo de baliza. El intervalo de baliza legado comprende un periodo de contención libre 2904 seguido de un periodo contención 2906. Varios sondeos de contención libres 2908A-N pueden ser generados durante el periodo de contención libre 2904. El periodo libre de contención 2904 se termina al final del periodo de contención libre 2910. Cada baliza 2902 se transmite en el tiempo de transmisión de baliza libre (TBTT) en realizaciones de ejemplo 802.11. La nueva clase de protocolo MAC 2930 MAC comprende tramas MAC 2932A-N.

El intervalo de baliza combinado 2950 ilustra la interoperabilidad de legado y la nueva clase de protocolos MAC durante el periodo de contención libre 2904. Nuevas clases de intervalos de trama TDD MAC 2932 se incluyen seguido por los sondeos legados CF 2908A-N. El periodo de contención libre termina con CFPEND 2910, seguido de un periodo de contención 2906. La nueva clase de intervalos de la trama TDD MAC 2932 puede ser cualquier tipo, incluyendo opcionalmente diversos aspectos aquí detallados. En una realización de ejemplo, la nueva clase de intervalo de trama TDD MAC 2932 comprende varios segmentos, tales como los ilustrados respecto a la figura 20 anteriormente. Por lo tanto, una nueva clase de intervalo de trama TDD MAC, en este ejemplo, comprende un piloto 510, un canal de control 520, un canal de transmisión hacia adelante 530, una sección ad hoc entre iguales (A-TCH) 2010, un canal de transmisión de enlace inverso 540, y un canal de acceso aleatorio 550.

Debe tenerse en cuenta que, durante el CFP 2904, los STAs legados no deberían interferir con ninguna transmisión de nueva clase WLAN. El AP puede sondear cualquier STA legado durante el CFP, permitiendo el funcionamiento en modo mixto en el segmento. Además, el AP puede reservar todo el CFP 2904 para el uso de la nueva clase y empujar todo el tráfico legado al periodo de contención (CP) 2906 cerca del final del intervalo de baliza.

El estándar legado de ejemplo 802.11 requiere que el CP 2906 sea lo suficientemente largo para soportar un intercambio entre dos terminales legados. Por lo tanto, la baliza se puede retrasar, lo que resulta en una variación de retardo del tiempo en el sistema. Si se desea, para mitigar la variación del retardo, el intervalo CFP puede acortarse para mantener un intervalo de baliza fijo. Los temporizadores utilizados para establecer el CFP y CP se pueden configurar de tal manera que el CFP es largo (es decir, alrededor de 1,024 seg) respecto al CP (es decir, menos de 10 ms). Sin embargo, si durante el CFP, el AP sondea los terminales legados, la duración de su transmisión puede ser desconocida y puede causar más variación de retardo de tiempo. Como resultado de ello, se debe tener cuidado para mantener el QoS para STAs de nueva clase al acomodar los STAs legados en el mismo FA. El estándar 802.11 legado se sincroniza con unidades de tiempo (TU) de 1,024 ms. La nueva clase MAC puede estar diseñada para ser sincrónica con un sistema legado, empleando una duración de trama MAC de 2 TUs o 2,048 ms, en este ejemplo.

En algunas realizaciones, puede ser deseable asegurar que la nueva clase de trama MAC se hace sincrónica. Esto es, el reloj de trama MAC para el sistema puede ser continuo y que los límites de trama MAC, cuando se transmiten,

empiezan en múltiplos del intervalo de trama de 2,048 ms. De esta manera, el modo de reposo para los STAs puede ser de fácil mantenimiento.

Nuevas clases de transmisiones no tienen que ser compatibles con las transmisiones de legado. Los encabezados, preámbulos, etc., todos pueden ser únicos para el sistema de nueva clase, ejemplos de los cuales se detallan a lo largo de esta memoria. Los STAs heredados pueden intentar desmodular estas, pero no llegarán a decodificar correctamente. Los STAs legados en el modo de suspensión no se verán generalmente afectados.

La figura 30 representa el procedimiento 3000 para ganarse la oportunidad de transmisión. El procedimiento 3000 puede ser desplegado como el bloque 2830 en una realización de ejemplo del procedimiento 2800, ilustrado anteriormente. El proceso comienza con el bloque de decisión 3010, en el que un acceso puede estar programado o no programado. Los expertos en la técnica reconocerán que, aunque este ejemplo ilustra dos tipos de acceso, en cualquier realización dada, uno o ambos de estos tipos de acceso pueden ser compatibles. En el bloque de decisión 3010, si se desea el acceso no programado, se pasa al bloque 3040 para competir por el acceso. Cualquier número de técnicas de acceso basadas en contención puede desplegarse. Una vez que una oportunidad de transmisión (TXOP) se ha conseguido, se transmite de acuerdo con la oportunidad de transmisión en el bloque 3050. Entonces el proceso puede detenerse.

En el bloque 3010, si se desea el acceso programado, se pasa al bloque 3020 para solicitar el acceso. Esta solicitud de acceso puede efectuarse en un canal de acceso aleatorio, durante contención ad hoc, o cualquiera de las otras técnicas aquí descritas. En el bloque 3030, cuando la solicitud de acceso se concede, una asignación será recibida. Se procede al bloque 3050 para transmitir el TXOP de acuerdo con la asignación recibida.

En algunos casos, puede ser deseable acomodar la interoperación entre una nueva clase de AP, y su BSS asociado, con una superposición de BSS legado, en la misma asignación de frecuencia. El BSS legado puede estar operando en modo DCF o PCF/HCF, y así la sincronización entre la nueva clase de BSS y el BSS legado no siempre puede ser alcanzable.

Si el BSS legado está funcionando en el modo PCF o HCF, la nueva clase AP puede intentar sincronizarse con el TBTT. Si esto es posible, la nueva clase de AP puede apoderarse del canal durante el periodo de contención, usando cualquiera de varios mecanismos, ejemplos de los cuales se han descrito anteriormente, para operar dentro del área BSS solapada. Si el BSS legado está operando bajo DCF, la nueva clase de AP también puede tratar de aprovechar el canal y anunciar un CFP para borrar el canal.

Puede haber situaciones en las que algunos o todos los STAs en el BSS legado no reciben las transmisiones nuevas clases de AP. En este caso, los STAs legados pueden interferir con el funcionamiento de la nueva clase de WLAN. Para evitar esta interferencia, las estaciones de nueva clase pueden estar por defecto en la operación basada en CSMA y confiar en transmisiones entre iguales (esto se detalla más adelante respecto a las figuras 33-34).

La figura 31 representa un procedimiento 3100 de ejemplo para compartir un solo FA con múltiples BSSs. En el bloque 3110, un punto de acceso legado transmite una baliza. Un punto de acceso de nueva clase, compartiendo la misma asignación de frecuencia, puede sincronizarse al TBTT asociado con la baliza (opcional). En el bloque 3120, si un periodo de contención legado libre ha sido prescrito de acuerdo con la baliza, que se lleva a cabo. Una vez que el periodo de contención libre, si existe, se completa, entonces todos los STAs pueden competir por el acceso durante un periodo de contención prescrito. En el bloque 3130, el punto de acceso de nueva clase compete por el acceso durante el periodo de contención. En el bloque 3140, los STAs de nueva clase pueden acceder al medio compartido durante el periodo en que el punto de acceso de nueva clase ha competido para el acceso. Los tipos de acceso durante este acceso de nueva clase pueden incluir cualquiera de los aspectos detallados en la presente memoria. Una variedad de técnicas se pueden utilizar, tales como las detalladas anteriormente, para indicar a los STAs legados la cantidad de tiempo durante el cual el punto de acceso está reservando el canal. Una vez que este periodo ha terminado, entonces los STAs legados pueden competir en el bloque 3150. En el bloque de decisión 3160, el proceso puede continuar volviendo al bloque 3110 o puede detenerse.

La figura 32 ilustra BSSs superpuestos utilizando un único FA. El sistema Legado 3210 transmite balizas 3205 (3205A y 3205B se muestran ilustrando el TBTT y el intervalo de baliza general del sistema de legado). La baliza 3205A identifica el periodo de contención libre 3210 y el periodo de contención 3215. Durante el periodo de contención libre 3210, los sondeos legados de contención libres 3220A-N se pueden llevar a cabo, seguido por el indicador del final del periodo de contención libre 3225.

Las estaciones en la WLAN 3240 de nueva clase monitorizan el canal, reciben la baliza 3205, y se abstienen de acceder a los medios hasta que llega una oportunidad para competir por el acceso. En este ejemplo, la primera oportunidad es durante el periodo de contención libre. Después del PIFS 3230, el punto de acceso de nueva clase transmite una señal legada 3245 para indicar a las estaciones legadas la cantidad de tiempo que el canal estará ocupado. Una variedad de símbolos pueden utilizarse para realizar esta función, ejemplos de los cuales se han detallado anteriormente. Varias otras señales pueden ser desplegadas en función del sistema de legado con el que se desea la interoperabilidad. Los STAs legados dentro del rango de recepción de la señal de legado 3245 pueden

evitar acceder a un canal hasta el final del período de acceso de la nueva clase 3250. El período 3250 comprende uno o más intervalos de trama TDD MAC 3260 (3260A-N, en este ejemplo). Los intervalos de trama TDD MAC 3260 pueden ser de cualquier tipo, ejemplos de los cuales comprenden uno o más de los aspectos detallados en la presente memoria.

5 En una realización de ejemplo, el AP de nueva clase se apodera del canal en intervalos de tiempo (es decir, cada 40 mseg el AP de nueva clase se apodera del canal durante 20 mseg). El punto de acceso de nueva clase puede mantener un temporizador para asegurar que sólo se mantiene el canal deseado durante un tiempo, lo que garantiza una distribución justa del canal. Al aprovechar el canal, el punto de acceso de nueva clase puede usar varias técnicas de señalización. Por ejemplo, CTS/RTS o una baliza legada anunciando un nuevo CFP que puede ser transmitido.

10 Durante el intervalo 3250 de nueva clase, un primer ejemplo de intervalo de trama TDD MAC se puede definir de la siguiente manera: En primer lugar, se envía una baliza más F-CCH que indica los UTs en la lista para ser consultados en la actual trama MAC. Después del F-CCH, emitir un tramo de piloto MIMO para permitir que los STAs adquieran y formen una medida precisa del canal MIMO. En una realización de ejemplo, un rendimiento excelente puede lograrse con 2 símbolos OFDM cortos por antena. Esto implica que el F-TCH en la trama MAC inicial puede estar compuesto de aproximadamente 8 símbolos piloto MIMO. La porción R-TCH de la primera trama MAC puede estar estructurada de tal manera que los STAs en la lista de sondeo transmitan el piloto MIMO dirigido y un indicador de la tasa (para el enlace descendente), con acuse de recibo de vuelta al AP. En este punto, en este ejemplo, todos los terminales en la lista de sondeo están listos para funcionar de una manera normal programada en el siguiente intervalo de tramas TDD MAC. Los intervalos de tramas TDD MAC siguiendo el primer intervalo de trama TDD MAC entonces se puede usar para el intercambio de datos, coordinados por el AP, utilizando cualquiera de las técnicas descritas en este documento.

20 Tal como se mencionó anteriormente, las estaciones de nueva clase por defecto pueden ser de operación basada en CSMA y se basan en transmisiones entre iguales en determinadas situaciones (por ejemplo, situaciones en las que algunos o la totalidad de los STAs en el SRS legado no reciben las transmisiones de AP de nueva clase). En tales casos, el ciclo de apagado/encendido descrito anteriormente podría no ser ventajoso, o incluso posible. En estos casos, las estaciones de nueva clase por defecto pueden ser de operación entre iguales.

25 La figura 33 representa un procedimiento de ejemplo 3300 para la realización de comunicación entre iguales a alta velocidad, utilizando diversas técnicas descritas en este documento, mientras opera con un BSS legado. El proceso comienza en el bloque 3310, donde un primer STA que tiene datos para enviar a un segundo STA contiene por el acceso. En el bloque 3320, después de haber contendido para el acceso con éxito, la estación despeja el medio utilizando una señal legada, tal como las descritas anteriormente. En el bloque 3330, el primer STA transmite una solicitud (junto con un piloto) a un segundo STA. El segundo STA es capaz de medir el canal de acuerdo con el piloto transmitido. El segundo STA transmite retroalimentación del canal al primer STA. Así, en el bloque 3340, la primera estación recibe una respuesta con realimentación del canal (tasa de retroalimentación, por ejemplo). En el bloque 3350, el primer STA transmite el piloto y los datos de dirección a la segunda estación de acuerdo con la retroalimentación. En el bloque 3360, el segundo STA puede transmitir el reconocimiento al primer STA, y puede transmitir retroalimentación de tasa continuada para su uso en otra transmisión. La señal legada que se utiliza para despejar el medio permite que los bloques 3330 a 3360 se lleven a cabo utilizando cualquiera de las técnicas de alta velocidad y las mejoras a los sistemas legados, tales como las descritas aquí. Una vez que un STA ha despejado el medio, cualquier protocolo MAC entre iguales puede desplegarse dentro del período de alcance de la presente invención. El proceso puede continuar tal como se muestra en el bloque de decisión 3370, volviendo al bloque 3310, o el proceso puede detenerse.

30 En un ejemplo de realización, con el modo entre iguales, se aprovecha que el canal funciona de acuerdo a las normas existentes para CSMA. En este ejemplo, PCF y HCF no se emplean, y no necesariamente puede ser una arquitectura de red centralizada. Cuando un STA de nueva clase desea comunicarse con otro STA de nueva clase (o AP), el STA se apodera del canal. La primera transmisión consiste en un piloto MIMO suficiente más algún mensaje que solicita que una conexión se ha establecido. CTS y RTS se pueden emplear para limpiar el área y el tiempo de reserva. El mensaje de solicitud STAs debe contener el STAs BSS ID, el STAs MAC ID, y el STAs MAC ID objetivo (si se conoce). La respuesta debe contener el ID BSS del STA de respuesta. Esto permite a los STAs determinen si se necesita realizar correcciones del receptor de vectores de dirección de transmisión, si se utiliza la dirección. Debe tenerse en cuenta que la dirección de transmisión no tiene que ser utilizada en este caso, aunque puede ser ventajoso hacerlo si los STAs se han calibrado con un AP designado que coordina el BSS.

35 Tal como se ha descrito respecto a la figura 33, una respuesta puede contener piloto MIMO (de dirección, si se utiliza) más alguna indicación de la tasa. Una vez que se ha producido este cambio, la dirección es posible en cada enlace. Sin embargo, si los STAs pertenecen a diferentes BSSs, la primera transmisión dirigida entre el STA que inició la conexión puede contener el piloto MIMO dirigido para permitir que el receptor del STA que responde corrija el diferencial de fase entre los diferentes BSSs.

40 En este ejemplo de realización, una vez que se han producido los intercambios iniciales, la dirección es posible. Los intercambios deben cumplir con el intervalo SIFS entre las transmisiones de enlace ascendente y enlace

descendente. Debido a las demoras de procesamiento potenciales en el cálculo de vectores propios para la dirección, esto puede requerir que los STAs usen error cuadrático medio mínimo (MMSE) que se procesa lugar del procesamiento del vector propio. Una vez que se calculan los vectores de dirección, los STAs pueden comenzar a usar los vectores propios en el lado de transmisión y en el lado de recepción se puede seguir empleando el procesamiento MMSE, adaptándose hacia la solución óptima espacial de filtro adaptado. El seguimiento y el control de la tasa pueden facilitarse por la retroalimentación periódica entre los dos STAs. El intervalo SIFS se puede adherir para que las STAs mantengan el control sobre el canal.

La figura 34 ilustra comunicación entre iguales utilizando técnicas MIMO que contienen para el acceso (es decir, sin administración) en un BSS legado. En este ejemplo, la estación de inicio 106A contiene para el acceso al canal. Cuando ha logrado apoderarse con éxito del canal, el piloto MIMO 3405 se transmite, seguido de la solicitud 3410. El mensaje puede contener el ID BSS, el ID MAC de iniciación del STA y el ID MAC del STA objetivo, si se conocen. Otra señalización puede ser utilizada para limpiar más el canal, tal como CTS y RTS. El STA 106B de respuesta transmite el piloto conducido 3420 seguido por el reconocimiento y la tasa de realimentación 3425. El piloto dirigido 3420 se transmite SIFS 3415 después de la solicitud 3410. En el ejemplo de realización, en el que el punto de acceso legado es un punto de acceso 802.11, se recuerda que SIFS es la prioridad más alta y, por lo tanto, la estación de respuesta 106B mantendrá el control del canal. Las varias transmisiones que se detallan en la figura 34 pueden ser transmitidas de SIFS separados entre sí para mantener el control del canal hasta que la comunicación entre iguales está completa.

En una realización de ejemplo, una duración máxima de ocupación de canal puede determinarse. El piloto dirigido 3430, posterior a la retroalimentación de tasa 3425, y los datos 3435 se transmiten desde el STA de inicio 106A al STA de respuesta 106B, de acuerdo con la retroalimentación de tasa. Después de los datos 3435, el STA de respuesta 106B transmite el piloto conducido 3440 y el reconocimiento y control de la tasa 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 acceso al canal, en función del período de despliegue. Aunque no se muestra en la figura 34, el STA de respuesta también puede transmitir datos y la estación de iniciación puede transmitir también el control de tasa. Estos segmentos de datos se pueden combinar con los mostrados en la figura 34 para maximizar la eficiencia (es decir, los SIFS no necesitan ser interrumpidos entre estas transmisiones).

Cuando dos o más BSSs se superponen, puede ser deseable implementar mecanismos que permitan que el canal sea compartido de una manera coordinada. Varios mecanismos de ejemplo se describen a continuación, junto con procedimientos de operación asociados con cada ejemplo. Estos mecanismos pueden ser desplegados en combinación.

Un primer mecanismo de ejemplo es la selección dinámica de frecuencias (DFS). Antes de establecer un BSS, WLANs puede estar obligadas a buscar en el medio inalámbrico para determinar la mejor asignación de frecuencia (AF) para establecer operaciones en el BSS. En el proceso de búsqueda de FAs candidatos, un AP también puede crear una lista de vecinos para facilitar la redirección y el traspaso entre APs. Además, la WLAN puede sincronizar la temporización de trama MAC con los BSSs vecinos (que se describe más adelante). DFS puede ser utilizado para distribuir los BSSs para minimizar la necesidad de sincronización entre BSSs.

Un segundo ejemplo de mecanismo es la sincronización entre BSSs. Durante un procedimiento DFS, un AP puede adquirir la temporización de los BSSs vecinos. En general, puede ser deseable sincronizar todos los BSSs (en un único FA en una realización, o a través de múltiples FAs en una realización alternativa) para facilitar el traspaso entre BSSs. Sin embargo, con este mecanismo, al menos aquellos BSSs que operan en el mismo FA en estrecha proximidad entre sí sincronizan sus tramas MAC. Además, si los co-canales BSS se superponen (es decir, los APs pueden escucharse entre sí), la recién llegada AP puede alertar al AP establecido de su presencia y establecer un protocolo de intercambio de recursos, como sigue.

Un tercer mecanismo de ejemplo es un protocolo para compartir recursos. Los BSSs superpuestos en el mismo FA pueden compartir el canal de manera equitativa. Esto se puede hacer mediante la alternancia de tramas MAC entre los BSSs de alguna manera definida. Esto permite que el tráfico en cada BSS utilice el canal sin riesgo de interferencia de los BSSs vecinos. El intercambio se puede realizar entre todos los BSSs superpuestos. Por ejemplo, con 2 BSSs superpuestos, un AP utiliza tramas MAC de número par y el otro AP utiliza tramas MAC de número impar. Con 3 BSSs superpuestos, el intercambio puede realizar módulo-3, etc. Realizaciones alternativas pueden desplegar cualquier tipo de sistema de reparto. Los campos de control en el mensaje de encabezado BCH pueden indicar si el intercambio de recursos está activo y el tipo de ciclos de uso compartido. En este ejemplo, la temporización para todos los STAs en el BSS se ajustan al ciclo de reparto adecuado. En este ejemplo, la latencia se incrementará con los BSS que se solapan.

Un cuarto mecanismo de ejemplo se resincronización asistida con STA. Es posible que dos BSSs no se escuchen entre sí, pero un nuevo STA en el área de superposición puede escuchar a los dos. El STA puede determinar el tiempo de ambos BSSs e informar de ello a los dos. Además, el STA puede determinar el desplazamiento de tiempo e indicar qué AP debe deslizar su temporización de trama y en qué medida. Esta información tiene que ser

propagada a todos los BSSs conectados al AP y todos ellos tienen que restablecer la sincronización de la trama para lograr la sincronización. La resincronización de las tramas puede anunciarse en el BCH. El algoritmo se puede generalizar para manejar más BSSs solapadas no conscientes.

5 Los procedimientos de ejemplo se detallan a continuación, que se puede implementar en uno o más de los mecanismos antes descritos.

10 La sincronización puede realizarse mediante APs en el encendido, o en otros momentos designados. La temporización del sistema se puede determinar mediante la búsqueda en todos los FAs para sistemas cercanos. Para facilitar la sincronización, un conjunto de códigos ortogonales puede ser utilizado para ayudar en diferentes APs discriminantes. Por ejemplo, los APs tienen balizas repetidas cada trama MAC. Estas balizas pueden estar cubiertas con secuencias de Walsh (por ejemplo, de longitud 16). Así, un dispositivo, tal como un AP o STA, puede realizar mediciones de resistencia piloto (PSMs) de los APs locales para determinar los BSSs que se solapan. Detallado más adelante, los STAs activos, asociados con un AP, pueden transmitir ecos para ayudar en la sincronización. Los ecos pueden utilizar la temporización y la cobertura correspondiente a la cubierta AP. Así, cuando se solapan los BSSs, pero los respectivos APs para esos BSSs pueden no ser capaces de detectar señales entre sí, un eco 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. Debe tenerse en cuenta que los códigos ortogonales de cobertura pueden ser reutilizados en FAs diferentes.

20 La selección de una cubierta Walsh puede hacerse de manera determinista basada en el conjunto de cubiertas Walsh no detectadas (es decir, se selecciona una cubierta Walsh que no se detecta en un AP vecino). Si todas las cubiertas están presentes, el código correspondiente al nivel de señal recibida (RSL) más débil puede ser reutilizado por el nuevo AP. De lo contrario, en una realización, el código se puede seleccionar que maximiza el punto de funcionamiento para el AP (ver el retroceso de energía estructurada para su reutilización adaptativa, que se detalla a continuación).

25 En este ejemplo, los contadores de tramas transmitidas por cada AP están alternados entre sí. La alternación empleada corresponde al índice de cubierta Walsh. Así, AP<sub>0</sub> utiliza el código Walsh 0. AP<sub>j</sub> utiliza la cubierta Walsh *j*, y tiene su contador de tramas igual a 0 cuando el contador de tramas AP<sub>0</sub> = *j*.

30 En el encendido, o en cualquier sincronización de tiempo que se va a realizar, un AP escucha de las balizas AP vecinas y/o ecos STA. Al no detectar los sistemas vecinos, el AP establece su propio tiempo de referencia. Este puede ser arbitrario, o relacionado con GPS, o cualquier otra referencia de tiempo local. Tras la detección de un único sistema, la sincronización local se establece en consecuencia. Si el AP detecta dos o más sistemas operativos con líneas de tiempo diferentes, el AP puede sincronizarse con el sistema que tiene la señal más fuerte. Si los sistemas están funcionando con la misma asignación de frecuencia (FA), el AP puede tratar de asociarse con el AP más débil para informarle de las actividades de otro AP cercano que opera en un reloj independiente. El nuevo AP intenta informar al AP del momento más débil de desviación necesario para sincronizar las dos zonas AP. Las zonas AP más débiles entonces pueden desviar su distribución. Esto se puede repetir para múltiples APs vecinos. El nuevo AP puede establecer su temporización con la temporización sincronizada de los dos o más sistemas. En una situación en la que todos los APs vecinos no están disponibles, por cualquier razón, para la sincronización con un tiempo único, el nuevo AP puede sincronizarse con cualquiera de los puntos de acceso vecinos.

40 La selección dinámica de frecuencias puede realizarse mediante APs en el encendido. Tal como se ha indicado anteriormente, es típicamente deseable minimizar la superposición de los BSSs con selección DFS, para reducir al mínimo el número de los BSSs que requieren sincronización, y cualquier retraso o reducción de rendimiento que pueda estar asociada con la sincronización (es decir, un BSS con acceso a todo el medio en un FA que 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 tiene el mínimo RSL asociado con el mismo (es decir, cuando se mide los APs vecinos, o durante el período de eco). Periódicamente, el AP puede consultar los STAs para las mediciones piloto del AP. Del mismo modo, el AP puede programar períodos de silencio para permitir la evaluación de los niveles de interferencia en el AP causados por STAs de otras zonas (es decir, los BSSs vecinos). Si los niveles RSL son excesivos, el AP puede intentar encontrar otro FA durante los períodos no programados, y/o instituir una política de retroceso de energía, tal como se describe a continuación.

50 Tal como se describió anteriormente, los APs pueden organizarse de acuerdo con un código de cubierta piloto. Cada AP puede utilizar una cubierta de secuencia de Walsh de longitud 16, en este ejemplo. Cualquier número de códigos de diferentes longitudes pueden ser desplegados. La cubierta piloto se utiliza para modular la señal de la baliza durante un período de super-trama. En este ejemplo, el período de super-trama es equivalente a 32 ms (es decir, 16 balizas de trama MAC consecutivas). Los STAs pueden entonces integrarse coherentemente durante el intervalo de la super-trama para determinar la energía piloto asociada con un AP dado. Como anteriormente, un AP puede seleccionar su código de Walsh entre los códigos de Walsh disponibles no detectados. Si todos los códigos son detectados (en el mismo FA), entonces el AP puede clasificarlos en orden del más fuerte al más débil. El AP puede volver a utilizar el código de Walsh que corresponde al código de Walsh más débil detectado.

Para facilitar la identificación de APs vecinos, los STAs pueden ser utilizados para transmitir un eco para identificar su respectivo AP. Así, tal como se ha descrito anteriormente, un AP que no detecta un AP vecino puede detectar un eco de STA correspondiente, identificando así el AP y su temporización. Cada AP puede transmitir información de configuración en su baliza, y cada STA puede funcionar como un repetidor para retransmitir la información de configuración del AP, así como la temporización, a cualquier AP vecino de recepción.

Los STAs activos pueden ser requeridos para transmitir, mediante un comando desde el AP, un patrón predefinido que permite APs que operan en el mismo FA para detectar la presencia del sistema vecino. Una manera simple de facilitar esto es definir un intervalo de observación en la trama MAC (por ejemplo, entre los segmentos FCH y RCH) que no es utilizado por el AP para ningún tráfico. La duración del intervalo de observación puede ser definida como el tiempo suficiente para manejar el retardo de propagación diferencial máximo entre los STAs asociados con el AP y STAs asociados con un AP vecino (por ejemplo, 160 chips o 2 símbolos OFDM). Por ejemplo, los STAs asociados con el AP utilizando el código de cubierta de Walsh  $j$  puede transmitir el eco cuando su contador de trama MAC = 0. El eco se codifica con información necesaria para permitir que los APs vecinos detecten la presencia y la eficacia que coexiste con los STAs en la zona AP adyacente.

El retroceso de la energía estructurada para su reutilización adaptativa puede ser desplegado. Cuando un sistema se congestiona en el punto en el que cada FA debe reutilizarse en la proximidad de otro AP, puede ser deseable imponer un esquema de retroceso de energía estructurada para permitir que los terminales en las dos zonas operen con la máxima eficiencia. Cuando se detecta congestión, el control de energía se puede utilizar para mejorar la eficiencia del sistema. Es decir, en lugar de transmitir a plena energía todo el tiempo, el AP puede usar un esquema de retroceso de energía estructurada que se sincroniza con su contador de trama MAC.

Como ejemplo, supongamos que dos APs están operando en el misma FA. Una vez que los APs detectan esta condición, es posible establecer una política de retroceso de energía conocida. Por ejemplo, ambos APs utilizan un esquema de retroceso que permite la máxima energía,  $P_{tot}$ , en la trama MAC 0,  $P_{tot}/16$  en la trama MAC 1, ...  $P_{tot}/16$  en la trama MAC 15. Como que los APs están sincronizados, y se alternan sus contadores de trama, ninguna zona AP está utilizando la máxima energía al mismo tiempo. El objetivo es seleccionar el patrón de retroceso que permita a los STAs en cada zona AP operar en el rendimiento más alto posible.

El patrón de retroceso utilizado por un AP dado puede ser una función del grado de interferencia detectada. En este ejemplo, hasta 16 patrones de retroceso conocidos pueden ser utilizados por un determinado AP. El patrón de retroceso usado puede ser transmitido por los APs en el BCH y en los ecos transmitidos por los STAs asociados con un AP.

Un esquema de retroceso de ejemplo se detalla en la patente US N°. 6.493.331, titulada "Procedimiento y aparato para controlar las transmisiones de un sistema de comunicaciones", de Walton et. al, cedida al cesionario de la presente invención.

Otro ejemplo de realización de una técnica para la interoperabilidad con sistemas legados se representa en la figura 53. Un ejemplo de trama MAC 1500 se muestra, tal como se detalla anteriormente, respecto a la figura 15. Un modo ranurado se introduce, en el que se definen los intervalos de ranura 5310. Un intervalo de ranura 5310 comprende un intervalo piloto MIMO 5315 y un hueco de ranura 5320. Los pilotos 5315 se insertan, tal como se muestra, para reservar el canal de la interferencia de otras estaciones (incluyendo APs) que operan de acuerdo con las reglas, tales como EDCA. La trama MAC 5330 modificada comprende sustancialmente la trama MAC 1500 con pilotos 5315 insertados para mantener el control del medio. La figura 53 es ilustrativa solamente, tal como será evidente para un experto en la técnica. Un modo ranurado se puede incorporar con cualquier tipo de trama MAC, varios ejemplos de las cuales se detallan en la presente memoria.

En este ejemplo, para fines de ilustración, se supone un sistema 802.11 legado que utiliza tramas MAC que son múltiplos de 1,204 ms. La trama MAC puede configurarse para ser 2,048 ms a ser síncrona. En el tiempo de transmisión de baliza objetivo (TBTT), una duración CFP de anuncio consigue STAs para establecer sus NAVs. Durante el CFP, los STAs en el BSS no deberán transmitir, a menos que estén sondeados. Opcionalmente, tal como se describió anteriormente, un AP puede enviar un RTS y tener eco STAs idénticos a CTS para despejar más el BSS. Este CTS puede ser una transmisión sincronizada de todos los STAs. En este ejemplo, las fluctuaciones pueden ser eliminadas asegurando que las tramas MAC comienzan siempre en los límites de 2,048 ms. Esto mantiene la sincronización de tiempo entre BSSs adyacentes/superpuestos, incluso con TBTTs acortados. Varias otras técnicas, tales como las descritas anteriormente, se pueden combinar con la técnica descrita a continuación. Una vez que el medio está reservado para la trama MAC 5330 modificada, usando cualquier técnica disponible, el modo ranurado puede ser desplegado para mantener la posesión del medio, para evitar que un STA legado interfiera con las transmisiones programadas, por lo tanto, reduciendo potencialmente las ganancias de rendimiento de un sistema de nueva clase (es decir, uno que utiliza un esquema tal como se muestra en la figura 15 o en la figura 53, o varios otros detallados en este documento).

En este ejemplo, la nueva clase AP está sujeta a las reglas CSMA para apoderarse del canal. Antes de esto, sin embargo, se debe tratar de determinar la presencia de otro BSS, ya sea mediante la escucha de la baliza, u otros STAs. La sincronización no se requiere, sin embargo, para permitir la distribución de los recursos justos.

Una vez que el(los) BSS(s) vecino(s) ha(n) sido detectado(s), la nueva clase de AP puede aprovechar el canal mediante la transmisión de su baliza. Para bloquear a otros usuarios, la nueva clase de AP transmite el piloto con una frecuencia que evita que otros STAs usen el canal (es decir, sin períodos de inactividad durante más tiempo que el PIFS = 25 useg).

- 5 La nueva clase AP puede establecer un temporizador que le permita ocupar el canal durante un tiempo fijo determinado para ser justa. Esto puede estar más o menos sincronizado con el periodo de baliza AP legado o asincrónico (es decir, 100 ms cada 200 ms).

10 La nueva clase AP puede apoderarse al canal en cualquier punto durante su intervalo permitido, que puede ser retrasada por los usuarios BSS legados. La nueva clase AP puede renunciar al canal antes de que su tiempo haya expirado si no hay tráfico para servir. Cuando la nueva clase AP se apodera del canal, tiene su uso limitado durante un período de tiempo equitativo. Además, la temporización establecida para la nueva clase AP puede ser consistente con la temporización de trama MAC establecida. Es decir, las nuevas balizas de clase se producen en límites de 2,048 ms del reloj de la nueva clase AP. De esta manera, los STAs de la nueva clase pueden mantener la sincronización al mirar en estos intervalos específicos para determinar si el AP HT se ha apoderado del canal.

15 La nueva clase AP puede anunciar sus parámetros de trama en una baliza. Parte de los parámetros de trama pueden incluir la separación del intervalo piloto que indica la frecuencia de transmisión del piloto a lo largo de la trama MAC. Debe tenerse en cuenta que la nueva clase AP puede programar STAs tal que sus transmisión solapa el piloto de ráfaga periódica. En este caso, el STA cuya asignación se solapa lo sabe y hace caso omiso del piloto durante ese período. Otros STAs no saben esto y, por lo tanto, utilizan un detector de umbral para validar si el piloto fue transmitido durante el intervalo establecido.

20 Es posible que un STA pueda transmitir un piloto en el instante en el que el AP se supone que transmite, o que el AP está transmitiendo el piloto dirigido a un STA durante este intervalo. Para evitar que otros STAs usen este piloto, dañando así sus estimaciones de canal, el piloto AP puede usar cubiertas Walsh que son ortogonales al las cubiertas Walsh de piloto comunes. Una estructura para la asignación de cubiertas Walsh puede ser desplegada. Por ejemplo, cuando los STAs y los APs utilizan diferentes cubiertas Walsh, el espacio Walsh pueden incluir 2N cubiertas, con N cubiertas reservadas para los APs, y el resto de los STAs asociados con un AP dado utilizando una cubierta que se acopla de una manera conocida con la respectiva cubierta de Walsh del AP.

25 Cuando la nueva clase AP transmite una asignación a un STA, se espera que el STA la transmita durante el intervalo establecido. Es posible que el STA no pueda recibir la asignación, en cuyo caso el canal podría no utilizarse durante un intervalo más largo que PIFS. Para evitar que esto ocurra, el AP puede detectar el canal para  $t < SFIS$  y determinar si está ocupado. Si no, el AP inmediatamente puede agarrar el canal mediante la transmisión del piloto, en la fase correspondiente.

30 Nuevas asignaciones de canales de clase pueden ser introducidas en los intervalos del SIFS (16 useg). De esta manera, la ocupación del canal se puede garantizar para mantener fuera los usuarios legados durante el período de uso exclusivo de la nueva clase.

35 El RCH debe ser diseñado para acomodar la interoperabilidad, ya que la duración del RCH podría exceder de 16 useg. Si el RCH no puede ser fácilmente acomodado en una realización determinada, el RCH pueden ser asignado para trabajar en los modos legados cuando la nueva clase MAC no tiene el control del canal (es decir, coexisten en el modo legado). El F-RCH puede ser acomodado permitiendo que los STAs transmitan las peticiones de acceso en cualquier momento después de una transmisión del piloto (es decir, esperar 4 useg y transmitir durante 8 useg), tal como se ilustra en la figura 53.

#### Realización de ejemplo: WLAN MIMO 802.11 mejorada

45 A continuación se detalla una realización de ejemplo que ilustra varios aspectos introducidos anteriormente, así como aspectos adicionales. En este ejemplo, se ilustra una WLAN 802.11 mejorada que usa MIMO. Diversas mejoras MAC se detallan, así como los datos y las estructuras de mensajería correspondientes para su uso en la capa MAC y la capa física. Los expertos en la técnica reconocerán que sólo se describe un subconjunto ilustrativo de características de una WLAN, y adaptarán fácilmente las enseñanzas en la presente memoria a la interoperabilidad del sistema legado 802.11, así como a la interoperabilidad con otros sistemas.

50 La realización de ejemplo, que se detalla a continuación, caracteriza la interoperabilidad con STAs legadas 802.11a, 802.11g, así como con el proyecto 802.11e y el estándar final anticipado. El ejemplo de realización comprende un AP OFDM MIMO, llamado así para distinguirlo de los APs legados. Debido a la compatibilidad hacia atrás, tal como se detalla a continuación, los STAs legados son capaces de asociarse con un AP OFDM MIMO. Sin embargo, la tecnología AP OFDM MIMO explícitamente podrá rechazar una solicitud de asociación a partir de un STA legado, si se desea. Los procedimientos DFS pueden dirigir el STA rechazado a otro AP que soporte la operación de legado (que puede ser un AP legado u otro AP OFDM MIMO).

55 Los STAs OFDM MIMO son capaces de asociarse con un BSS 802.11a o 802.11g o BSS independiente (IBSS) donde ningún AP está presente. Por lo tanto, para esta operación, este STA implementará todas las características

obligatorias de 802.11a, 802.11g, así como el proyecto final anticipado de 802.11e.

5 Cuando los STAs legados y OFDM MIMO comparten el mismo canal RF, ya sea en un BSS o un IBSS, se soportan varias características: La máscara espectral PHY OFDM MIMO propuesta es compatible con la máscara espectral 802.11a, 802.11g existente, de modo que ninguna interferencia de canal adyacente adicional se introduce a los STAs legados. El campo SEÑAL extendido en el encabezado PLCP (detallado a continuación) es compatible hacia atrás con el campo SEÑAL de 802.11 legado. Los valores TASA no utilizados en el campo SEÑAL legado se establecen para definir nuevos tipos PDU (detallados a continuación). La función de coordinación adaptativa (ACF) (detallada a continuación) permite compartir de manera arbitraria el medio entre los STAs legados y OFDM MIMO. Los periodos de EDCA 802.11e, CAP 802.11e y SCAP (introducidos a continuación) pueden intercalarse arbitrariamente en cualquier intervalo de baliza, tal como se determina mediante el programador AP.

10 Tal como se describió anteriormente, el MAC de alto rendimiento es necesario para nivelar las altas tasas de datos habilitadas por la capa física WLAN MIMO. Varios atributos de este ejemplo de realización MAC se detallan a continuación. A continuación se presentan varios ejemplos de atributos:

15 La adaptación de las tasas PHY y los modos de transmisión explotan de manera efectiva la capacidad del canal MIMO.

20 El servicio de baja latencia del PHY proporciona bajos retardos de extremo a extremo para atender los requerimientos de las aplicaciones de alto rendimiento (por ejemplo, multimedia). Una operación de baja latencia se puede conseguir con técnicas MAC basadas en contención en cargas bajas, o utilizando la programación centralizada o distribuida en sistemas muy cargados. La baja latencia ofrece muchos beneficios. Por ejemplo, una baja latencia permite rápidas tasas de adaptación para maximizar la tasa de datos de capa física. La baja latencia permite una barata implementación MAC con memorias intermedias pequeñas, sin ARQ. La baja latencia minimiza también el retardo de extremo a extremo para aplicaciones multimedia y de alto rendimiento.

25 Otro atributo es la elevada eficiencia MAC y los bajos gastos de contención bajo. En MACs basados en la contención, en altas tasas de datos, el tiempo ocupado por las transmisiones útiles se encoge mientras una fracción de tiempo cada vez mayor de las veces se desperdicia en gastos, colisiones y periodos de inactividad. El tiempo perdido en el medio puede ser reducido a través de la programación, así como a través de la agregación de de múltiples paquetes de capa superior (por ejemplo, datagramas IP) en una única trama MAC. Las tramas agregadas también pueden formarse para minimizar preámbulo y los gastos de entrenamiento.

Las altas tasas de datos habilitadas por el PHY permiten una manipulación QoS simplificada.

30 Las mejoras MAC de ejemplo, que se detallan más abajo, están diseñadas para hacer frente a los criterios de rendimiento anteriores de una manera que sea compatible con 802.11g y 802.11a. Además, el soporte y la mejora de las características que se incluyen en el proyecto de estándar 802.11e, descrito anteriormente, incluye características tales como TXOP y el Protocolo de enlace directo (DLP), así como el mecanismo de bloque opcional Ack.

35 En la descripción de las realizaciones de ejemplo a continuación, una nueva terminología se utiliza para algunos conceptos introducidos anteriormente. Una asignación de la nueva terminología se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Asignación de Terminología

<b>Terminología anterior</b> Términos usados en los párrafos anteriores	<b>Asignación a Nueva Terminología</b> Términos usados en los párrafos siguientes
MUX PDU o MPDU	Trama MAC
MPDU parcial	Fragmento de trama MAC
PDU MAC	PPDU
Mensaje de canal de transmisión (BCH) y mensaje de canal de control (CCH)	Mensaje SCHED
Subcanales de mensajes de canales de control	Segmentos CTRLJ del mensaje SCHED
Intervalo de trama TDD MAC	Período de acceso programado (SCAP)
F-TCH (Canal de tráfico directo)	Transmisiones AP-STA programadas
R-TCH (Canal de tráfico Inverso)	Transmisiones STA-AP o STA-STA programadas
A-TCH (Canal de tráfico ad-hoc o entre iguales)	EDCA protegido o EDCA OFDM MIMO
PCCH (Canal de control entre iguales)	Campo de señal encabezado PLCP
RCH	FRACH

Agregación de tramas flexible

40 En esta realización de ejemplo, se facilita la agregación de tramas flexible. La figura 35 representa la encapsulación de una o más tramas MAC (o fragmentos) dentro de una trama agregada. La agregación de tramas permite la

encapsulación de una o más tramas MAC (o fragmentos) 3510 dentro de una trama agregada 3520, que puede incorporar la compresión del encabezado, que se detalla a continuación. La trama MAC agregada 3520 forma PSDU 3530, que puede ser transmitido como un solo PPDU. La trama agregada 3520 puede contener tramas encapsuladas (o fragmentos) 3510 del tipo de datos, gestión o control. Cuando la privacidad está activada, la trama de carga útil puede ser cifrada. El encabezado de la trama MAC de una trama codificada es transmitido "abiertamente".

Esta agregación de tramas de nivel MAC, tal como se acaba de describir, permite la transmisión de tramas con cero IFS o BIFS (separación entre ráfagas de tramas, que se detalla más adelante) en el mismo STA de recepción. En ciertas aplicaciones, es deseable permitir que el AP transmita tramas con cero IFS o tramas agregadas, a múltiples STAs de recepción. Esto se permite mediante el uso de la trama SCHED, descrita a continuación. La trama SCHED define el tiempo de inicio de múltiples TXOPs. Los preámbulos e IFS pueden ser eliminados cuando el AP hace transmisiones una a continuación de la otra a múltiples STAs de recepción. Esto se conoce como agregación PPDU para distinguir desde la agregación de tramas de nivel MAC.

Un ejemplo de transmisión de trama MAC agregada (es decir, un PPDU) comienza con un preámbulo seguido del ENCABEZADO PLCP OFDM MIMO (incluyendo un campo de SEÑAL, que puede comprender dos campos, SEÑAL1 y SEÑAL2), seguido de los símbolos de entrenamiento OFDM MIMO (si los hay). Formatos PPDU de ejemplo se detallan más adelante respecto a las figuras 49-52. La trama MAC agregada flexiblemente agrega una o más tramas encapsuladas o fragmentos que se han de transmitir al mismo STA receptor. (El mensaje SCHED, que se detalla a continuación, permite la agregación de TXOPs desde el AP a múltiples STAs receptores). No hay ninguna restricción sobre el número de tramas y fragmentos que pueden ser agregados. Puede haber un límite para el tamaño máximo de una trama agregada, que se establece a través de negociación. Típicamente, la primera y la última tramas agregadas pueden ser fragmentos que se crean para un empaquetado eficiente. Cuando varias tramas de datos encapsuladas se incluyen dentro de una trama agregada, los encabezados MAC de datos y las tramas de datos QoS se pueden comprimir, tal como se detalla a continuación.

La transmisión MAC pueden tratar de minimizar las sobrecargas PHY y PLCP y los períodos de inactividad mediante el uso de agregación de tramas flexible. Esto se puede conseguir mediante la agregación de tramas para eliminar la separación entre tramas y encabezados PLCP, así como la fragmentación de tramas flexible, para ocupar totalmente el espacio disponible en un TXOP. En un ejemplo técnico, el primera MAC calcula el número de octetos que deben proporcionarse al PHY basado en la tasa de datos actual y la duración del TXOP asignado o basado en contención. Tramas MAC completas y fragmentadas pueden entonces ser empaquetadas para ocupar todo el TXOP.

Si una trama completa no puede ser acomodada en el espacio restante en un TXOP, el MAC puede fragmentar la siguiente trama para ocupar lo máximo posible de los octetos restantes en el TXOP. Las tramas se pueden fragmentar arbitrariamente para el empaquetado eficiente. En una realización de ejemplo, esta fragmentación arbitraria está sujeta a la restricción de un máximo de 16 fragmentos por trama. En realizaciones alternativas, esta limitación puede no ser necesaria. Los fragmento(s) restante(s) de la trama MAC se pueden transmitir en un TXOP posterior. En el TXOP posterior, el MAC puede dar una mayor prioridad a los fragmentos de una trama transmitida incompleta, si se desea.

Un encabezado de agregación (2 octetos, en este ejemplo), que se describe más adelante, se inserta en el encabezado MAC de cada trama encapsulada (o fragmento) que se inserta en la trama agregada. Un campo de longitud en el encabezado de agregación indica la longitud (en octetos) de la trama encapsulada MAC, y es utilizado por el receptor para extraer las tramas (y fragmentos) de la trama agregada. El campo tamaño de PPDU en el campo de la señal propuesta proporciona el tamaño de la transmisión PPDU OFDM MIMO (número de símbolos OFDM), mientras que la longitud de cada trama MAC encapsulada (en octetos) se indica mediante el encabezado de agregación.

#### 45 Compresión de encabezado de tramas encapsuladas

La figura 36 representa una trama MAC legada 3600, que comprende un encabezado MAC 3660, seguido por un cuerpo de trama 3650 (que puede incluir un número variable de octetos, N) y un símbolo de verificación de trama (FCS) 3655 (4 octetos, en este ejemplo). Este formato de trama MAC de la técnica anterior se detalla en el encabezado MAC 802.11e 3660, que 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, cuatro campos de dirección, Dirección 1 3620, Dirección 2 3625, Dirección 3, 3630, y Dirección 4 3640 (6 octetos cada uno), están incluidas. Estas direcciones también puede ser denominadas como TA, RA, SA y DA, respectivamente. La TA es la dirección de la estación de transmisión. 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.

55 Cuando varias tramas de datos encapsulados se incluyen dentro de una trama agregada, los encabezados MAC de los datos y las tramas de datos de QoS se pueden comprimir. Encabezados MAC comprimidos de ejemplo para tramas de datos QoS se muestran en las figuras 37-39. Debe tenerse en cuenta que el FCS se calcula sobre el encabezado comprimido MAC y la carga útil (cifrada o no cifrada).

Tal como se muestra en las figuras 37-39, cuando se transmiten las tramas de datos usando un PDU MIMO (Tipo 0000), un campo de encabezado de agregación se introduce en el encabezado MAC 3660 de la trama MAC 3600 para crear una trama MAC encapsulada, es decir, 3705, 3805, ó 3905, respectivamente. El encabezado MAC, incluyendo el campo de encabezado de agregación, se llama encabezado MAC extendido (es decir, 3700, 3800, ó 3900). Una o más tramas encapsuladas de gestión, control y/o datos (incluyendo los datos QoS) se pueden agregar en una trama MAC agregada. Cuando la privacidad de los datos está en uso, la carga útil de los datos o tramas de datos QoS puede ser encriptada.

El encabezado de agregación 3710 se inserta para cada trama (o fragmento), insertado en la trama agregada (3705, 3805, ó 3905, respectivamente). La compresión del encabezado se indica por el campo de tipo de encabezado de agregación, que se detalla a continuación. Los encabezados de trama de datos y las tramas de datos QoS se pueden comprimir para eliminar campos redundantes. La trama agregada 3705, representada en la figura 37, ilustra una trama sin comprimir, que incluye las cuatro direcciones y el campo Duración/ID.

Después de que una trama agregada sin comprimir se transmite, tramas adicionales agregadas no necesitan identificar las direcciones de la estación de transmisión y de recepción, ya que son idénticas. Así, Dirección 1 3620 y Dirección 2 3625 pueden ser omitidas. El campo Duración/ID 3615 no necesita ser incluido para las tramas siguientes en la trama agregada. La duración puede ser usada para establecer el NAV. El campo Duración/ID se sobrecarga en función del contexto. En los mensajes de sondeo, contiene el ID de acceso (AID). En otros mensajes, el mismo campo especifica la duración para establecer el NAV. La trama 3805 correspondiente se ilustra en la figura 38.

Una compresión adicional está disponible cuando la dirección de origen y la estación de destino contienen información duplicada. En este caso, la Dirección 3 3630 y la Dirección 4 3640 también pueden ser eliminadas, lo que resulta en la trama 3905 que se ilustra en la figura 39.

Cuando los campos son eliminados, para descomprimir, el receptor puede insertar el campo correspondiente desde el encabezado anterior (después de la descompresión) en la trama agregada. En este ejemplo, la primera trama en una trama agregada siempre utiliza el encabezado sin comprimir. El descifrado de la carga útil puede requerir algunos campos del encabezado MAC que pueden haber sido eliminados por la compresión del encabezado. Después de la descompresión del encabezado de la trama, estos campos pueden estar disponibles para el motor de descifrado. El campo de longitud se utiliza por el receptor para extraer las tramas (y fragmentos) de la trama agregada. El campo Longitud indica la longitud de la trama con el encabezado comprimido (en octetos).

Después de la extracción, el campo de encabezado de agregación se elimina. La trama descomprimida después se pasa al motor de descifrado. Los campos en los encabezados MAC (descomprimidos) pueden ser requeridos para la verificación de la integridad de los mensajes durante el descifrado.

La figura 40 ilustra un ejemplo de encabezado de agregación 3710. El campo de encabezado de agregación se añade a cada trama (o fragmento) del encabezado para una o más tramas (cifrada o no cifrada) que se transmiten en un PDU MIMO de datos. El encabezado de agregación comprende de un campo de tipo de encabezado de agregación de 2 bit 4010 (para indicar si la compresión del encabezado se emplea o no, y qué tipo) y un campo de Longitud de 12 bits 4030. Las tramas de tipo 00 no usan la compresión del encabezado. 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 como tramas de tipo 01, con los campos Dirección 3 y Dirección 4 también eliminados. El campo Longitud 4030 en el Encabezado de Agregación indica la longitud de la trama en octetos con el encabezado comprimido. 2 bits 4020 están reservados. Los tipos de encabezado de agregación se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipo de encabezado de agregación

Bit 0	Bit 1	Significado
0	0	Sin comprimir
0	1	Los campos Duración/ID, Dirección 1 y Dirección 2 están eliminados
1	0	Los campos Duración/ID, Dirección 1, Dirección 2, Dirección 3 y Dirección 4 están eliminados
1	1	Reservado

En este ejemplo de realización, todas las tramas de gestión y control que se encapsulan en una trama agregada utilizan el encabezado de trama sin comprimir con encabezado de agregación de tipo 00. Las tramas de gestión siguientes se pueden encapsular junto con 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, disociación, autenticación y desautenticación. Las tramas de control siguientes se pueden encapsular junto con las tramas de datos en una trama agregada: Bloque Ack y Solicitud Bloque Ack. En realizaciones alternativas, cualquier tipo de tramas puede ser encapsulado.

Función de Coordinación Adaptativa

La Función de Coordinación Adaptativa (ACF) es una extensión del HCCA y EDCA que permite una operación de programación flexible, altamente eficiente, de baja latencia adecuada para su funcionamiento con altas tasas de

datos habilitadas por el PHY MIMO. La figura 41 ilustra un ejemplo de realización de una trama de período de acceso programado (SCAP) para su uso en el ACF. Usando un mensaje SCHED 4120, un AP simultáneamente puede programar una o más TXOPs AP-STA, STA-AP o STA-STA durante el período conocido como periodo de acceso programado 4130. Estas transmisiones regulares son identificadas como transmisiones programadas 4140. El mensaje SCHED 4120 es una alternativa al sondeo HCCA legado, detallado anteriormente. En la realización de ejemplo, el valor máximo permitido del SCAP es de 4 ms.

Transmisiones programadas 4140 de ejemplo se muestran en la figura 41 para ilustración, incluyendo transmisiones AP a STA 4142, transmisiones STA a AP 4144, y transmisiones STA a STA 4146. En este ejemplo, el AP transmite al STA B 4142A, a continuación, al STA D 4142B, y luego al STA G 4142C. Debe tenerse en cuenta que los huecos no necesitan ser introducidos entre estos TXOPs, ya que la fuente (el AP) es la misma para cada transmisión. Los huecos se muestran entre TXOPs cuando la fuente cambia (separaciones de huecos de ejemplo se detallan más abajo). En esta ilustración, después de las transmisiones AP a STA 4142, STA C transmite al AP 4144A, a continuación, después de un hueco, STA G transmite al AP 4144B y, a continuación, después de un hueco, STA E transmite al AP 4144C. Un TXOP 4146 entre iguales se programa. En este caso, el STA E permanece como la fuente (transmitiendo a STA F), así que ningún hueco debe introducirse si la energía de transmisión STA E no se ha modificado, de lo contrario un hueco BIFS puede ser utilizado. Transmisiones STA a STA adicionales pueden programarse, pero no se muestran en este ejemplo. Cualquier combinación de TXOPs puede programarse, en cualquier orden. El orden de los tipos de TXOP mostrados es solamente una convención de ejemplo. Si bien puede ser deseable programar TXOPs para minimizar el número requerido de huecos, no es obligatorio.

El periodo de acceso programado 4130 puede contener también un período FRACH 4150 dedicado a transmisiones de canal rápido de acceso aleatorio (FRACH) (en las que un STA puede hacer una solicitud para una asignación) y/o un período MIMO OFDM EDCA 4160, donde STAs MIMO pueden usar procedimientos EDCA. Estos períodos de acceso basados en contención están protegidos por el conjunto NAV para el SCAP. Durante el período MIMO OFDM EDCA 4160, STAs MIMO utilizan procedimientos EDCA para acceder al medio, sin tener que lidiar con los STAs legados. Las transmisiones durante cualquier período de contención protegida utilizan el encabezado PLCP MIMO (detallado más adelante). El AP no proporciona ninguna programación TXOP durante el período de contención protegido, en esta realización.

Cuando sólo STAs MIMO están presentes, el NAV para el SCAP se puede establecer a través de un campo de duración en la trama SCHED (la trama SCHED se detalla más adelante). Opcionalmente, si la protección de los STAs legados se desea, el AP puede preceder la trama SCHED 4120 con un CTS propio 4110 para establecer el NAV para el SCAP en todos los STAs en el BSS.

En esta realización, los STAs MIMO obedecen al límite SCAP. El último STA para transmitir en un SCAP debe terminar su TXOP al menos en la duración PIFS antes del final del SCAP. Los STAs MIMO también obedecen los límites TXOP regulares y completan su transmisión antes del final del TXOP asignado. Esto permite que el STA posterior programado comience su TXOP sin detectar que el canal esté inactivo.

El mensaje SCHED 4120 define el horario. Asignaciones de TXOPs (AP-STA, STA-AP y/o STA-STA) están incluidas en los elementos CTRLJ (4515-4530 en la figura 45, que se detalla a continuación) en la trama SCHED. El mensaje SCHED también puede definir la porción del SCAP 4100 dedicada a FRACH 4150, si los hubiera, y una porción protegida para la operación EDCA 4160, si la hay. Si ninguna tarea programada TXOP se incluye en la trama SCHED, todo el SCAP está reservado para las transmisiones EDCA (incluyendo cualquier FRACH) protegidas de los STAs legados por el conjunto NAV para el SCAP.

La longitud máxima de TXOP programado o basado en contención permitido durante el SCAP se puede indicar en un elemento de capacidades ACF. En esta realización, la longitud del SCAP no cambia durante un intervalo de baliza. La longitud puede estar indicada en el elemento de capacidades ACF. Un elemento ACF de ejemplo comprende una longitud SCAP (10 bits), una longitud máximo SCAP TXOP (10 bits), una duración IFS (SIMP) de protección (4 bits), y una RESPUESTA FRACH (4 bits). La Longitud SCAP indica la longitud del SCAP para el intervalo de baliza actual. El campo se codifica en unidades de 4  $\mu$ s. La máxima longitud SCAP TXOP indica la longitud máxima permitida durante un TXOP SCAP. El campo se codifica en unidades de 4  $\mu$ s. La duración GIFS es el intervalo de protección entre TXOPs STA consecutivos programados. El campo se codifica en unidades de 800 ns. La RESPUESTA FRACH se indica en unidades de SCAPs. El AP debe responder a una solicitud recibida mediante un PDU FRACH proporcionando al STA un TXOP programado dentro SCAPs de RESPUESTA FRACH.

La figura 42 muestra un ejemplo de cómo el SCAP se puede utilizar en conjunción con HCCA y EDCA. En cualquier intervalo de baliza (ilustrado con las balizas 4210A-C), el AP tiene una flexibilidad completa para intercalar adaptativamente la duración de acceso EDCA basada en contención con el CAP 802.11e y el SCAP MIMO OFDM.

Así, utilizando 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 utilizar CFP y CP como en el PCF, asignar un CAP para la operación de sondeo como en HCCA, o puede asignar un SCAP para la operación programada. Tal como se muestra en la figura 42, en un intervalo de baliza, el AP puede utilizar cualquier combinación de los períodos de acceso basados en contención (EDCA) 4220A-F, CAP 4230A-F, y SCAP 4100A-I. (Por simplicidad, el ejemplo en la

figura 42 no muestra ningún PPC). El AP se adapta a la proporción del medio ocupado por diferentes tipos de mecanismos de acceso basados en sus algoritmos de planificación y sus observaciones de ocupación media. Cualquier técnica de programación puede ser desplegada. El AP determina si los flujos de QoS admitidos están siendo satisfechos y puede utilizar otras observaciones, incluyendo ocupación medida del medio para la adaptación.

- 5 HCCA y CAPs asociados se describen anteriormente. Un ejemplo ilustrativo CAP 4230 se muestra en la figura 42. Un TXOP AP 4232 es seguido por un sondeo 4234A. TXOP HCCA 4236A sigue el sondeo 4234A. Otro sondeo 4234B se transmite, seguido de otro TXOP HCCA 4236B respectivo.

EDCA se describe anteriormente. Un ejemplo ilustrativo EDCA 4220 se muestra en la figura 42. Varios TXOPs EDCA 4222A-C se muestran. Un PPC se omite en este ejemplo.

- 10 Un SCAP 4100, tal como se muestra en la figura 42, puede ser el formato descrito en la figura 41, incluyendo un CTS propio 4110 opcional, SCHED 4120, y periodo de acceso programado 4130.

15 El AP indica un funcionamiento programado usando el mensaje de indicación de tráfico de entrega 802.11 (DTIM) de la siguiente manera. El DIM contiene un mapa de bits de IDs de acceso (AIDs) para los que el AP u otro STA en el BSS han atrasado los datos. Usando el DTIM, todos STAs con capacidad MIMO son señalados para mantenerse despiertos después de la baliza. En un BSS donde están presentes STAs legados y MIMO, los STAs legados se programan en primer lugar, inmediatamente después de la baliza. Justo después de las transmisiones legadas, se transmite el mensaje SCHED, que indica la composición del periodo de acceso programado. STAs con capacidad MIMO no programados en un periodo de acceso especial programado pueden dormir durante el resto del SCAP y despertar para escuchar los mensajes SCHED posteriores.

- 20 Varios otros modos de operación están habilitados con el ACF. La figura 43 muestra un ejemplo de funcionamiento en el que cada intervalo de baliza comprende un número de SCAPs 4100 intercalados con periodos de acceso basados en contención 4220. Este modo permite la "justa" distribución del medio donde flujos QoS MIMO se programan durante el SCAP mientras flujos QoS no MIMO utilizan los periodos de contención junto con STAs legados, si están presentes. Los periodos intercalados permiten el servicio de baja latencia para STAs MIMO y legados.

25 Tal como se describió anteriormente, el mensaje SCHED en el SCAP puede ser precedido por un CTS propio para la protección de los STAs legados. Si no hay STAs legados presentes, el CTS propio (u otra señal de compensación de legado) no es necesario. La baliza 4210 puede establecer un PPC largo para proteger todas las emisoras de SCAPs legados que llegan. Un CP al final del intervalo de baliza permite a STAs legados recién llegados acceder al medio.

30 La operación baja latencia optimizada con un gran número de STAs MIMO puede ser activada mediante la operación de ejemplo que se muestra en la figura 44. En este ejemplo, la suposición es que los STAs legados, si están presentes, requieren solamente recursos limitados. El AP transmite una baliza, estableciendo un largo PPC 4410 y un breve CP 4420. Una baliza 4210 es seguida por cualquier difusión/multidifusión de mensajes STA legados. A continuación, los SCAPs 4100 se programan uno después del otro. Este modo de operación también ofrece la optimización de la gestión de energía, tal como emisoras que despiertan periódicamente para escuchar los mensajes SCHED y pueden dormir durante el intervalo de SCAP si no programados en el SCAP actual.

35 El acceso basado en contención protegido para los STAs MIMO se proporciona a través de los periodos FRACH o EDCA MIMO incluidos en el periodo de acceso programados 4130 del SCAP 4100. Los STAs legados pueden obtener acceso basados en contención al medio durante el CP 4420.

40 Transmisiones programadas consecutivas desde el AP pueden programar la transmisión inmediatamente después de la trama SCHED. La trama SCHED puede ser transmitida con un preámbulo. Transmisiones de AP programadas posteriores pueden ser transmitidas sin un preámbulo (se puede transmitir un indicador de si un preámbulo está incluido o no). Un preámbulo PLCP de ejemplo se detalla más adelante. Las transmisiones STA programadas comenzarán con un preámbulo en el ejemplo de realización.

#### Recuperación de Errores

45 El AP puede utilizar diversos procedimientos para la recuperación a partir de errores SCHED recibidos. Por ejemplo, si un STA es incapaz de decodificar un mensaje SCHED, no será capaz de utilizar su TXOP. Si un TXOP programado no comienza en la hora de inicio asignada, el AP puede iniciar la recuperación mediante la transmisión en un PIFS después del comienzo del TXOP programado no utilizado. El AP puede utilizar el periodo del TXOP no programado como CAP. Durante el CAP, la AP puede transmitir a uno o varios STAs o sondear un STA. El sondeo puede ser al STA que perdió el TXOP programado u otro STA. El CAP se termina antes del TXOP programado siguiente.

55 Los mismos procedimientos también se pueden usar cuando un TXOP programado que termina temprano. El AP puede iniciar la recuperación mediante la transmisión en un PIFS después del final de la última transmisión en el TXOP planificado. El AP puede utilizar el periodo no utilizado de un TXOP programado como un CAP, tal como se

acaba de describir.

#### Contención Protegida

5 Tal como se describió anteriormente, un SCAP puede contener también una parte dedicada a transmisiones FRACH y/o una porción donde STAs MIMO puede usar procedimientos EDCA. Estos períodos de acceso basados en contención pueden estar protegidos por el conjunto NAV para el SCAP.

10 La contención protegida complementa la operación programada de baja latencia al permitir que STAs indiquen solicitudes TXOP para asistir al AP en la programación. En el período EDCA protegido, STAs OFDM MIMO pueden transmitir tramas usando el acceso basado en EDCA (protegido de la contención con STAs legadas). Utilizando técnicas legadas, los STAs pueden indicar una solicitud de duración TXOP o estado de la memoria intermedia en el campo de Control QoS 802.11e en el encabezado MAC. Sin embargo, el FRACH es un medio más eficiente de proporcionar la misma función. Durante el período FRACH, los STAs pueden utilizar Aloha ranurado como contención para acceder al canal en ranuras FRACH de tamaño fijo. El PPDU FRACH puede incluir la solicitud de duración del TXOP.

15 En la realización de ejemplo, las transmisiones de tramas MIMO utilizan el encabezado PLCP MIMO, que se detalla a continuación. Como los STAs legados 802.11b, 802.11a, y 802.11g son capaces de decodificar solamente el campo SEÑAL1 del encabezado PLCP MIMO (detallado respecto a la figura 50, a continuación), en la presencia de STAs no MIMO, las tramas MIMO deben transmitirse con protección. Cuando STAs legadas y MIMO están presentes, STAs que utilizan procedimientos de acceso EDCA puede utilizar una secuencia RTS/CTS legada para la protección. RTS/CTS legada se refiere a la transmisión de tramas RTS/CTS utilizando un preámbulo legado, encabezado PLCP y formatos de trama MAC.

20 Las transmisiones MIMO también pueden utilizar los mecanismos de protección previstos por el HCCA 802.11e. Por lo tanto, las transmisiones del AP a STAs, las transmisiones sondeadas desde los STAs al AP, o desde un STA a otro STA (utilizando el protocolo de enlace directo) pueden proporcionar la protección utilizando el periodo de acceso controlado (CAP).

25 El AP también puede usar CTS propio legado para la protección del periodo de acceso programado (SCAP) MIMO desde STAs legados.

Cuando un AP determina que todos los STAs presentes en el BSS son capaces de decodificar el encabezado PLCP MIMO, lo indica en un elemento de capacidades MIMO en la baliza. Esto se conoce como un BSS MIMO.

30 En un BSS MIMO, tanto bajo EDCA y HCCA, las transmisiones de tramas utilizan el encabezado PLCP MIMO y símbolos de capacitación OFDM MIMO de acuerdo con las reglas de envejecimiento de los símbolos de entrenamiento OFDM MIMO. Las transmisiones del BSS MIMO utilizan el PLCP MIMO.

#### Separación entre tramas reducida

35 Diversas técnicas para reducir en general la separación entre tramas se detallan anteriormente. Se ilustran aquí varios ejemplos de la reducción de la separación entre tramas en este ejemplo de realización. Para las transmisiones programadas, la hora de inicio del TXOP se indica en el mensaje SCHED. El STA de transmisión puede comenzar su TXOP programado en el momento de inicio exacto que se indica en el mensaje SCHED sin determinar que el medio está inactivo. Tal como se describió anteriormente, transmisiones AP programadas consecutivas durante un SCAP se transmiten sin IFS mínimos.

40 En la realización de ejemplo, transmisiones STA programadas consecutivas (desde diferentes STAs) se transmiten con un IFS de al menos IFS de protección (GIFS). El valor por defecto de GIFS es de 800 ns. Un valor más grande puede elegirse hasta el valor de ráfaga IFS (BIFS) que se define a continuación. El valor de GIFS puede estar indicado en el elemento de capacidades ACF, descrito anteriormente. Realizaciones alternativas pueden emplear los valores de GIFS y BIFS.

45 Transmisiones PPDU OFDM MIMO consecutivas desde el mismo STA (TXOP de ráfaga) están separadas por un BIFS. Cuando se opera en la banda de 2,4 GHz, el BIFS es igual a 10  $\mu$ s y el PPDU OFDM MIMO no incluye la extensión de 6  $\mu$ s de la señal OFDM. Cuando se opera en la banda de 5 GHz, el BIFS es de 10  $\mu$ s. En una realización alternativa, el BIFS se puede establecer en un valor más pequeño o más grande, incluyendo 0. Para permitir el control automático de ganancia STA (AGC) de recepción para cambiar entre las transmisiones, un espacio mayor de 0 se puede utilizar cuando el STA que transmite la energía de transmisión se cambia.

50 Las tramas que requieren una respuesta inmediata del STA de recepción no se transmiten usando un PPDU OFDM MIMO. En su lugar, se transmiten usando el PPDU legado 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 el legado y PPDUs OFDM MIMO son multiplexados en el medio se muestran a continuación.

En primer lugar, consideremos un legado RTS/CTS seguido por ráfaga PPDU OFDM MIMO. La secuencia de

transmisión es como sigue: Legado RTS - SIFS - Legado CTS - SIFS - PPDU OFDM MIMO - BIFS - PPDU OFDM MIMO. En 2,4 GHz, el legado RTS o PPDU CTS usa la extensión de señal OFDM y el SIFS es de 10  $\mu$ s. En 5 GHz, no hay ninguna extensión OFDM pero el SIFS es de 16  $\mu$ s.

5 En segundo lugar, considerar un TXOP EDCA utilizando PPDU OFDM MIMO. La secuencia de transmisión es como sigue: PPDU OFDM MIMO - BIFS - Legado Solicitud Ack Bloque - SIFS - ACK. El TXOP EDCA se obtiene usando procedimientos EDCA para la clase de acceso apropiado (AC). Tal como se detalla más arriba, EDCA define las clases de acceso que pueden utilizar parámetros diferentes para cada AC, como AIFS [AC], CWmin [AC] y CWmax [AC]. El Legado Solicitud Ack Bloque se transmite con la extensión de la señal o SIFS 16  $\mu$ s. Si la Solicitud Ack Bloque se transmite en la trama agregada dentro del PPDU MIMO OFDM, no hay ACK.

10 En tercer lugar, consideramos TXOPs consecutivos programados. La secuencia de transmisión es como sigue: STA A PPDU MIMO OFDM - GIFS - STA B PPDU OFDM MIMO. Puede haber un período de inactividad después de la transmisión de la STA A PPDU MIMO OFDM si la transmisión PPDU es más corta que el tiempo máximo asignado TXOP permitido.

15 Tal como se describió anteriormente, la decodificación y la demodulación de las transmisiones OFDM codificadas impone requisitos adicionales de procesamiento en el STA de recepción. Para acomodar esto, 802.11a y 802.11g permiten un tiempo adicional para el STA de recepción antes de que el ACK debe ser transmitido. En 802.11a, el tiempo de SIFS se establece en 16  $\mu$ s. En 802.11g, el tiempo de SIFS es de 10  $\mu$ s, pero se introduce una extensión de la señal OFDM de 6  $\mu$ s.

20 Como la decodificación y la demodulación de transmisiones MIMO OFDM pueden imponer una carga adicional al procesamiento, siguiendo la misma lógica, una realización puede estar diseñada para aumentar la extensión de SIFS o la señal OFDM, lo que conduce a una mayor reducción de la eficiencia. En la realización de ejemplo, extendiendo el bloque ACK y mecanismos de Ack de bloque retrasado de 802.11e, se elimina el requisito de ACK inmediato para todas las transmisiones MIMO OFDM. En lugar de aumentar los SIFS o la extensión de la señal, la extensión de la señal se elimina, y para muchas situaciones, la separación requerida entre tramas entre  
25 transmisiones consecutivas se reduce o se elimina, lo que conduce a una mayor eficiencia.

#### Mensaje SCHED

La figura 45 ilustra el mensaje SCHED, introducido anteriormente respecto a la figura 41, y se detalla más abajo. El mensaje SCHED 4120 es un mensaje de sondeo múltiple que asigna a uno o más AP-STA, STA-AP y STA-STA TXOPs para la duración de un periodo de acceso programado (SCAP). El uso del mensaje SCHED permite un  
30 sondeo reducido y la contención de los gastos, así como eliminar IFS innecesarios.

El mensaje SCHED 4120 define el calendario para el SCAP. El mensaje SCHED 4120 comprende un encabezado MAC 4510 (15 octetos en el ejemplo de realización). En el ejemplo de realización, cada uno de los segmentos CTRL0, CTRL1, CTRL2 y CTRL3 (denominados genéricamente en la presente memoria como CTRLJ, donde J  
35 puede ser de 0 a 3 para ilustrar los segmentos 4515 a 4530, respectivamente) son de longitud variable y pueden ser transmitidos a 6, 12, 18 y 24 Mbps, respectivamente, cuando están presentes.

En el ejemplo, el encabezado MAC 4510 comprende el Control de trama 4535 (2 octetos), Duración 4540 (2 octetos), BSSID 4545 (6 octetos), Gestión de energía 4550 (2 octetos) y MAP 4555 (3 octetos). Los bits 13-0 del campo Duración 4540 especifican la longitud del SCAP en microsegundos. El campo Duración 4540 se utiliza por los  
40 STAs capaces de transmisiones OFDM MIMO para establecer el NAV para la duración del SCAP. Cuando STAs legado están presentes en el BSS, el AP puede utilizar otros medios para proteger el SCAP, por ejemplo, un propio CTS de legado. En la realización de ejemplo, el valor máximo del SCAP es de 4 ms. El campo BSSID 4545 identifica al AP.

El campo de la administración de energía 4550 se muestra en la figura 46. La administración de energía 4550 comprende el contador SCHED 4610, un campo reservado 4620 (2 bits), energía transmitida 4630, y energía  
45 recibida 4640. La energía transmitida AP y la energía recibida AP son como se indica en el campo de la administración de energía y el nivel de energía recibida STA se mide en el STA.

El Contador SCHED es un campo que se incrementa en cada transmisión SCHED (6 bits en este ejemplo). El contador SCHED se restablece en cada transmisión de baliza. El contador SCHED se puede utilizar para diversos fines. Como ejemplo, una característica de ahorro de energía utilizando el contador SCHED se describe a  
50 continuación.

El campo de Energía de Transmisión 4630 representa el nivel de energía de transmisión utilizado 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 energía de transmisión está por debajo del nivel de energía máxima de transmisión (en dBm) para ese canal tal como se indica en un elemento de información de baliza.

55 El campo de energía de recepción 4640 representa el nivel de energía 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 las que el nivel de energía de recepción es superior al nivel mínimo de sensibilidad del receptor (-82 dBm). Basado en el nivel de energía recibida en un STA, un STA puede calcular su nivel de energía de transmisión de la siguiente manera: Energía de transmisión STA (dBm) = Energía de transmisión AP (dBm) + Energía de recepción AP (dBm) - Energía de recepción STA (dBm).

5 En la realización de ejemplo, durante las transmisiones STA-STA programadas, el segmento de control se transmite a un nivel de energía que puede ser decodificado tanto en el AP como el STA de recepción. Un informe de control de energía desde el AP o el campo de administración de energía 4550 en la trama SCHED permite que el STA determine el nivel de energía de transmisión necesaria para que el segmento de control pueda ser decodificado en el AP. Este aspecto general se detalla anteriormente respecto a la figura 22. Para una transmisión STA-STA programada, cuando la energía requerida para decodificar en el AP es diferente de la energía requerida para decodificar el STA de recepción, el PPDU se transmite en el mayor de los dos niveles de energía.

15 El campo MAP 4555, que se muestra en la figura 47, indica la presencia y la duración de los períodos de acceso basados en contención protegida durante el SCAP. El campo MAP 4555 comprende el contador FRACH 4710, el desplazamiento FRACH 4720, y el desplazamiento EDCA 4730. El ejemplo del contador FRACH 4710 (4 bits) es el número de ranuras FRACH programadas a partir del desplazamiento FRACH 4720 (10 bits). Cada ranura FRACH es de 28 μs. Un valor del contador FRACH de '0' indica que no existe un período FRACH en el actual periodo de acceso programado. El desplazamiento EDCA 4730 es el comienzo del período EDCA protegido. El ejemplo del desplazamiento EDCA 4730 es de 10 bits. El desplazamiento FRACH 4720 y el desplazamiento EDCA 4730 están en unidades de 4 μs desde el comienzo de la transmisión de la trama SCHED.

20 El mensaje SCHED 4120 se transmite como una PPDU SCHED especial 5100 (Tipo 0010), que se detalla más adelante 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) del encabezado PLCP del PPDU SCHED 5100.

25 La figura 48 ilustra las tramas de control SCHED para la asignación TXOP. Cada uno de los segmentos CTRL0 4515, CTRL1 4520, CTRL2 4525, y CTRL3 4530 son de longitud variable y cada uno comprende cero o más elementos de asignación (4820, 4840, 4860, y 4880, respectivamente). Un FCS de 16 bits (4830, 4850, 4870, y 4890, respectivamente) y 6 bits de cola (no mostrados) se añaden por segmento CTRLJ. Para el segmento CTRL0 4515, el FCS se calcula sobre el encabezado MAC 4510 y cualquier otro elemento de asignación CTRL0 4820 (por lo tanto, el encabezado MAC se muestra antepuesto a CTRL0 4515 en la figura 48). En el ejemplo de realización, el FCS 4830 para CTRL0 4515 se incluye incluso si no hay elementos de asignación incluidos en el segmento CTRL0.

35 Tal como se detalla, el AP transmite asignaciones para transmisiones AP-STA, STA-AP y STA-STA en la trama SCHED. Los elementos asignación a diferentes STAs se transmiten en un segmento CTRLJ tal como se indica por el STA en el campo Tasa SCHED del encabezado PLCP de sus transmisiones. Debe tenerse en cuenta que de CTRL0 a CTRL3 se corresponde la disminución de robustez. Cada STA comienza la decodificación del encabezado PLCP del PPDU SCHED. El campo SEÑAL indica la presencia y la longitud de los segmentos CTRL0, CTRL1, CTRL2 y CTRL3 en el PPDU SCHED. El receptor STA comienza con la decodificación del encabezado MAC y el segmento CTRL0, decodifica cada elemento de asignación hasta el FCS, y continúa para decodificar posteriormente CTRL1, CTRL2 y CTRL3, deteniéndose en el segmento CTRLJ cuyo FCS no está en condiciones de verificar.

40 Cinco tipos de elementos de asignación se definen tal como se muestra en la Tabla 3. Un número de elementos de asignación puede empaquetarse en cada segmento CTRLJ. Cada elemento de asignación especifica el ID de acceso STA de transmisión (AID), el AID STA de recepción, la hora de inicio del TXOP programado y la longitud máxima permitida del TXOP programado.

Tabla 3. Tipos de asignación de elementos

Tipo (3 bits)	Tipo de elemento de asignación	Campos (longitudes en bits)		Longitud total en bits
000	Simplex AP-STA	Preámbulo actual	(1)	40
		AID	(16)	
		Desplazamiento inicial	(10)	
		Duración TXOP	(10)	
001	Simplex STA-AP	AID	(16)	39
		Desplazamiento inicial	(10)	
		Duración TXOP	(10)	
010	Duplex AP-STA	Preámbulo actual	(1)	60
		AID	(16)	
		Desplazamiento inicial AP	(10)	
		Duración TXOP AP	(10)	
		Desplazamiento inicial STA	(10)	
		Duración TXOP STA	(10)	

(continuación)

Tipo (3 bits)	Tipo de elemento de asignación	Campos (longitudes en bits)		Longitud total en bits
011	Simplex STA-STA	Transmitir AID	(16)	55
		Recibir AID	(16)	
		Desplazamiento inicial	(10)	
		Tamaño PPDU máx.	(10)	
100	Duplex STA-STA	AID 1	(16)	75
		AID 2	(16)	
		Desplazamiento inicial STA 1	(10)	
		Tamaño PPDU STA 1 máx.	(10)	
		Desplazamiento inicial STA 2	(10)	
		Tamaño PPDU STA 2 máx.	(10)	

5 El preámbulo se puede eliminar en transmisiones consecutivas desde el AP. El bit presente del preámbulo se ajusta en 0 si el AP no transmite un preámbulo para una transmisión programada AP. Un ejemplo de beneficio de la eliminación del preámbulo es cuando el AP tiene poco ancho de banda, baja latencia fluye a varias STAs, tal como en un BSS con muchos flujos de voz sobre IP (VoIP). Por lo tanto, la trama SCHED permite la agregación de las transmisiones desde el AP a varios STAs receptores (es decir, agregación PPDU, descrita anteriormente). La trama de agregación, tal como se define anteriormente, permite la agregación de tramas a un STA receptor.

El campo Desplazamiento inicial es en múltiplos de 4 µs referenciados desde la hora de inicio del preámbulo del mensaje SCHED. El AID es el ID de acceso del STA(s) asignado(s).

10 Para todos los tipos de elementos de asignación excepto las transmisiones STA-STA programadas, el campo Duración TXOP es la longitud máxima permitida del TXOP programado en múltiplos de 4 µs. El tamaño PPDU real del PPDU transmitido se indica en el campo SEÑAL1 del PPDU (detallado más adelante).

15 Para las transmisiones STA-STA programadas (Tipos de elementos de asignación 011 y 100), el campo tamaño PPDU máximo es también la longitud máxima permitida del TXOP programado en múltiplos de 4 µs, sin embargo, se aplican reglas adicionales. En la realización de ejemplo, para transmisiones STA-STA programadas, el TXOP contiene sólo un PPDU. El STA receptor utiliza el tamaño PPDU máximo indicado en el elemento de asignación para determinar el número de símbolos OFDM en el PPDU (como el campo del tamaño de PPDU se sustituye por un campo de solicitud en la SEÑAL1, detallado a continuación respecto a la figura 51). Si el flujo STA-STA usa símbolos OFDM con intervalo de protección (GI) estándar, el STA receptor define el tamaño del PPDU para el TXOP programado en el tamaño PPDU máximo indicado en el elemento de asignación. Si el flujo STA-STA usa símbolos OFDM con GI acortado, el STA receptor determina el tamaño de PPDU mediante el escalado del campo de tamaño de PPDU máximo por un factor de 10/9 y redondeo hacia abajo. El STA de transmisión puede transmitir un PPDU más corto que el tamaño máximo de PPDU asignado. El tamaño del PPDU no proporciona la longitud de la trama de MAC agregada al receptor. La longitud de las tramas encapsuladas está incluida en el encabezado de agregación de cada trama de MAC.

20 La inclusión del STA de transmisión y recepción en los elementos de asignación permite el ahorro de energía en los STA que no están programados para transmitir o recibir durante el SCAP. Recordemos el campo del contador SCHED introducido anteriormente. Cada asignación prevista por el mensaje SCHED especifica el AID STA de transmisión, el AID STA de recepción, la hora de inicio del TXOP programado, y la longitud máxima permitida del TXOP programado. El contador SCHED se incrementa en cada SCHED de transmisión y se restablece en cada transmisión Beacon. El STA puede indicar una operación de ahorro de energía al AP, y de este modo se proporcionan los valores específicos del contador SCHED, durante el cual se podrán asignar TXOPs de transmisión o recepción programados por el AP. El STA luego puede despertarse periódicamente sólo para escuchar los mensajes SCHED con un contador SCHED apropiado.

35 Formatos PPDU

La figura 49 representa un legado 802.11 PPDU 4970, que comprende un preámbulo PLCP 4975 (12 símbolos OFSM), un encabezado PLCP 4910, una longitud variable PSDU 4945, una cola de 6 bits 4950, y la almohadilla de longitud variable 4955. Una porción 4960 del PPDU 4970 comprende un campo de la señal (1 símbolo OFDM) transmitido utilizando BPSK a una tasa = 1/2, y un campo de datos de longitud variable 4985, transmitido con el formato de modulación y la tasa indicada en SEÑAL 4980. El encabezado PLCP 4910 comprende la SEÑAL 4980 y el campo de servicio de 16 bits 4940 (que se incluye en los DATOS 4985, y se transmite de acuerdo con su formato). El campo SEÑAL 4980 comprende la tasa 4915 (4 bits), el campo reservado 4920 (1 bit), la longitud 4925 (12 bits), el bit de paridad 4930, y la cola 4935 (6 bits).

45 Los campos de SEÑAL ampliados (detallados a continuación) en el encabezado PLCP de ejemplo (detallados a continuación) son compatibles con el campo de SEÑAL 4980 del legado 802.11. Los valores no utilizados del campo TASA 4915 en el campo SEÑAL de legado 4980 se establecen para definir nuevos tipos PPDU (detallados a

continuación).

Varios de los nuevos tipos PDU se introducen. Para la compatibilidad con versiones anteriores con STAs legadas, el campo TASA en el campo SEÑAL del encabezado PLCP se modifica a un campo TASA/Tipo. Valores no utilizados de TASA se designan como Tipo PDU. El Tipo PDU también indica la presencia y la longitud de una extensión del campo SEÑAL designada SEÑAL2. Nuevos valores del campo TASA/Tipo se definen en la Tabla 4. Estos valores del campo TASA/Tipo no están definidos por STAs legados. Por lo tanto, los STAs legados abandonarán la decodificación del PDU después de decodificar con éxito el campo SEÑAL1 y encontrar un valor no definido en el campo TASA.

Alternativamente, el bit reservado en el campo de la SEÑAL legado puede ser puesto en '1' para indicar una transmisión MIMO OFDM a una nueva clase STA. Los STAs de recepción pueden ignorar el bit reservado y siguen intentando decodificar el campo SEÑAL y la transmisión restante.

El receptor es capaz de determinar la longitud del campo SEÑAL2 basado en el Tipo PDU. El PDU FRACH aparece sólo en una porción designada del SCAP y necesita ser decodificado sólo por el AP.

Tabla 4. Tipos de MIMO PDU

TASA/Tipo (4 bits)	MIMO PDU	Longitud Campo SEÑAL2 (símbolos OFDM)
0000	Transmisión MIMO BSS IBSS o MIMO AP (excepto SCHED PDU).	1
0010	MIMO BSS SCHED PDU	1
0100	MIMO BSS FRACH PDU	2

La figura 50 representa el formato MIMO PDU 5000 para transmisiones de datos. PDU 5000 se conoce como Tipo de PDU 0000. PDU 5000 comprende un preámbulo PLCP 5010, SEÑAL 1 5020 (1 símbolo OFDM), 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 el ejemplo de realización. SEÑAL 1 5020 y SEÑAL 2 5040 se transmiten usando la tasa del segmento de control PDU y el formato de modulación. Los datos 5080 comprenden Servicio 5082 (16 bits), Retroalimentación 5084 (16 bits), una longitud variable PSDU 5086, una Cola 5088 (6 bits por secuencia) donde se aplica un código de cada canal convolucional separado a cada secuencia, y Almohadilla de longitud variable 5090. Los datos 5080 se transmiten usando la tasa de segmento de datos PDU y el formato de modulación.

El encabezado PLCP MIMO para el Tipo PDU 0000 comprende los campos SEÑAL (incluyendo SEÑAL1 5020 y SEÑAL 2 5040), SERVICIO 5082 y RETROALIMENTACIÓN 5084. El campo SERVICIO no se ha modificado desde el legado 802.11, y se transmite utilizando la tasa de segmento de datos y el formato.

El campo RETROALIMENTACIÓN 5084 se transmite usando la tasa del segmento de datos y el formato. El campo RETROALIMENTACIÓN comprende el campo ES (1 bit), el campo de retroalimentación del vector de tasa de datos (DRVF) (13 bits), y un campo de Control de Energía (2 bits).

El campo ES indica el procedimiento de dirección preferida. En el ejemplo de realización, la dirección del vector propio (ES) se selecciona cuando se envía el bit EN y el ensanchamiento espacial (SS) se selecciona de otro modo.

El campo de retroalimentación del vector de la tasa de datos (DRVF) proporciona retroinformación a la estación de iguales respecto a la tasa sostenible en cada uno de hasta cuatro modos espaciales.

La retroalimentación de la tasa explícita permite a las estaciones maximizar rápidamente y con precisión sus tasas de transmisión, mejorando notablemente la eficiencia del sistema. La realimentación de baja latencia es deseable. Sin embargo, las oportunidades de retroalimentación no tienen que ser sincrónicas. Las oportunidades de transmisión se pueden obtener de cualquier manera, tal como basadas en contención (es decir EDCA), sondeadas (es decir, HCF), o programadas (es decir, ACF). Por lo tanto, cantidades variables de tiempo pueden pasar entre las oportunidades de transmisión y tasa de retroalimentación. Con base a la edad de la tasa de retroalimentación, el transmisor puede aplicar un retraso para determinar la tasa de transmisión.

La adaptación de la tasa del segmento de datos PDU para las transmisiones desde STA A a STA B se basa en la retroalimentación proporcionada por STA B a STA A (descrito anteriormente, véase la figura 24, por ejemplo). Para el modo de operación ES o SS, cada vez que STA B recibe símbolos de entrenamiento OFDM MIMO del STA A, calcula las tasas de datos que se pueden conseguir en cada secuencia espacial. En cualquier transmisión posterior de STA B a STA A, STA B incluye esta estimación en el campo de DRVF de RETROALIMENTACIÓN 5084. El campo DRVF se transmite en la tasa del segmento de datos 5080.

Cuando se transmite a STA B, STA A determina qué tasas de transmisión se utilizan en función del DRVF recibida desde STA B, con una opción de retroceso tal como sea necesario para tener en cuenta los retrasos. El campo SEÑAL (detallado a continuación) contiene el campo DRV de 13 bits 5046 que permite la recepción de STA B para

decodificar la trama transmitida desde STA A. El DRV 5046 se transmite a la tasa del segmento de control.

El campo DRVF se codifica 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 Tasa para la Secuencia 1. Este campo se codifica como el valor STR mostrado en la Tabla 5. R2 indica la diferencia entre el valor STR para la secuencia 1 y el valor STR para la secuencia 2. Un valor R2 de "111" indica que la secuencia 2 está apagada. R3 indica la diferencia entre el valor STR para la secuencia 2 y el valor STR para la secuencia 3. Un valor R3 de "111" indica que la secuencia 3 está apagada. Si R2 = "111", entonces R3 se ajusta a "111". R4 indica la diferencia entre el valor STR para la secuencia 3 y el valor STR para la secuencia 4. Un valor R4 de "111" indica que la secuencia 4 está apagada. Si R3 = "111", entonces R4 se ajusta a "111".

- 5
- 10 Cuando ES = 0, es decir, la propagación espacial, una codificación alternativa del DRVF es la siguiente: El número de Secuencias (2 bits), la Tasa por Secuencia (4 bits). El campo de Tasa por Secuencia se codifica como el Valor STR anterior. Los 7 bits restantes están reservados.

Tabla 5. Codificación STR

Valor STR	Tasa de codificación	Formato de modulación	Bits/símbolo por Secuencia
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

- 15 Además del DRVF, STA B también proporciona retroinformación de control de energía para la transmisión de STA A. Esta información se incluye en el campo de control de energía y también se transmite a la tasa del segmento de datos. Este campo es de 2 bits e indica aumentar o disminuir la energía o dejar el nivel de energía sin cambios. El nivel de energía de transmisión resultante designa el nivel de energía de transmisión del segmento de datos.

Valores de campo de control de energía de ejemplo se ilustran en la Tabla 6. Realizaciones alternativas pueden desplegar campos de control de energía de varios tamaños, y con valores alternativos de ajuste de energía.

- 20 Tabla 6. Valores de campo de control de energía

Campo de control de energía	Significado
00	Sin cambios
01	Aumentar la energía en 1 dB
10	Disminuir la energía en 1 dB
11	Reservado

- 25 El nivel de energía de transmisión se mantiene constante para todo el PPDU. Cuando el nivel de energía de transmisión del segmento de datos y la energía de transmisión de bucle abierto STA (es decir, el nivel de energía requerido para que el AP descodifique la transmisión, que se detalla anteriormente) son diferentes, el PPDU se transmite en el máximo de los dos niveles de energía. Es decir, el nivel de transmisión de energía PPDU es el máxima de la energía de transmisión de bucle abierto STA (dBm) y la energía de transmisión del segmento de datos (dBm).

En el ejemplo de realización, el campo de control de energía está ajustado en "00" en la primera trama de cualquier secuencia de intercambio de tramas. En las siguientes tramas, indica el aumento o la disminución de la energía en etapas de 1 dB. El STA de recepción usará esta información de retroalimentación en todas las transmisiones de

trama posteriores a ese STA.

SEÑAL1 5020 comprende el campo TASA/Tipo 5022 (4 bits), 1 bit Reservado 5024, Tamaño/Solicitud PDU 5026 (12 bit), bit de paridad 5028, y una cola de 6 bits 5030. El campo SEÑAL1 5020 se transmite usando la tasa y el formato del segmento de control (6 Mbit/s, en el ejemplo de realización). El campo TASA/Tipo 5022 es 0000. El bit Reservado 5024 se establece en 0.

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

En transmisiones sin AP STA programadas, el campo Tamaño/Solicitud PDU 5026 indica Solicitud. En este segundo modo, los bits 1-2 indican la tasa SCHED. Tasa SCHED indica el número más alto SCHED (0, 1, 2 ó 3), campo que puede utilizarse para transmitir una asignación al STA. Durante las transmisiones de símbolos de entrenamiento del AP, cada STA no AP estima la tasa a la que puede recibir robustamente transmisiones de trama SCHED desde el AP. En posteriores transmisiones programadas del STA, esta tasa máxima permitida se incluye en el campo Tasa SCHED. Este campo se decodifica mediante el AP. El AP usa esta información para programar TXOPs posteriores para el STA y determina el CTRLJ (0, 1, 2, ó 3) para la emisión de esas atribuciones al STA.

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

El campo SEÑAL1 5020 se comprueba mediante el bit de paridad 1 5028 y termina con una cola de 6 bits 5030 para el codificador convolucional.

La presencia y la longitud del campo SEÑAL2 5040 se indica mediante el campo TASA/Tipo 5022 en SEÑAL1 5020. El campo SEÑAL2 5040 se transmite usando la tasa del segmento de control y el formato. SEÑAL2 5040 comprende un bit Reservado 5042, Tipo de entrenamiento 5044 (3 bits), Vector de tasa de datos (DRV) 5046 (13 bits), bit de paridad 5048, y Cola 5050 (6 bits). El campo de tipo de entrenamiento de 3 bits indica la longitud y el formato de los símbolos de entrenamiento MIMO OFDM. Los bits 1-2 indican el número de símbolos de entrenamiento OFDM MIMO 5060 (0, 2, 3 ó 4 símbolos OFDM). El bit 3 es el campo del Tipo de entrenamiento: 0 indica SS, 1 indica ES. El DRV 5046 proporciona la tasa para cada uno de hasta cuatro modos espaciales. El DRV 5046 se codifica de la misma manera como el DRV (incluido en RETROALIMENTACIÓN 5084, que se detalla anteriormente). El campo SEÑAL2 5040 se verifica por el bit de paridad 1 5048 y termina con una cola de 6 bits 5050 para el codificador convolucional.

La figura 51 representa SCHED PDU 5100 (Tasa/Tipo = 0010). SCHED PDU 5100 comprende un preámbulo PLCP 5110, SEÑAL 1 5120 (1 símbolo OFDM), SEÑAL 2 5140 (1 símbolo OFDM), Símbolos de entrenamiento 5160 (0, 2, 3, ó 4 símbolos), y una trama de longitud variable SCHED 5180. El preámbulo PLCP 5010, cuando está presente, es de 16 µs en el ejemplo de realización. SEÑAL 1 5020 y SEÑAL 2 5040 se transmiten usando la tasa del segmento de control PDU y el formato de modulación. La trama SCHED 5180 puede incluir diversas tasas, tal como se ha detallado anteriormente, respecto a la descripción ACF.

SEÑAL1 5120 comprende TASA/Tipo 5122 (4 bits), un bit reservado 5124, Tamaño CTRL0 5126 (6 bits), Tamaño CTRL1 5128 (6 bits), bit de paridad 5130, y cola 5132 (6 bits). TASA/Tipo 5122 se establece en 0010. El bit Reservado 5124 se establece en 0. El tamaño CTRL0 5126 indica la longitud del segmento de la PDU SCHED transmitida a la tasa más baja (6 Mbps en este ejemplo). Este segmento incluye el campo SERVICIO del encabezado PLCP, el encabezado MAC y el segmento CTRL0 5126. El valor se codifica en múltiplos de 4 µs, en este ejemplo. Tamaño CTRL1 5128 indica la longitud del segmento de la PDU SCHED transmitida a la tasa más alta siguiente (12 Mbps en este ejemplo). El valor se codifica en múltiplos de 4 µs, en este ejemplo. El Tamaño CTRL1 de '0' indica que el segmento CTRL1 correspondiente no está presente en la PDU SCHED. El campo SEÑAL1 5120 se comprueba mediante el bit de paridad 1 5130 y termina con una cola de 6 bits 5132 para el codificador convolucional.

SEÑAL2 5140 comprende un 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 la Cola 5152 (6 bits). El bit Reservado 5142 puede establecer en 0. Tipo de entrenamiento 5144 es el especificado para PDU Tipo 0000 (Tipo de entrenamiento 5044).

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

FCS 5150 se calcula sobre la totalidad de los campos SEÑAL1 y SEÑAL2. El campo SEÑAL2 5152 se termina con

una cola de 6 bits 5152 para el codificador convolucional.

La figura 52 representa FRACH PDU 5200 (Tasa/tipo = 0100). FRACH PDU 5200 comprende un preámbulo PLCP 5210, SEÑAL 1 5220 (un símbolo OFDM), y SEÑAL 2 5240 (2 símbolos OFDM). El preámbulo PLCP 5210, cuando está presente, es de 16  $\mu$ s en el ejemplo de realización. SEÑAL 1 5220 y SEÑAL 2 5240 se transmiten usando la tasa de segmento de control PDU y el formato de modulación. PDU FRACH 5200 se transmite mediante una STA durante el período FRACH dentro del periodo de acceso programado MIMO. El período FRACH se establece, y por lo tanto, es conocido para el AP (tal como se detalla más arriba).

SEÑAL1 5220 comprende TASA/Tipo 5222 (4 bits), un bit reservado 5224, Solicitud 5226 (12 bits), bit de paridad 5228, y cola 5230 (6 bits). TASA/Tipo 5222 está establecido en 0100. El bit reservado 5124 se establece en 0. El campo de solicitud 5226 es el especificado para PDU Tipo 0000 (5000), detallado anteriormente. El campo SEÑAL1 5220 se comprueba mediante 1 bit de paridad 5228 y se termina con una cola de 6 bits 5230 para el codificador convolucional.

SEÑAL2 5240 comprende un bit Reservado 5242, AID de origen 5244 (16 bits), AID de destino 5246 (16 bits), FCS 5248 (4 bits), y Cola 5250 (6 bits). El bit Reservado 5242 se establece en 0. AID de origen 5244 identifica la STA que se transmite en la FRACH. AID de destino 5246 identifica la STA de destino para el que se solicita una TXOP. En la realización de ejemplo, en el caso en que el destino es el AP, el valor del campo de AID de destino 5246 se establece en 2048. Un FCS de 4 bits 5248 se calcula sobre la totalidad de los campos SEÑAL1 y SEÑAL2. Una cola de 6 bits 5250 se añade antes de la codificación convolucional.

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

La STA también puede mantener una B\_FRACH variable. Después de una transmisión en el FRACH, si el STA recibe una asignación de TXOP desde el AP, se restablece B\_FRACH. Si el STA no recibe una asignación de TXOP dentro de un número predeterminado, RESPUESTA FRACH, de las 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 Beacon. Durante cualquier FRACH, el STA recoge una ranura FRACH con probabilidad  $(N\_FRACH)^{-1} * 2^{-B\_FRACH}$ .

Si ningún período FRACH está previsto por el AP, MIMO STAs puede sostenerse durante el periodo de contención protegido durante el SCAP usando reglas EDCA.

Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden representarse utilizando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y chips que pueden ser referenciados a lo largo de la descripción anterior pueden ser representados por tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos magnéticos o partículas, campos ópticos o partículas, o cualquier combinación de los mismos.

Los expertos apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmos descritos en conexión con las realizaciones descritas en la presente memoria pueden implementarse como hardware electrónico, software informático, o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta capacidad de intercambio de hardware y software, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas han sido descritos anteriormente en general en términos de su funcionalidad. Si esta funcionalidad se implementa como hardware o software, depende de la aplicación particular y limitaciones de diseño impuestas sobre el sistema global. Los expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación particular, pero estas decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de un alejamiento del alcance de la presente invención.

Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos descritos en conexión con las realizaciones descritas en este documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puerta programable de campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o transistor lógico, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero en la alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estado. Un procesador también puede ser implementado como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunción con un núcleo DSP, o cualquier otra configuración de ese tipo.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en conexión con las realizaciones descritas en este documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, 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 acopla al

5 procesador de forma que el procesador puede leer información, y escribir información, en el medio de almacenamiento. En la alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el 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 encabezados se incluyen en este documento para referencia y para ayudar en la localización de las distintas secciones. Estos encabezamientos no están destinados a limitar el alcance de los conceptos descritos respecto a los mismos. Estos conceptos pueden tener aplicabilidad a lo largo de toda la memoria.

10 La descripción anterior de las realizaciones descritas se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica realizar o utilizar la presente invención. Diversas modificaciones a estas realizaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos aquí definidos pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por lo tanto, la presente invención no está destinada a limitarse a las realizaciones aquí mostradas, sino que debe concedérsele el alcance más amplio consistente con los principios y las características novedosas descritas en la presente memoria.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de transmisión de datos, que comprende:
- 5 enviar un solo mensaje de planificación desde un punto de acceso a una pluralidad de estaciones remotas a través de una conexión inalámbrica, en el que el mensaje de planificación comprende una ventana de tiempo de transmisión para cada estación remota en la pluralidad de estaciones remotas; e intercambiar tramas de datos entre el punto de acceso y la pluralidad de estaciones remotas a través de la conexión inalámbrica de acuerdo con las ventanas de tiempo en el mensaje de planificación.
2. Procedimiento de transmisión de datos TDD según la reivindicación 1, que también comprende:
- 10 recibir cero o más tramas en el punto de acceso desde una o más estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas de acuerdo con el mensaje de planificación.
3. Procedimiento de transmisión de datos TDD según la reivindicación 1, en el que cero o más tramas se intercambian entre al menos dos estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas de acuerdo con el mensaje de planificación.
4. Procedimiento de transmisión de datos TDD según la reivindicación 1, que también comprende:
- 15 recibir, en el punto de acceso, cero o más segmentos de acceso aleatorio desde una o más estaciones remotas de la pluralidad de estaciones remotas de acuerdo con el mensaje de planificación.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las tramas de intercambio con la pluralidad de estaciones remotas comprenden:
- 20 transmitir una o más tramas desde el punto de acceso a una o más de la pluralidad de estaciones remotas.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las tramas de intercambio entre el punto de acceso y la pluralidad de estaciones remotas comprende:
- recibir, en el punto de acceso, una o más tramas de una o más estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas.
7. Aparato, que comprende:
- 25 medios para transmitir un piloto desde un punto de acceso a una pluralidad de estaciones remotas a través de una conexión inalámbrica;
- medios para transmitir un solo mensaje de planificación desde el punto de acceso a la pluralidad de estaciones remotas a través de conexión inalámbrica, en el que el mensaje de planificación comprende una ventana de tiempo de transmisión para cada estación remota en la pluralidad de estaciones remotas; y
- 30 medios para intercambiar tramas de datos entre el punto de acceso y la pluralidad de estaciones remotas a través de conexión inalámbrica de acuerdo con las ventanas de tiempo en el mensaje de planificación.
8. Aparato según la reivindicación 7, que también comprende:
- medios para recibir, en el punto de acceso, cero o más tramas desde una o más estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas de acuerdo con el mensaje de planificación.
- 35 9. Aparato según la reivindicación 7, que también comprende:
- medios para programar un intercambio de cero o más tramas entre al menos dos estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas.
10. Aparato según la reivindicación 7, que también comprende:
- 40 medios para recibir, en el punto de acceso, cero o más segmentos de acceso aleatorio desde una o más estaciones remotas de la pluralidad de estaciones remotas de acuerdo con el mensaje de planificación.
11. Aparato según la reivindicación 7, en el que los medios para intercambiar tramas de datos entre el punto de acceso y una o más estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas comprende:
- medios para transmitir la una o más tramas de datos desde el punto de acceso a la una o más de las estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas.
- 45 12. Aparato según la reivindicación 7, en el que los medios para intercambiar tramas de datos entre el punto de acceso y la pluralidad de estaciones remotas comprenden:
- medios para recibir las una o más tramas de datos desde una o más de las estaciones remotas en la pluralidad

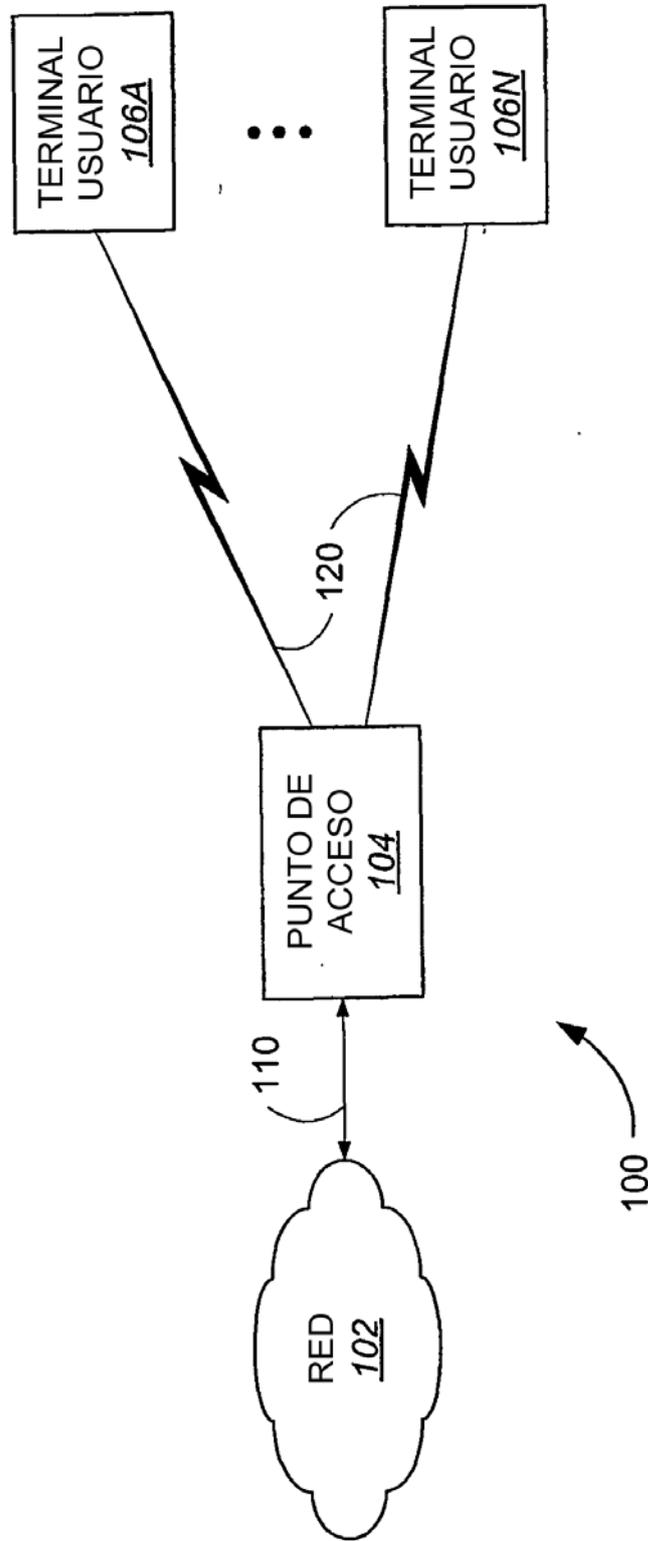
de estaciones remotas.

13. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el único mensaje de planificación comprende una pluralidad de oportunidades de transmisión (TXOPs) para las estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas.

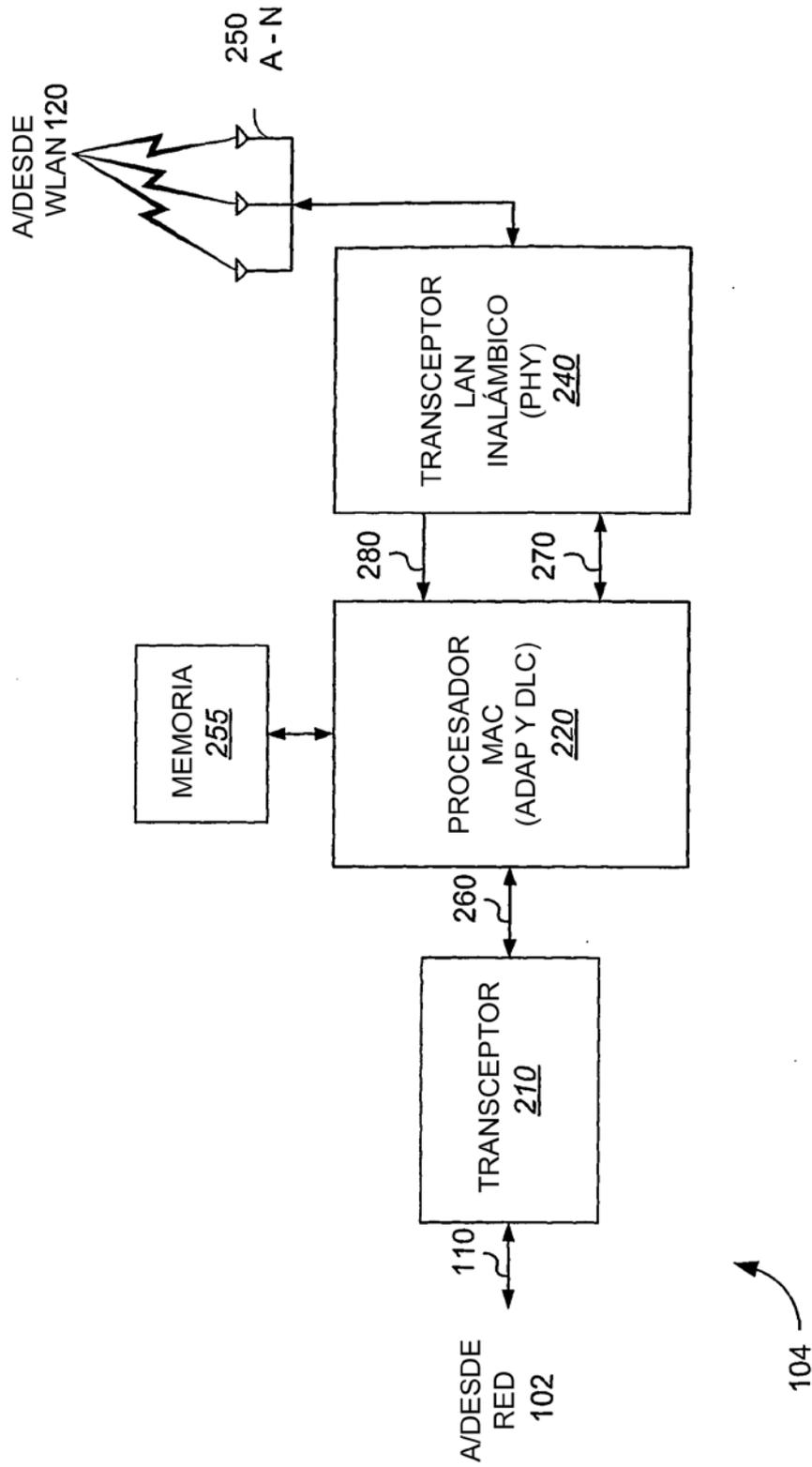
5 14. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el intercambio de las tramas de datos incluye proporcionar una separación de protección entre las tramas entre una primera de las tramas de datos y una segunda de las tramas de datos, en base base a una capacidad de una estación remota en la pluralidad de estaciones remotas.

15. Aparato según la reivindicación 7, en el que el único mensaje de planificación comprende una pluralidad de oportunidades de transmisión (TXOPs) para las estaciones remotas en la pluralidad de estaciones remotas.

10 16. Aparato según la reivindicación 7, en el que los medios para el intercambio de las tramas de datos incluyen medios para proporcionar una separación de protección entre las tramas entre una primera de las tramas de datos y una segunda de las tramas de datos, en base a una capacidad de un estación remota en la pluralidad de estaciones remotas.

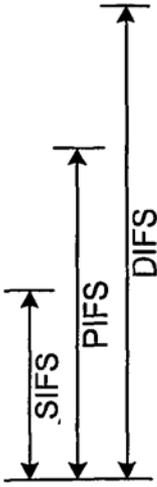


**FIG. 1**



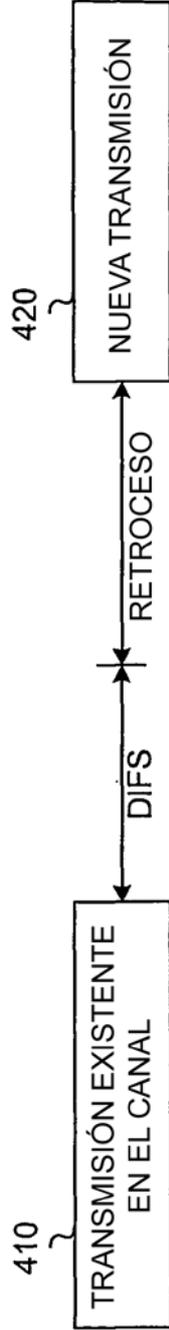
**FIG. 2**

SEPARACIÓN ENTRE TRAMAS 802.11



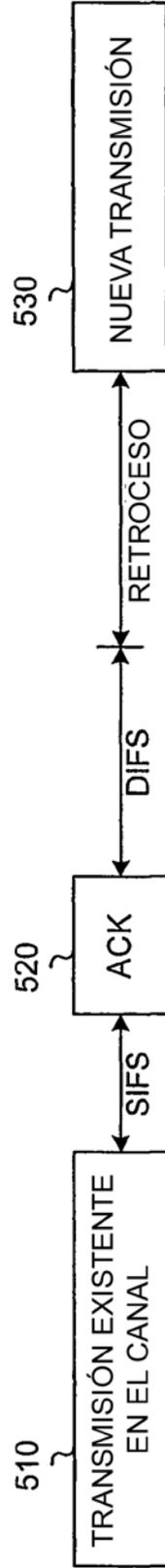
TÉCNICA ANTERIOR

**FIG. 3**



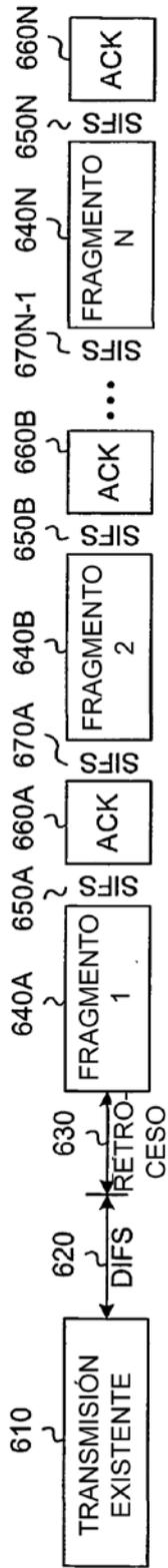
TÉCNICA ANTERIOR

**FIG. 4**



TÉCNICA ANTERIOR

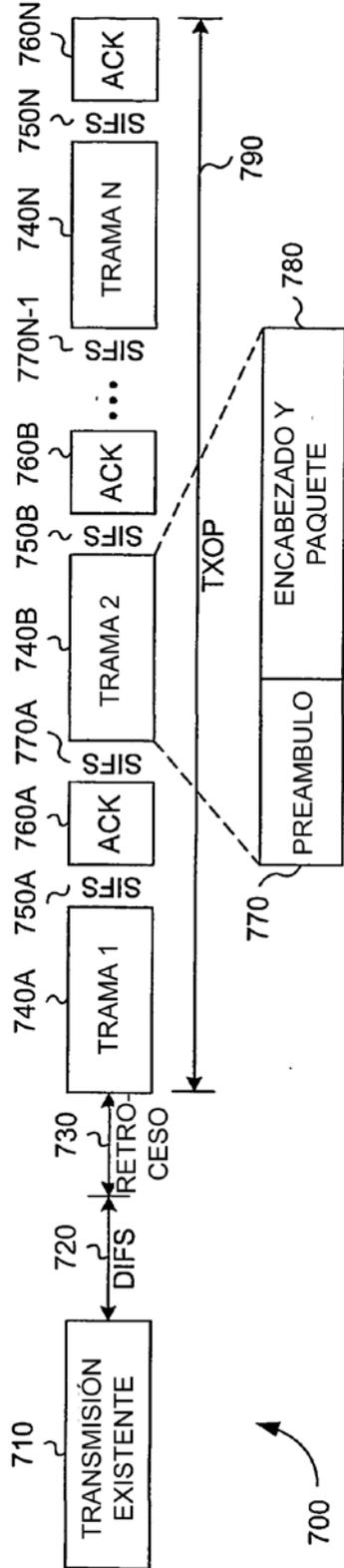
**FIG. 5**



TÉCNICA ANTERIOR

**FIG. 6**

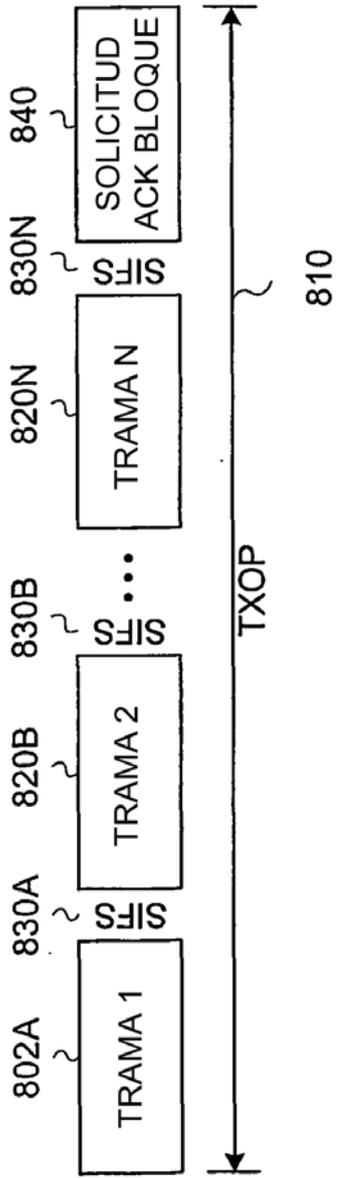
600



TÉCNICA ANTERIOR

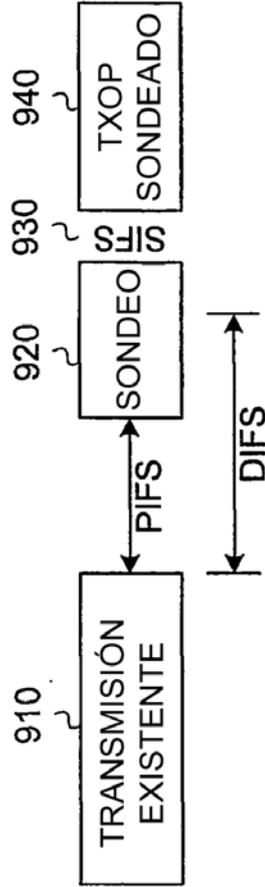
**FIG. 7**

700



TÉCNICA ANTERIOR

**FIG. 8**



TÉCNICA ANTERIOR

**FIG. 9**

900

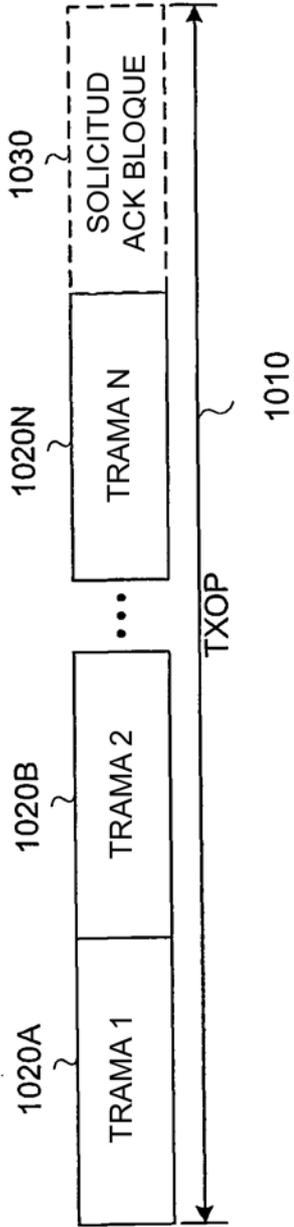


FIG. 10

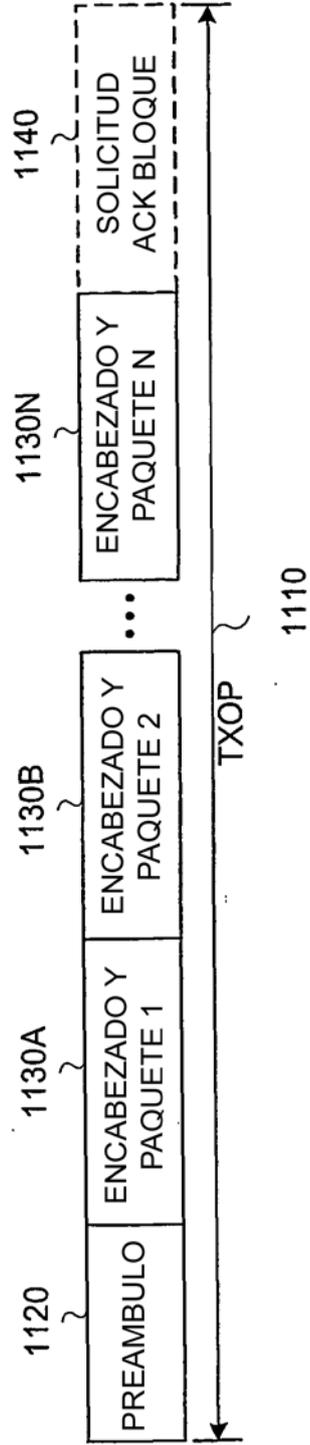
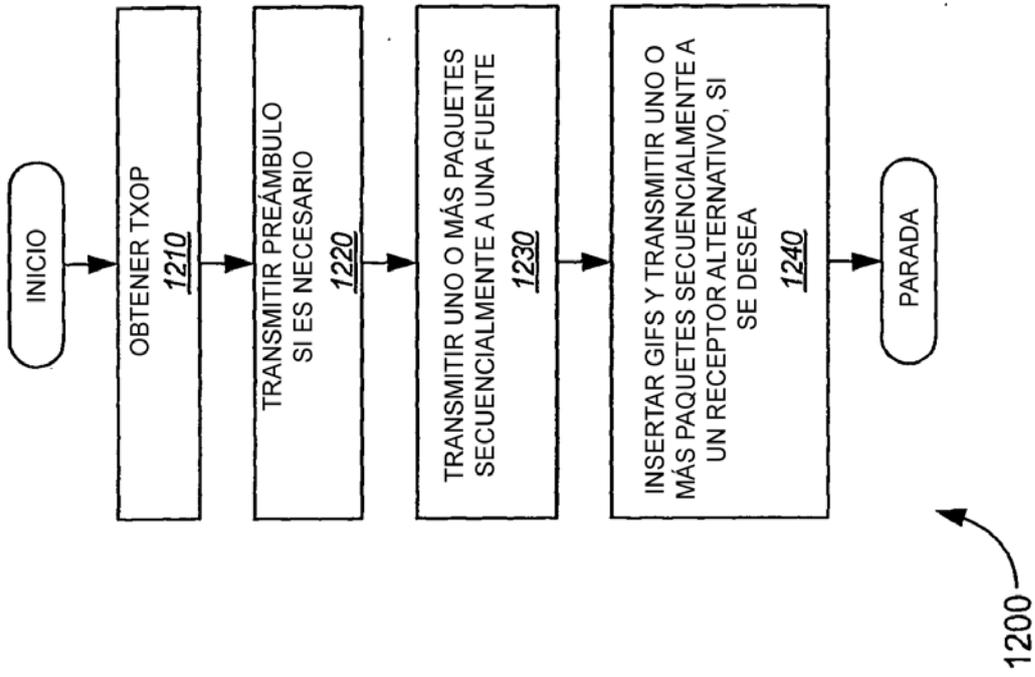
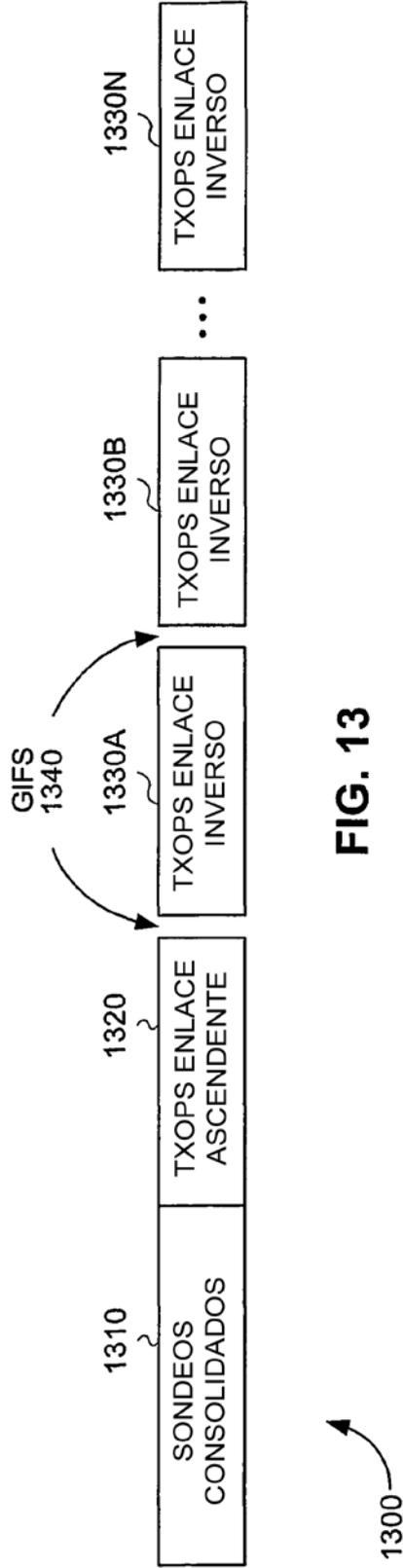


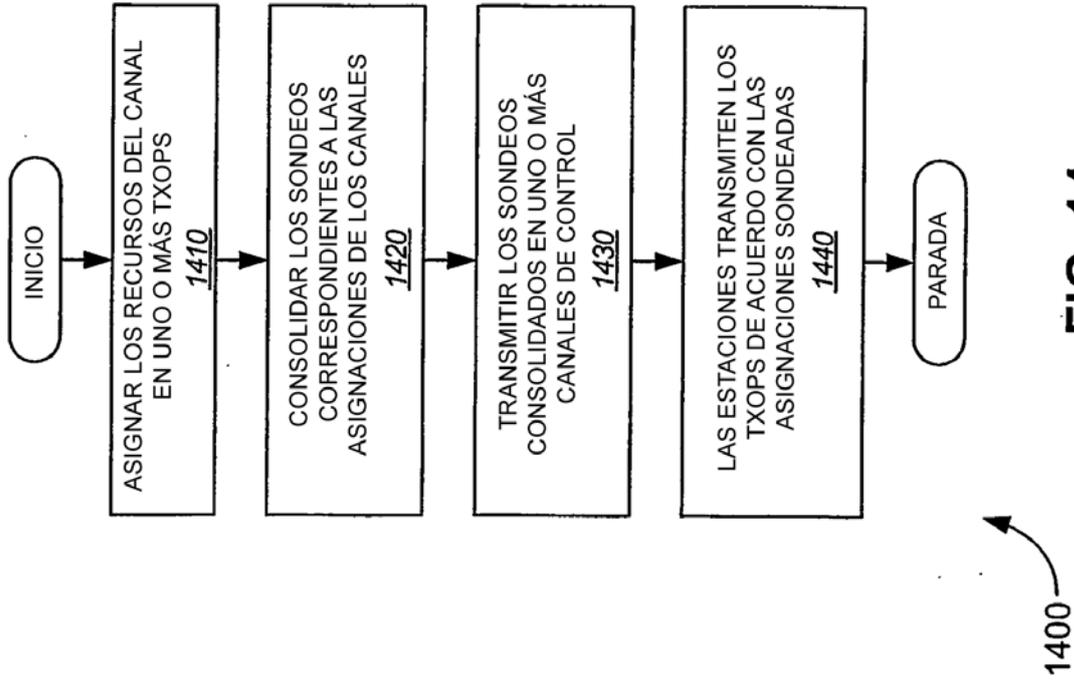
FIG. 11



**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**

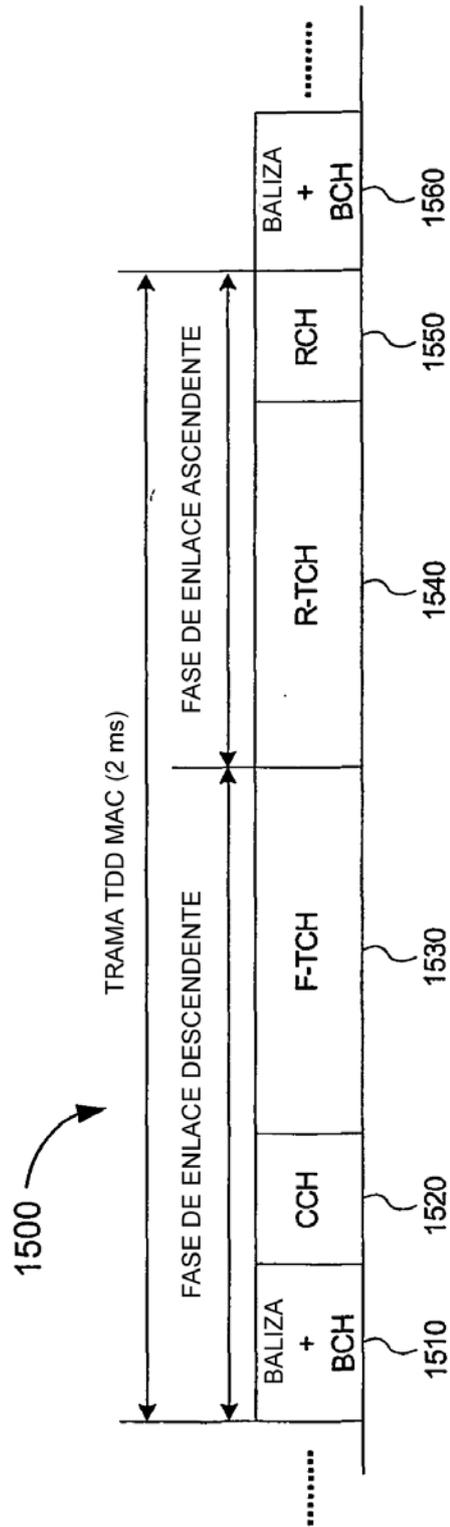


FIG. 15

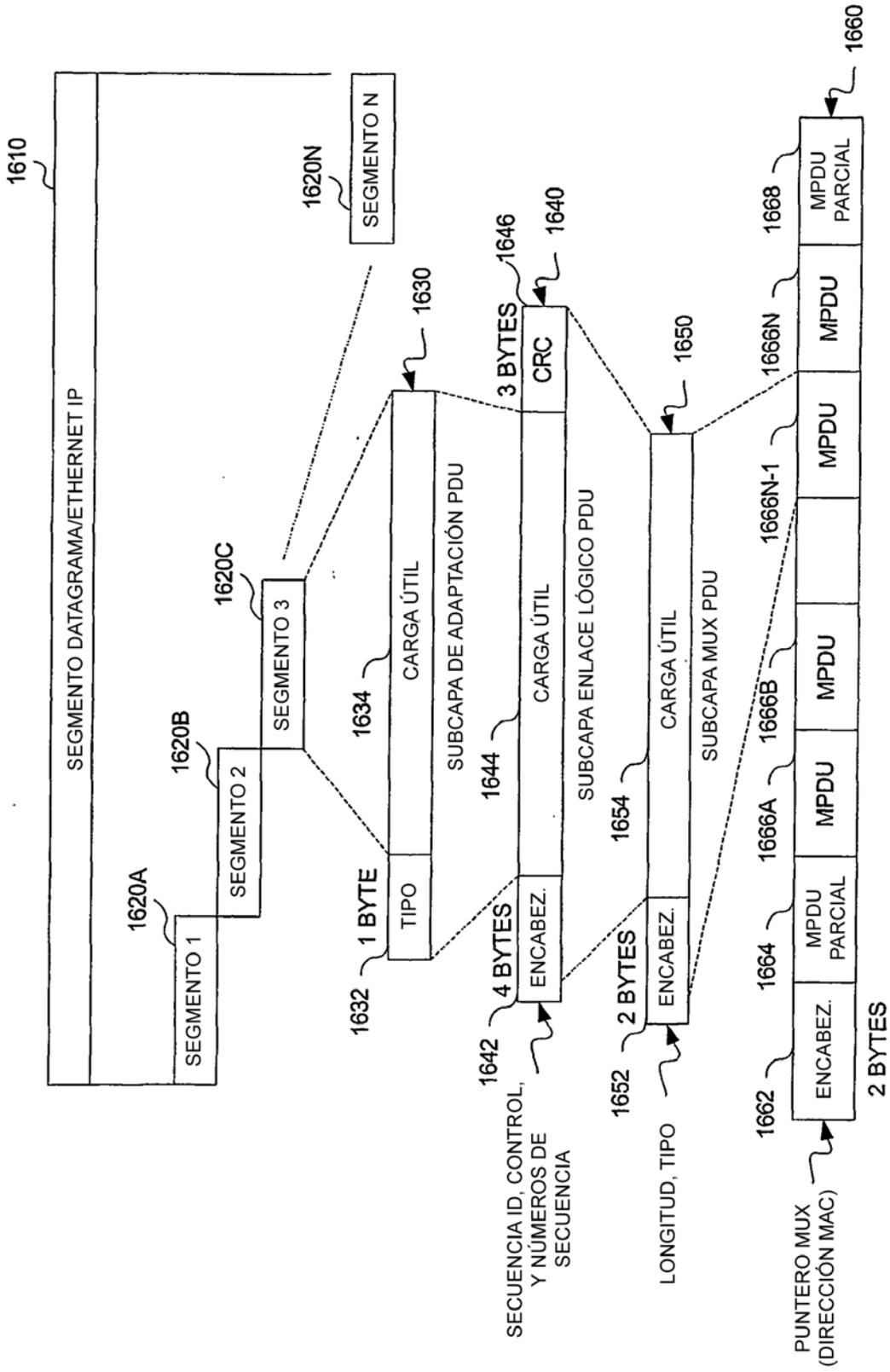


FIG. 16

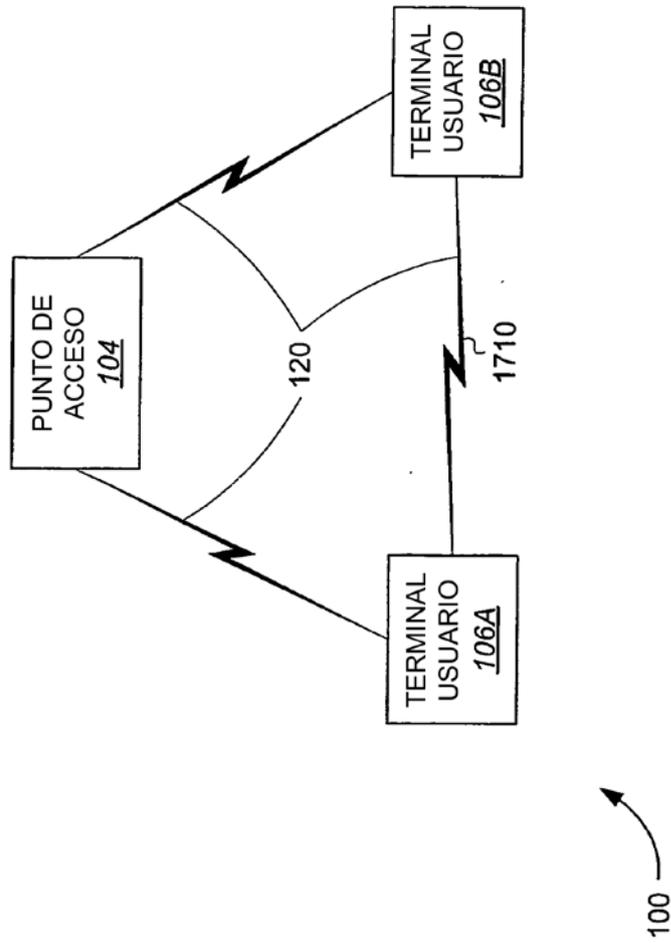
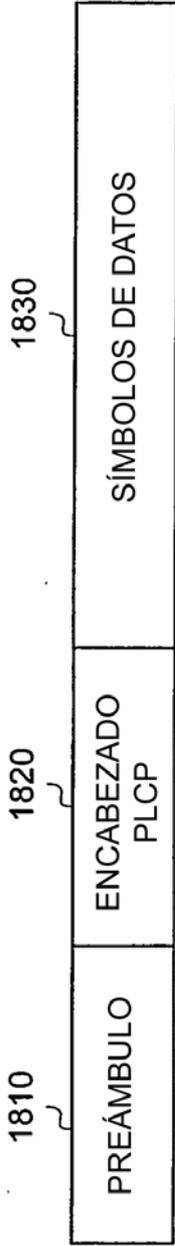
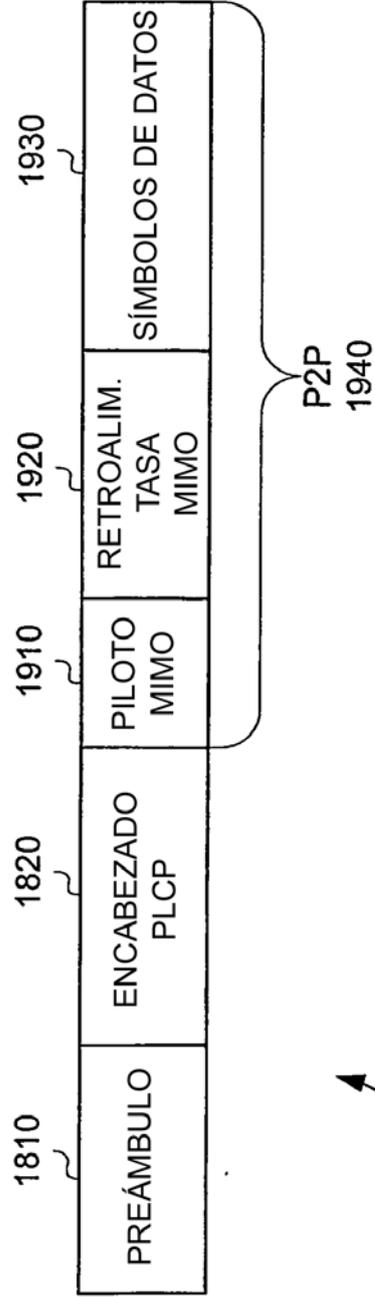


FIG. 17



TÉCNICA ANTERIOR

**FIG. 18**



**FIG. 19**

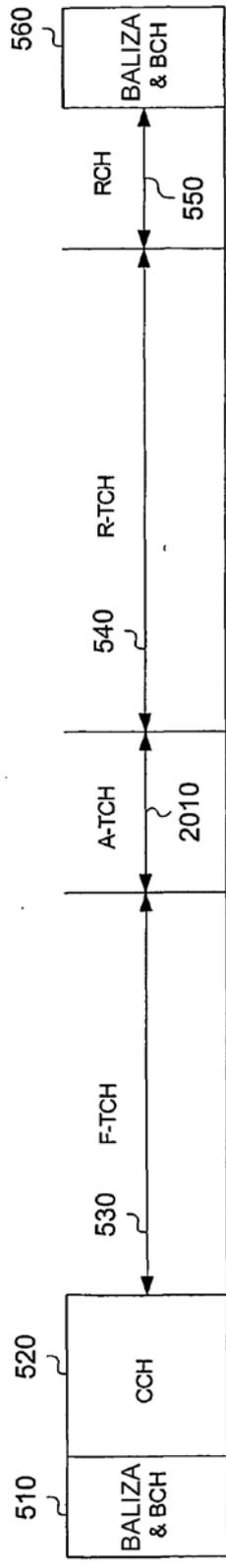


FIG. 20

2000

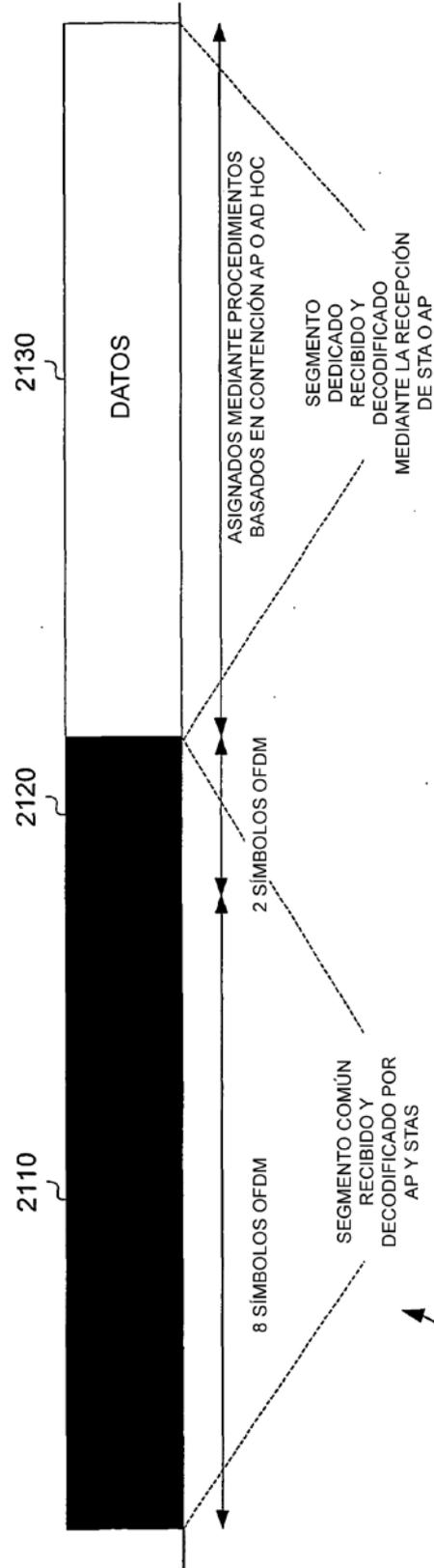
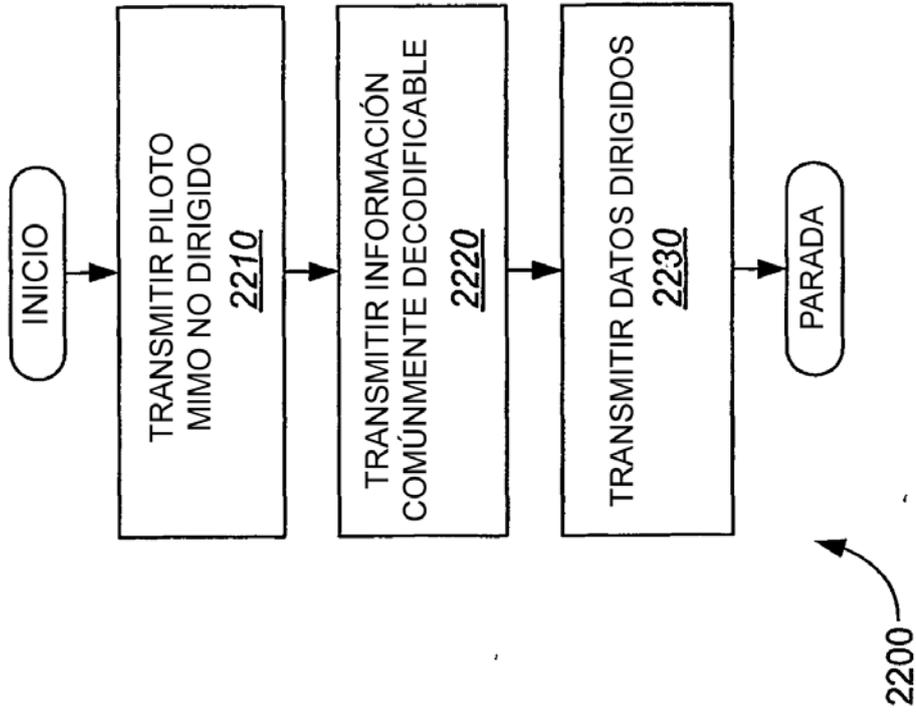


FIG. 21



**FIG. 22**

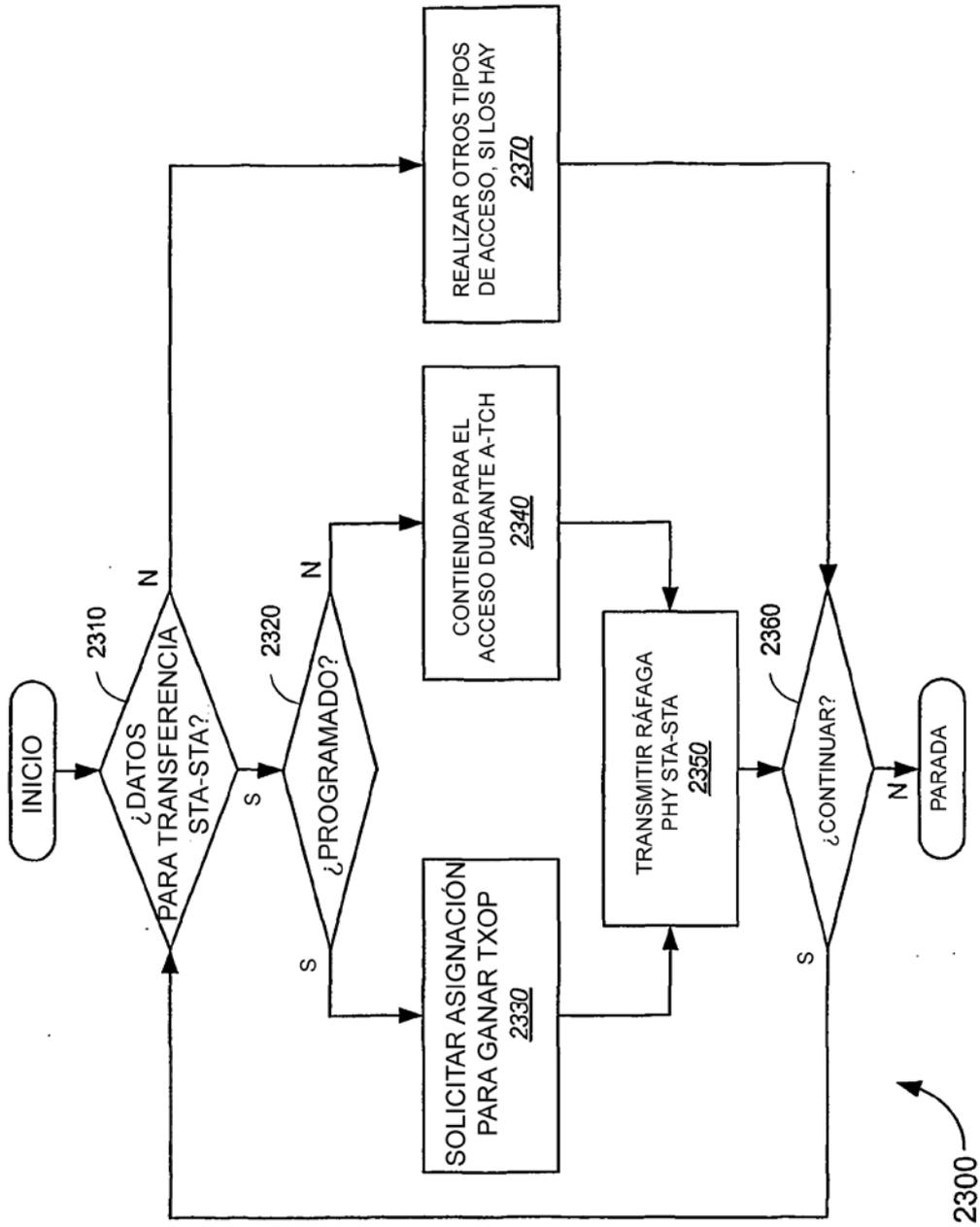


FIG. 23

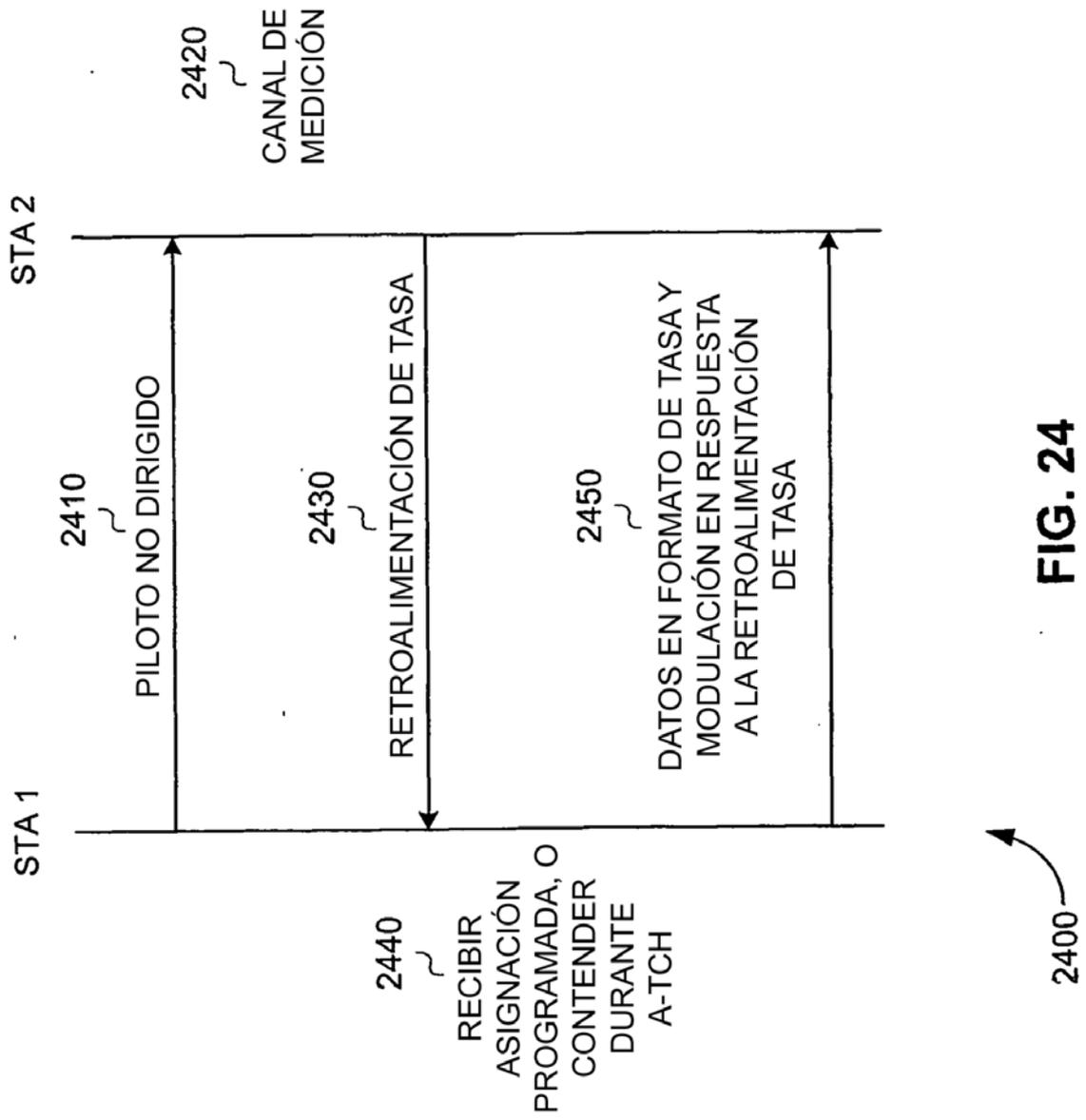


FIG. 24

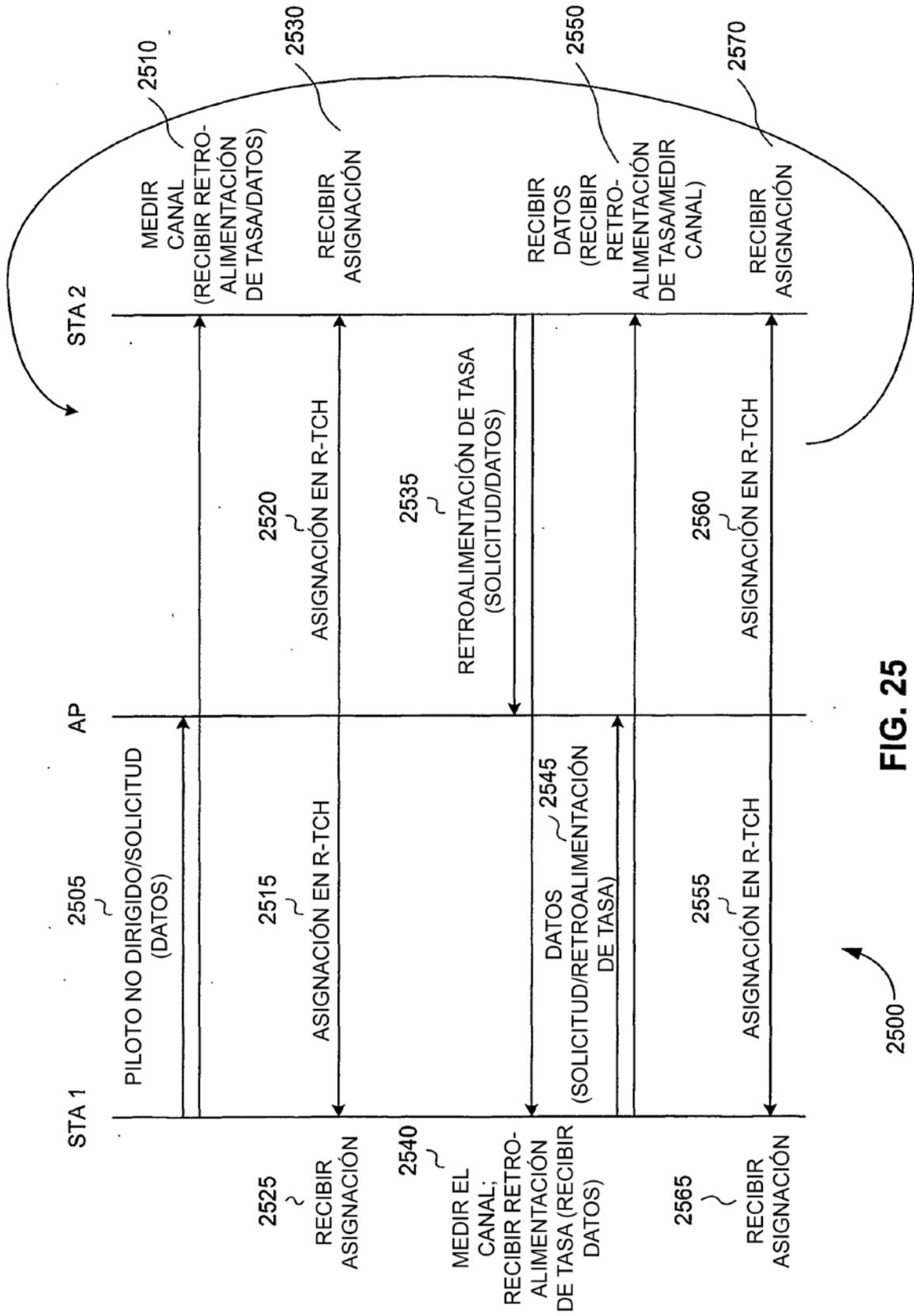


FIG. 25

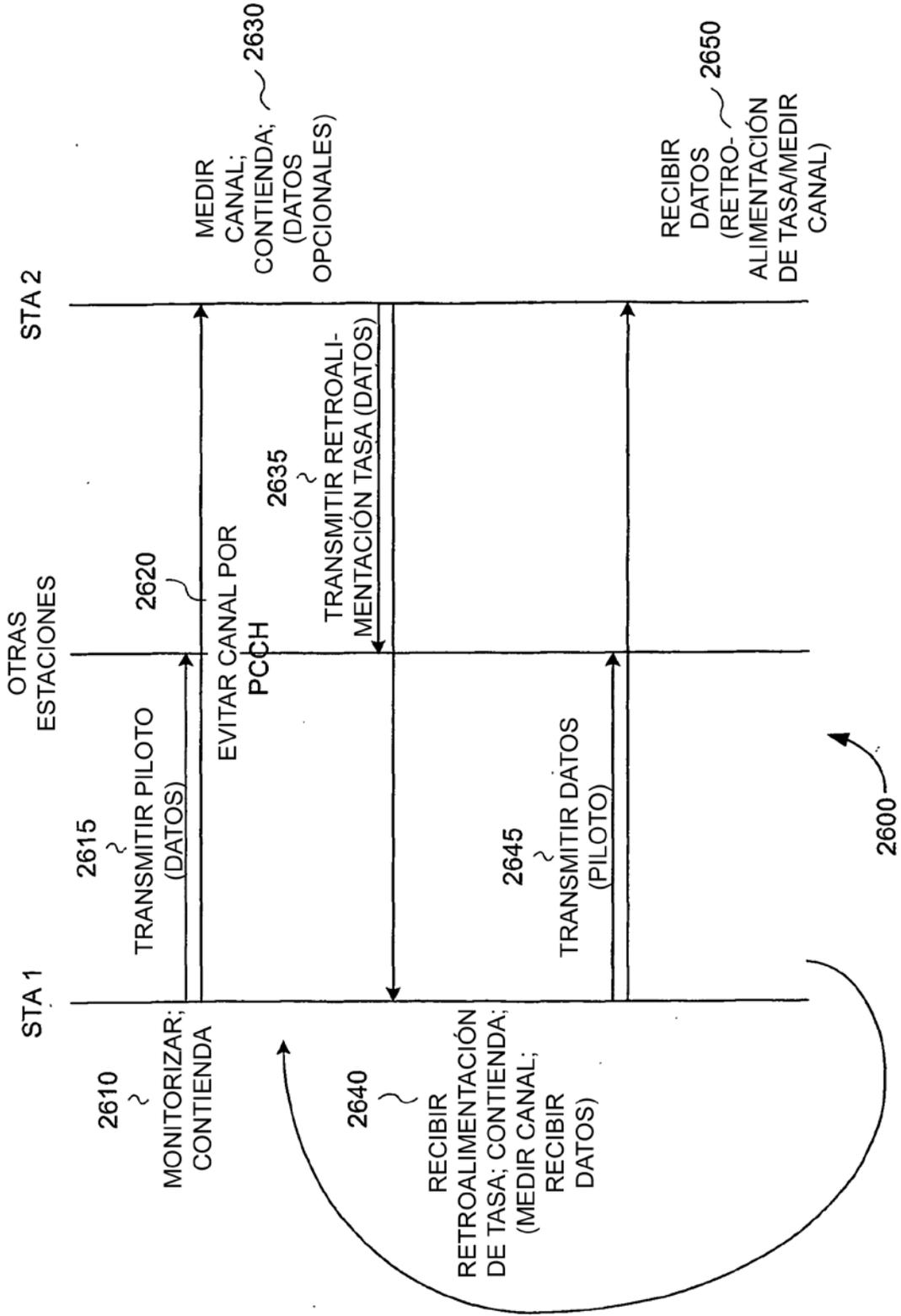


FIG. 26

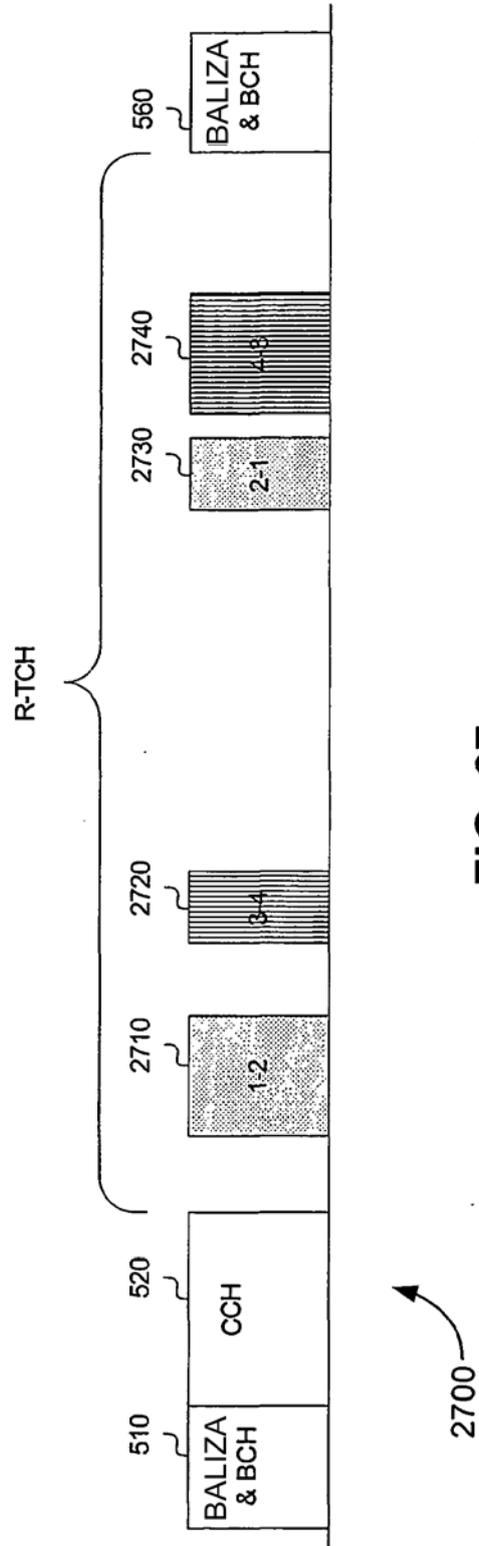


FIG. 27

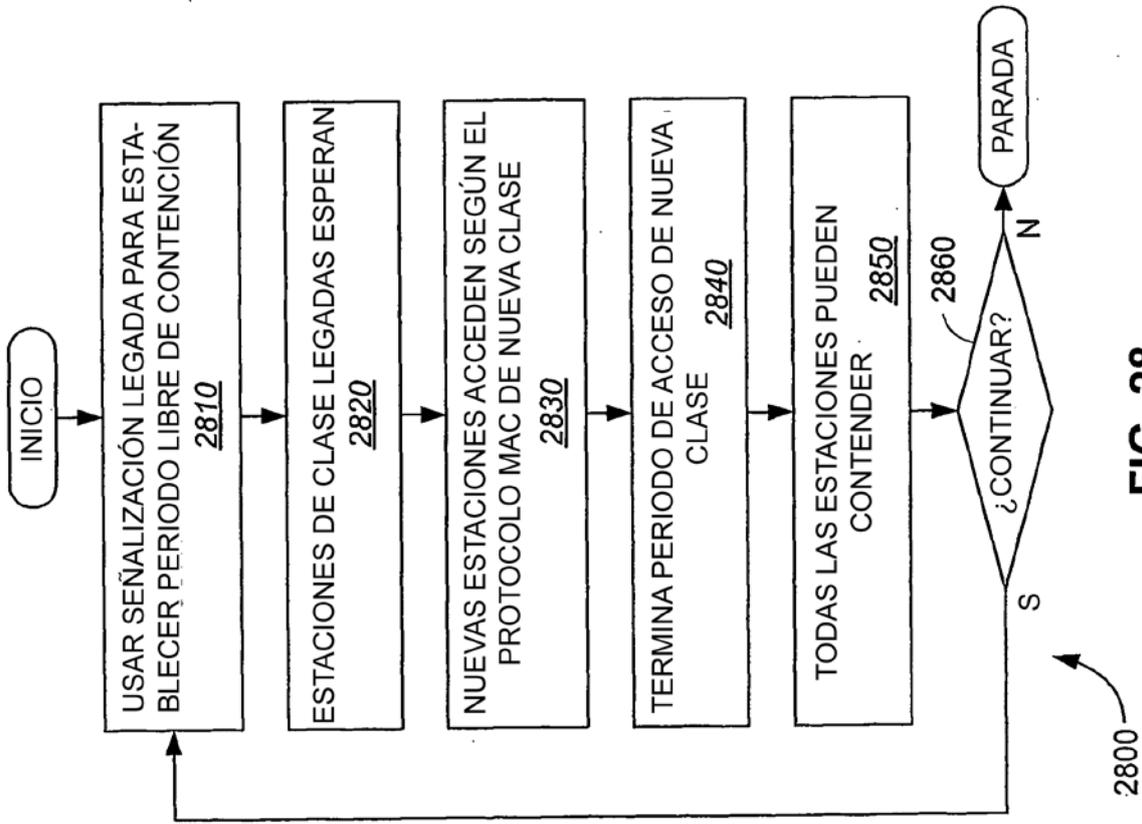


FIG. 28

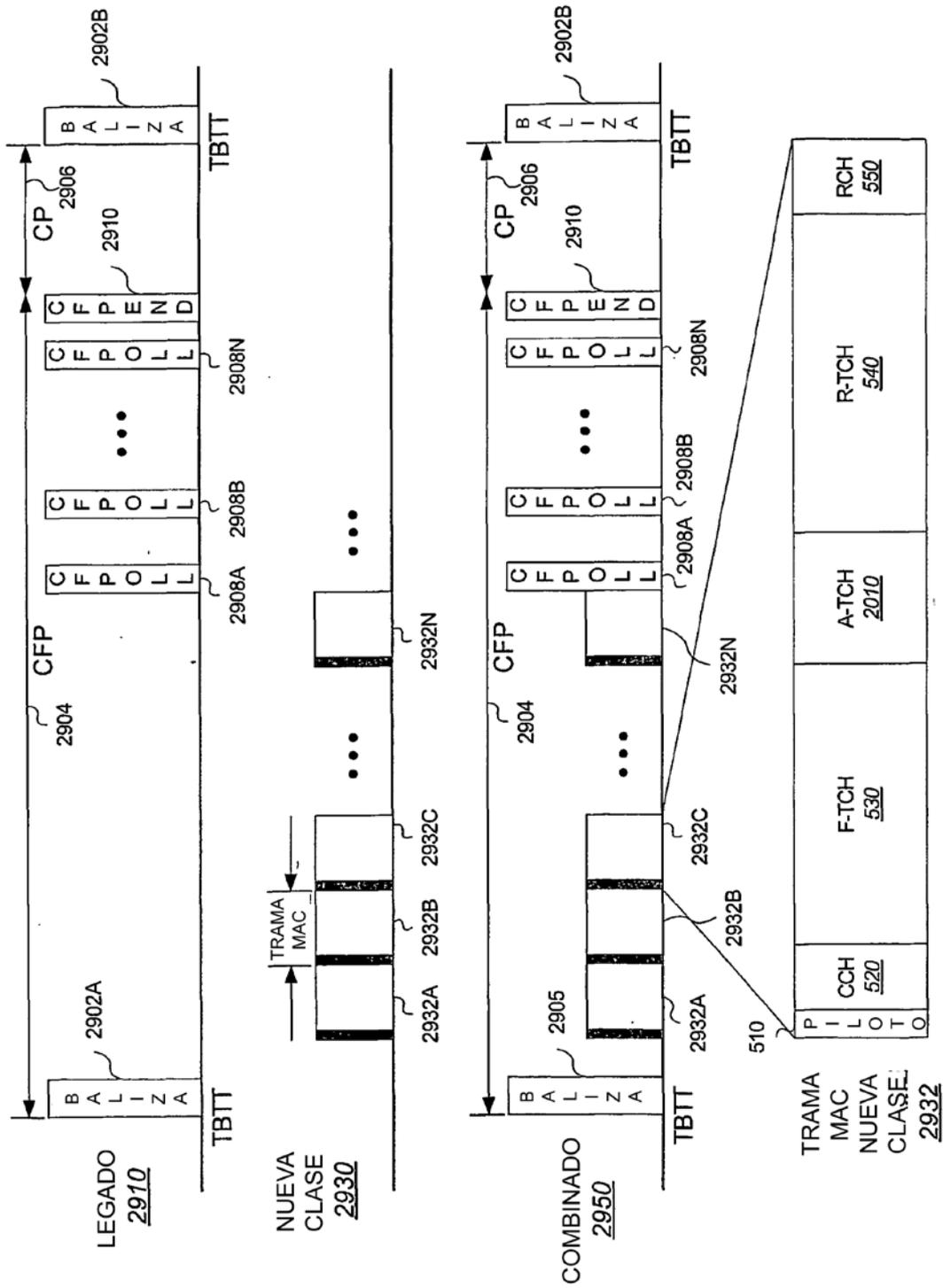
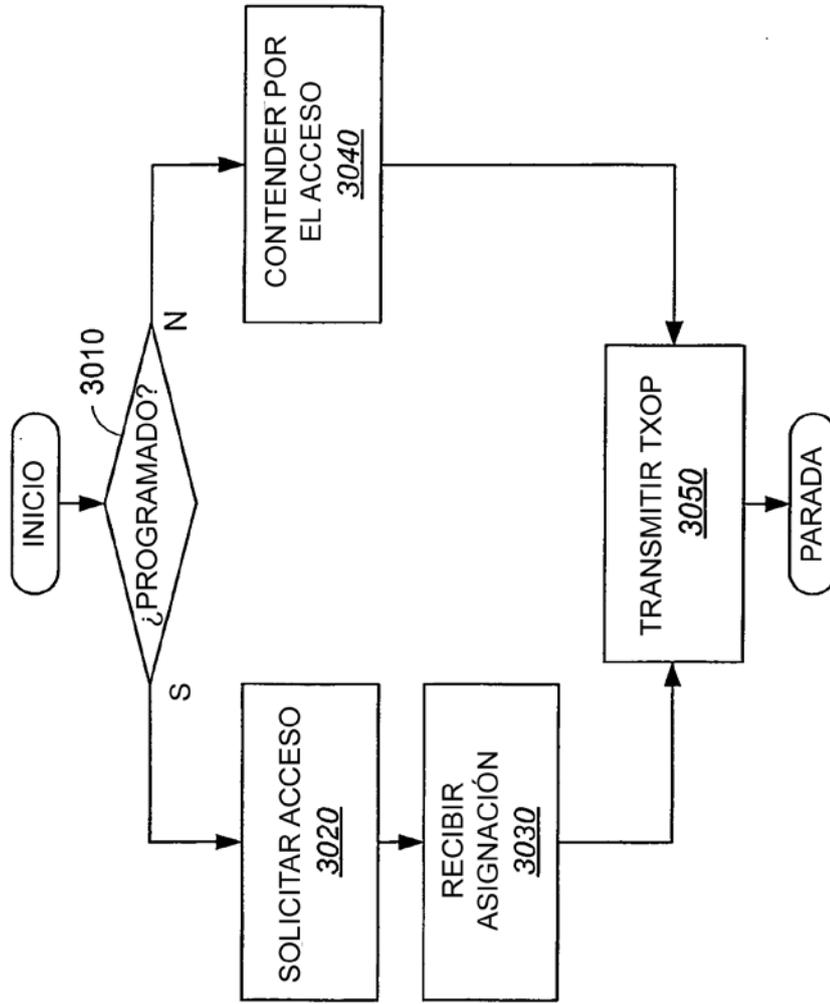


FIG. 29



**FIG. 30**

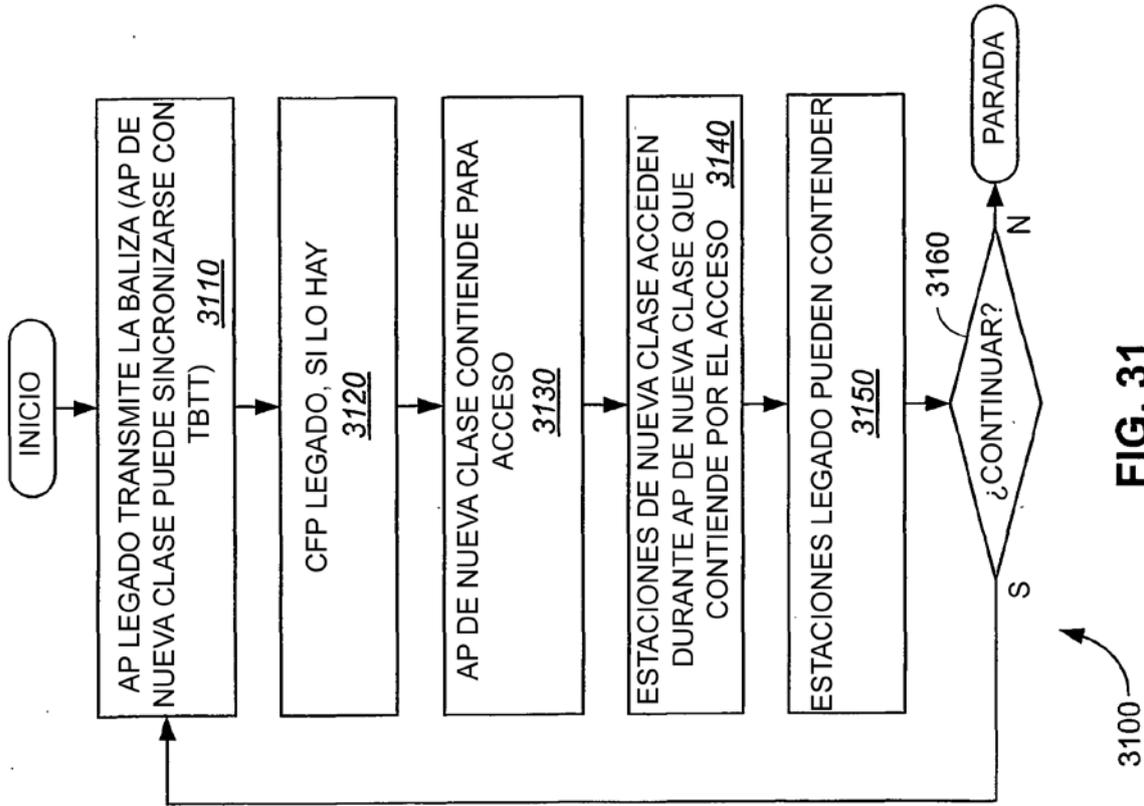
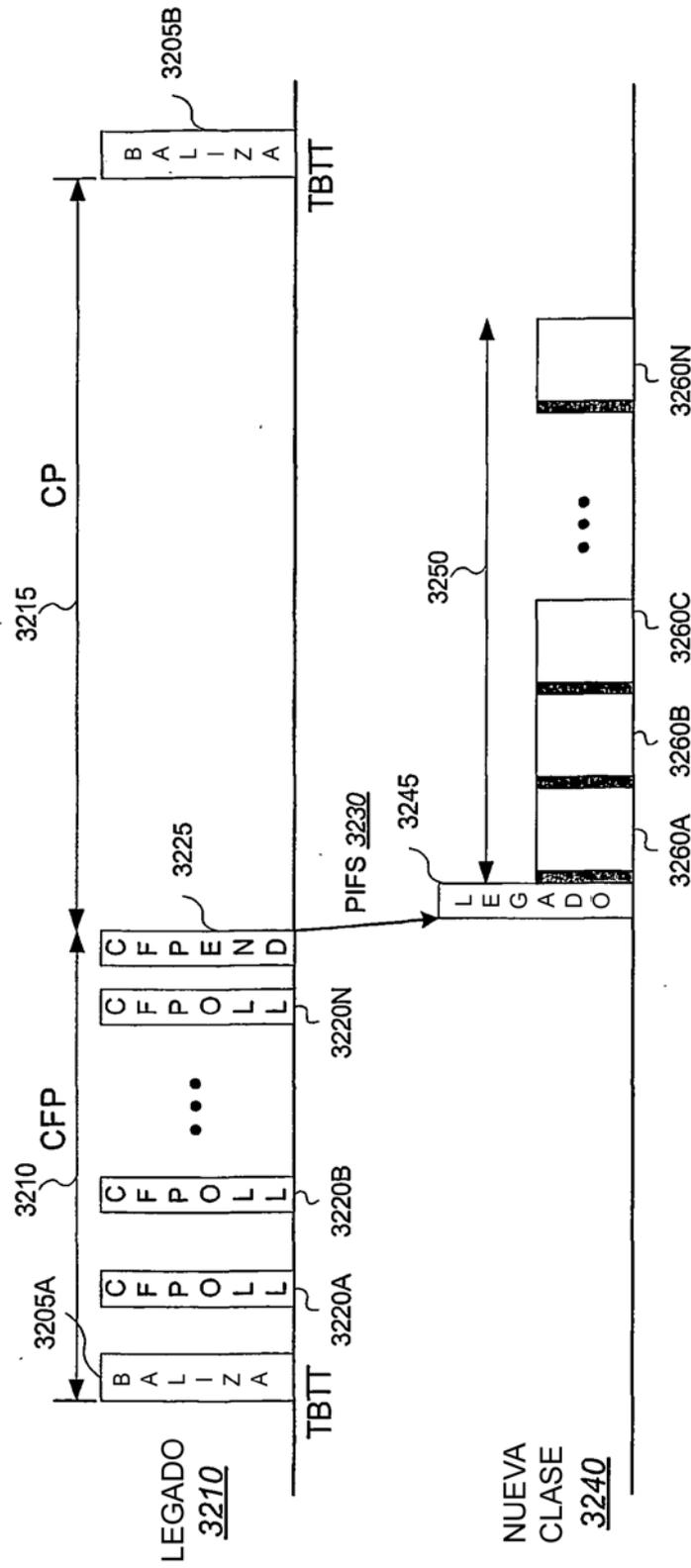


FIG. 31



**FIG. 32**

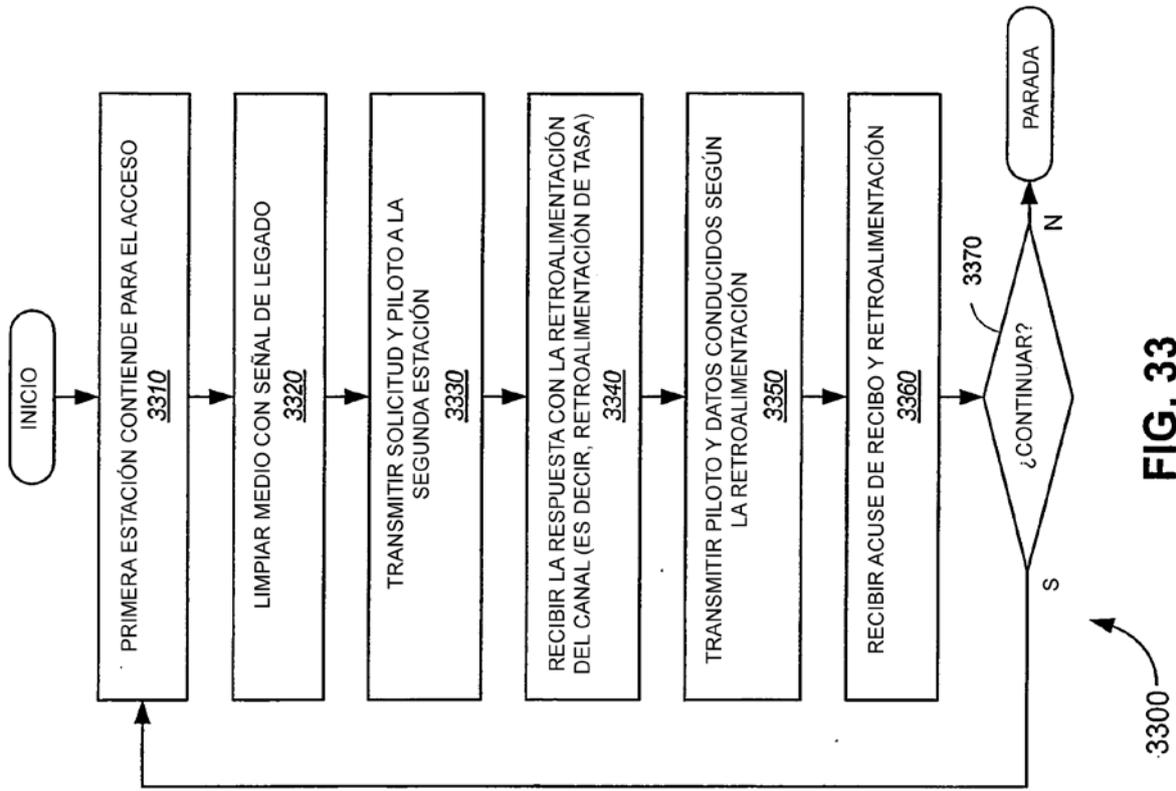


FIG. 33

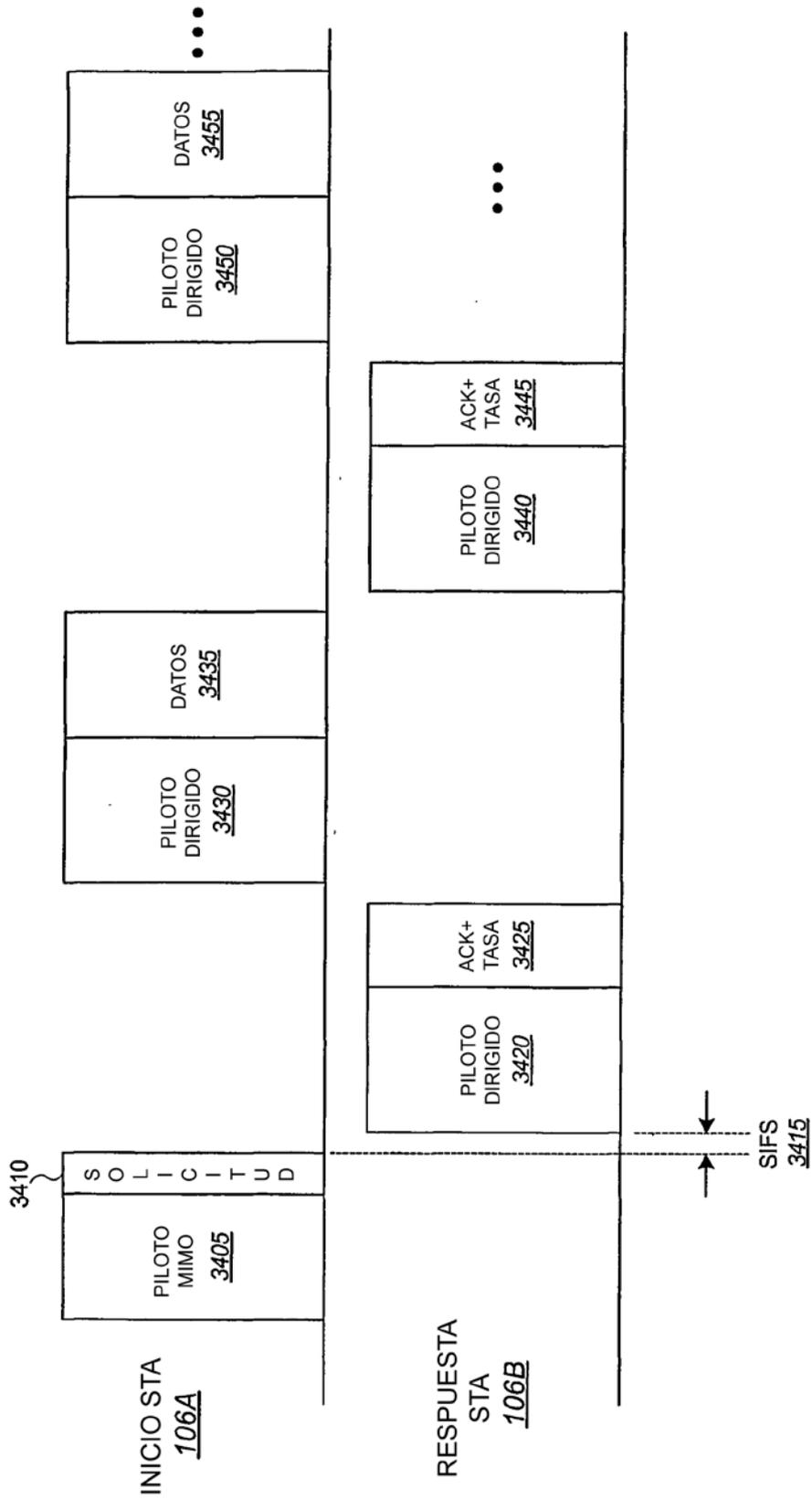
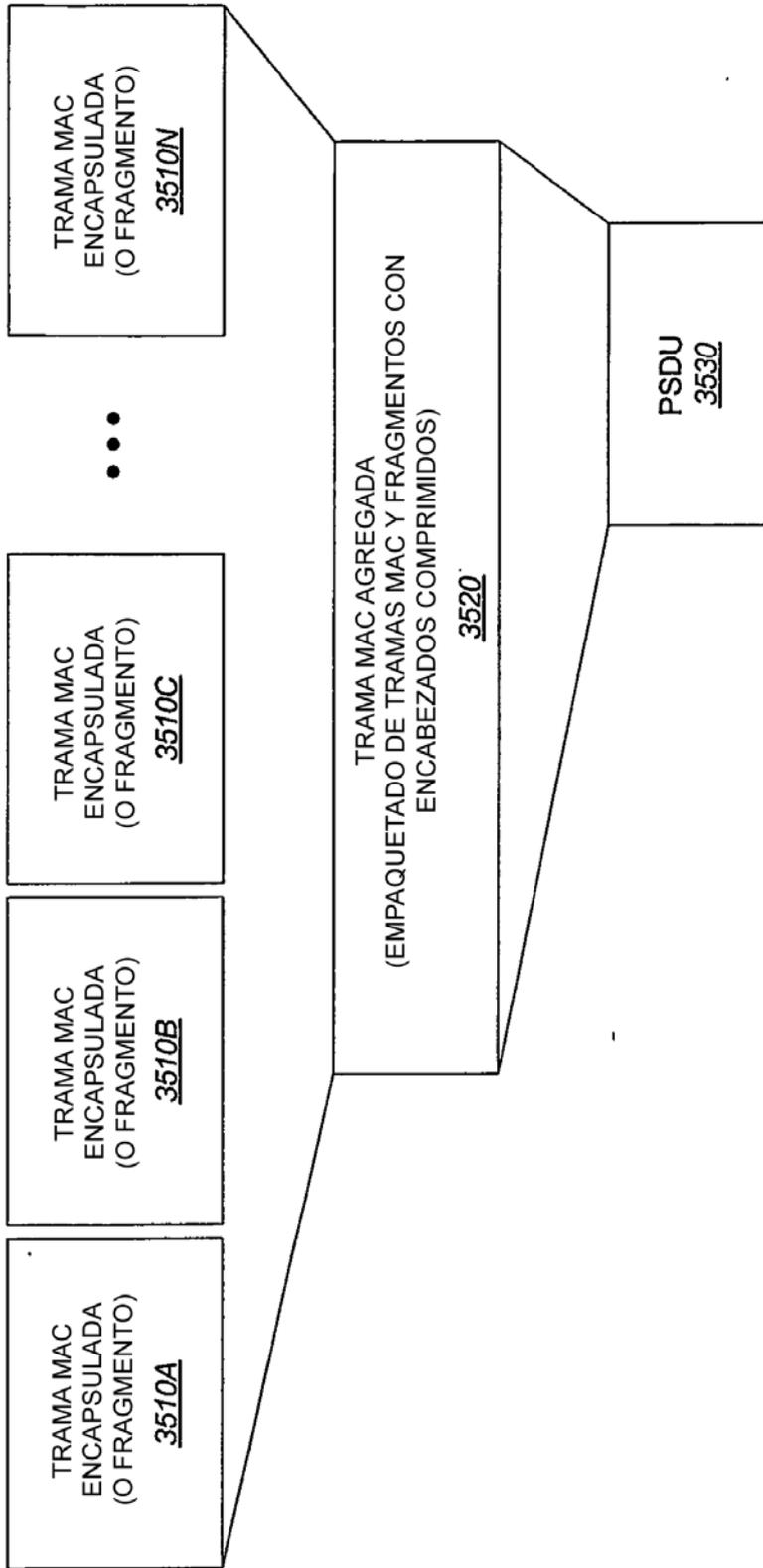
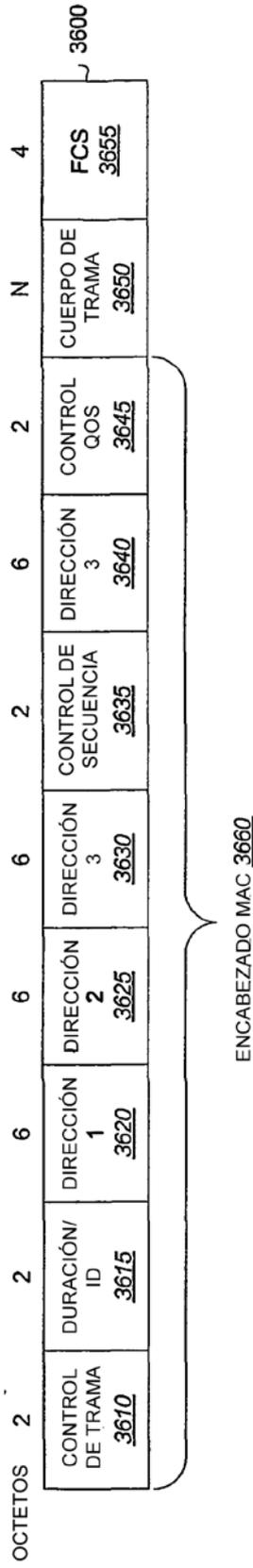


FIG. 34

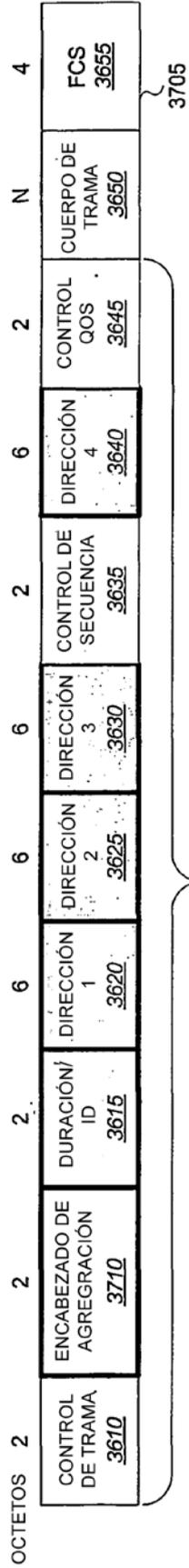


**FIG. 35**

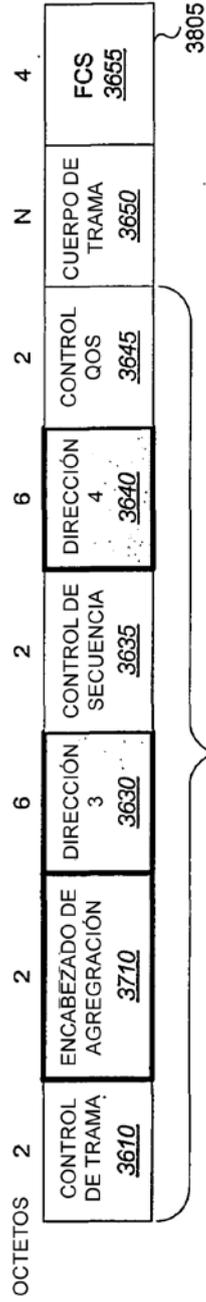


TÉCNICA ANTERIOR

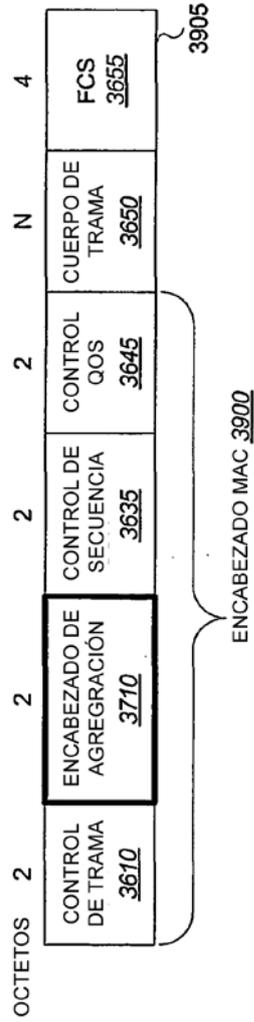
**FIG. 36**



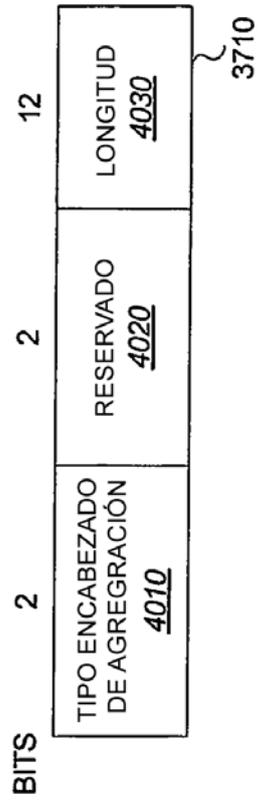
**FIG. 37**



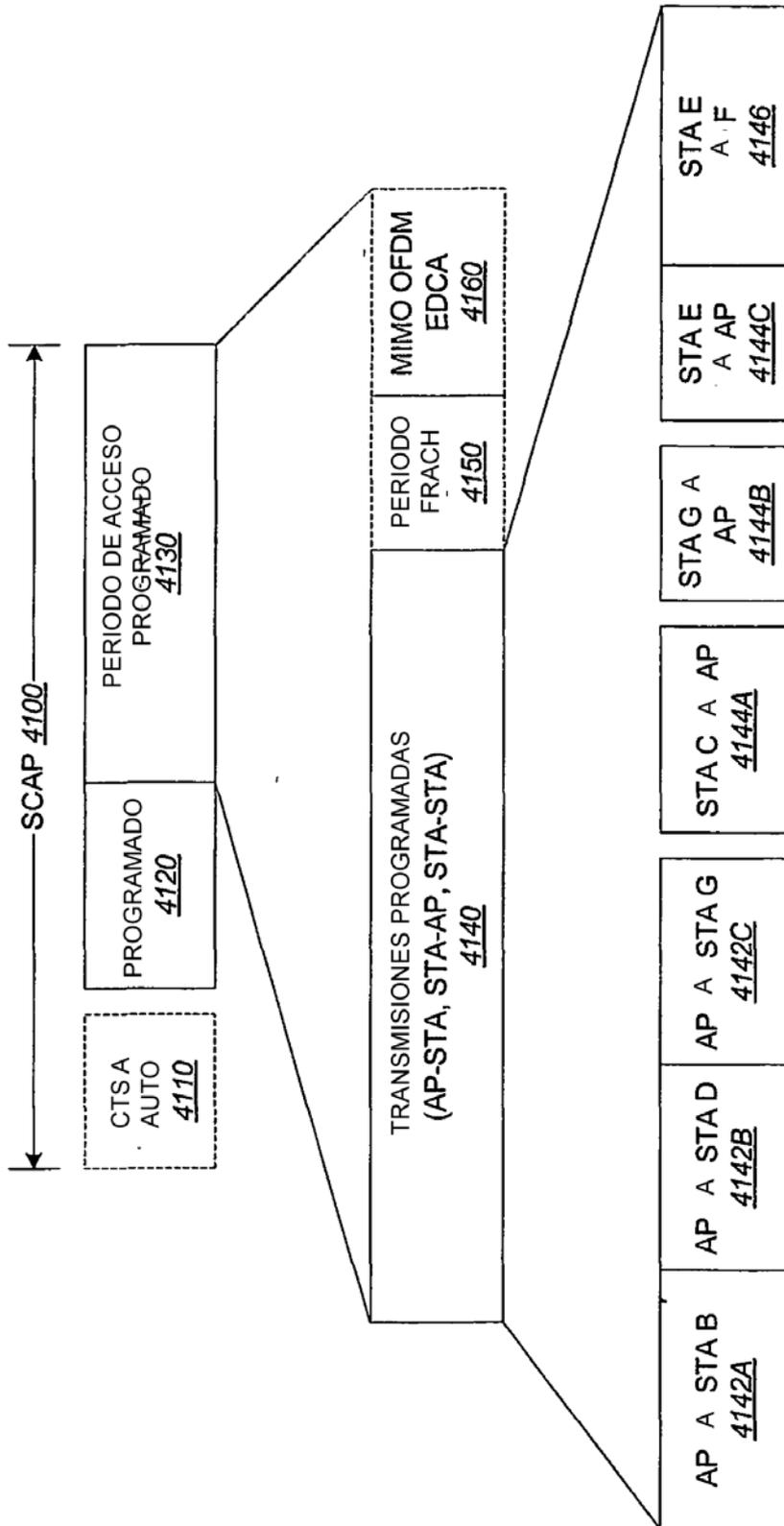
**FIG. 38**



**FIG. 39**



**FIG. 40**



**FIG. 41**

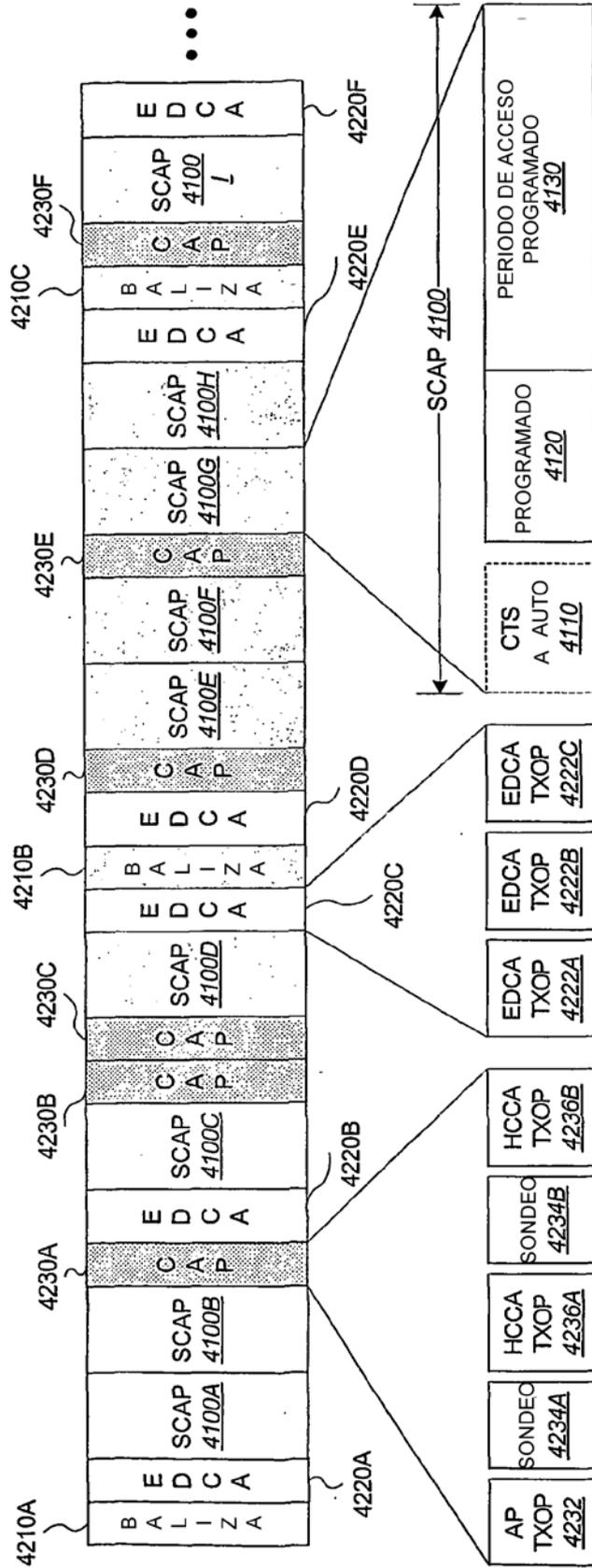


FIG. 42

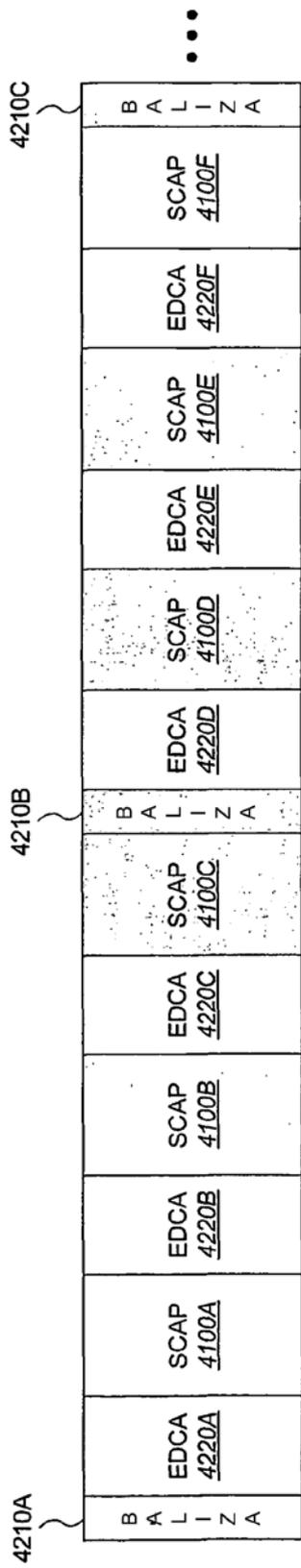


FIG. 43

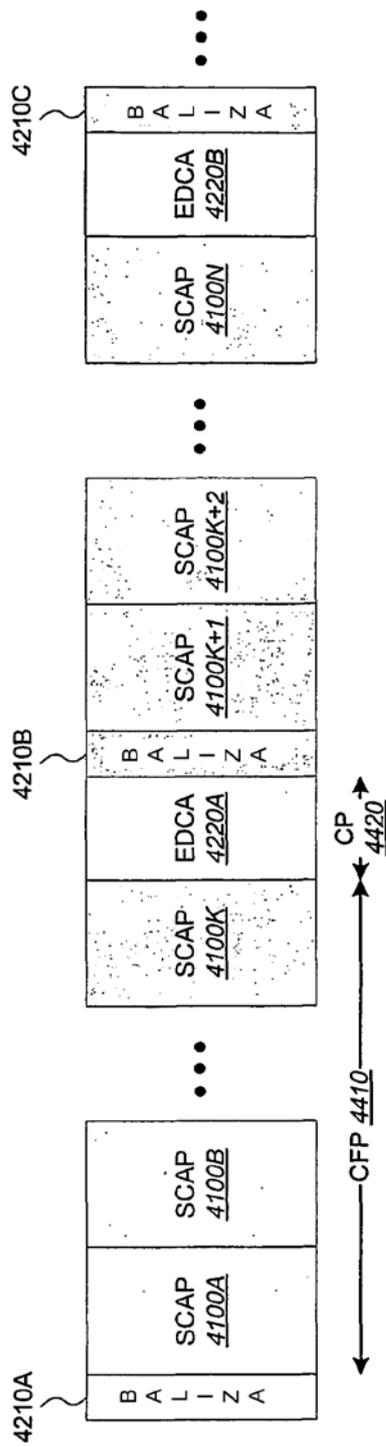


FIG. 44

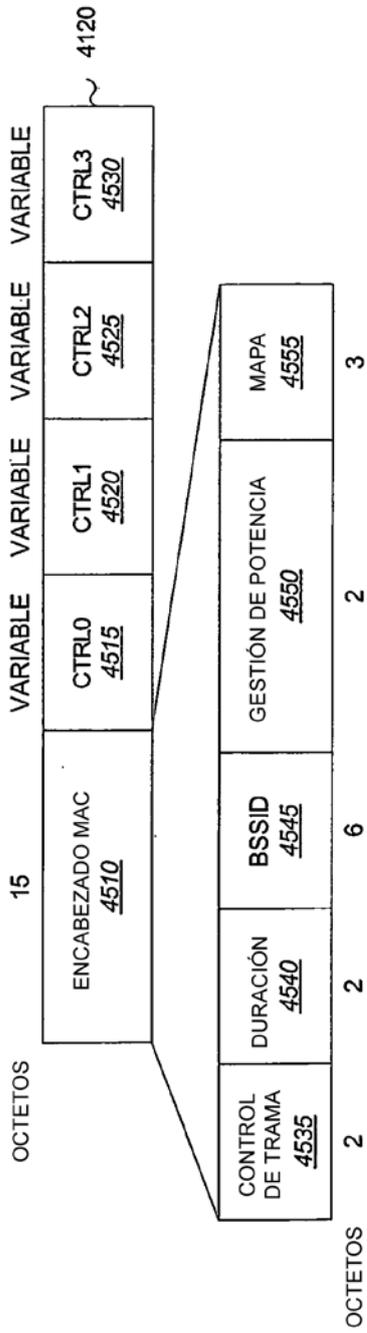


FIG. 45

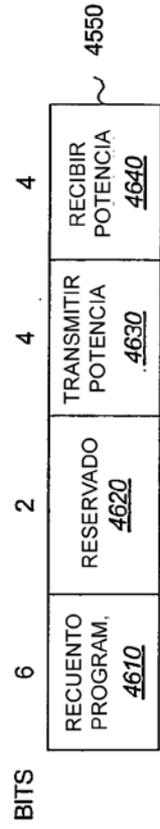
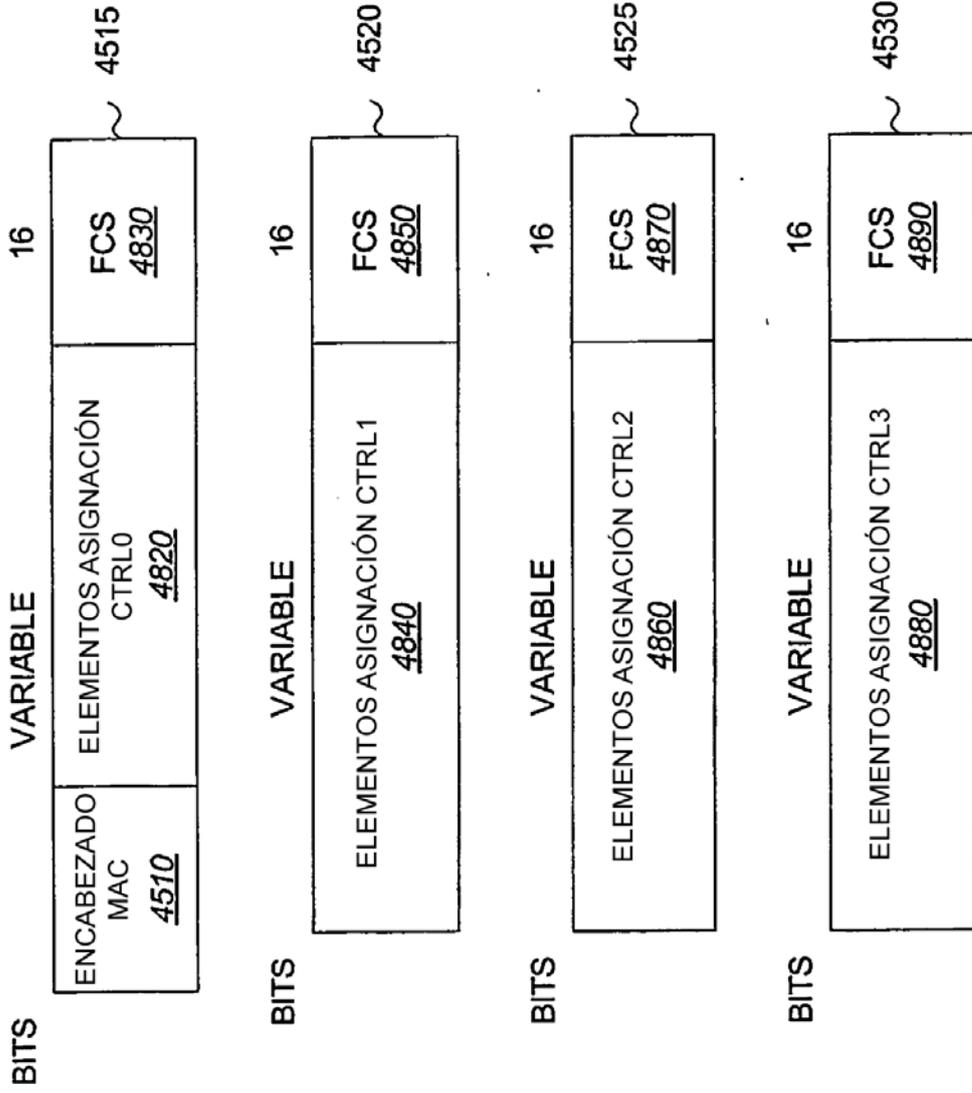


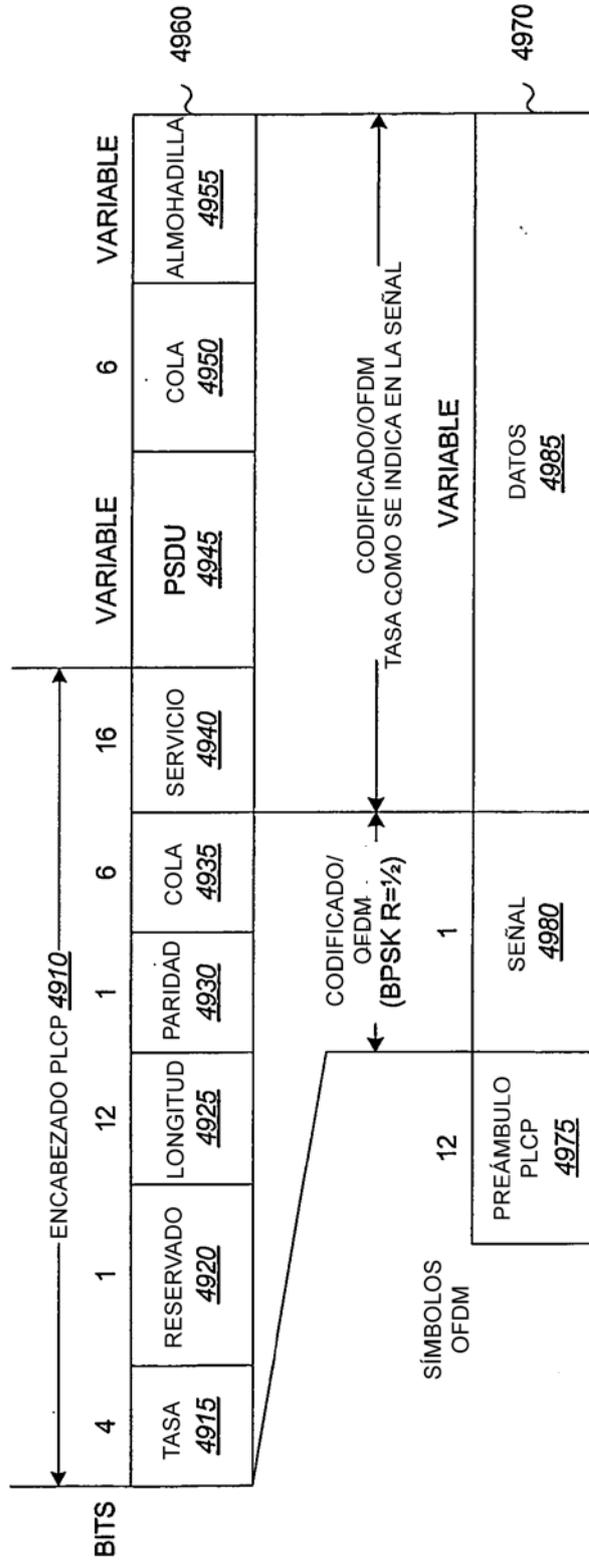
FIG. 46



FIG. 47



**FIG. 48**



TÉCNICA ANTERIOR

**FIG. 49**

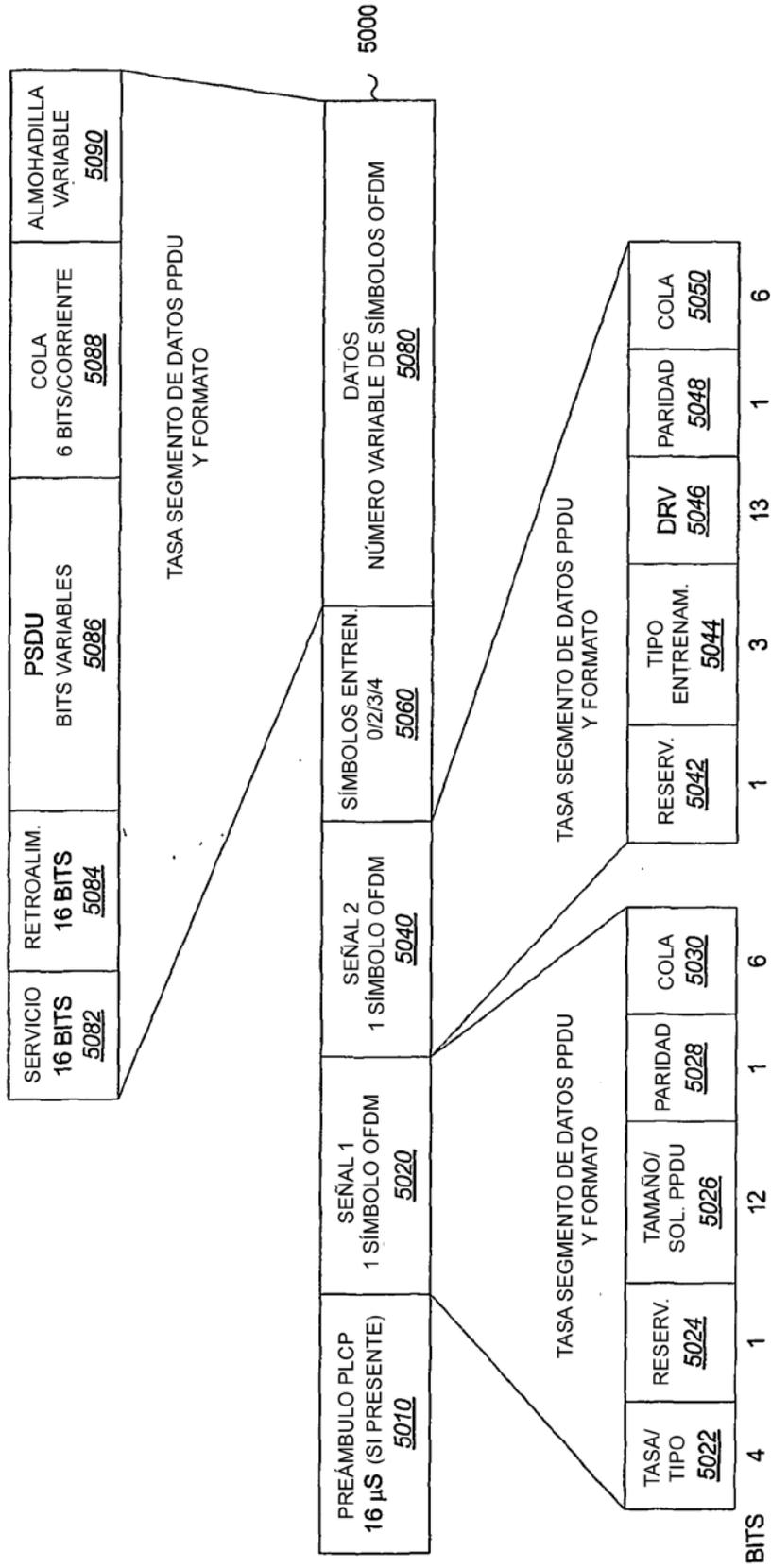


FIG. 50

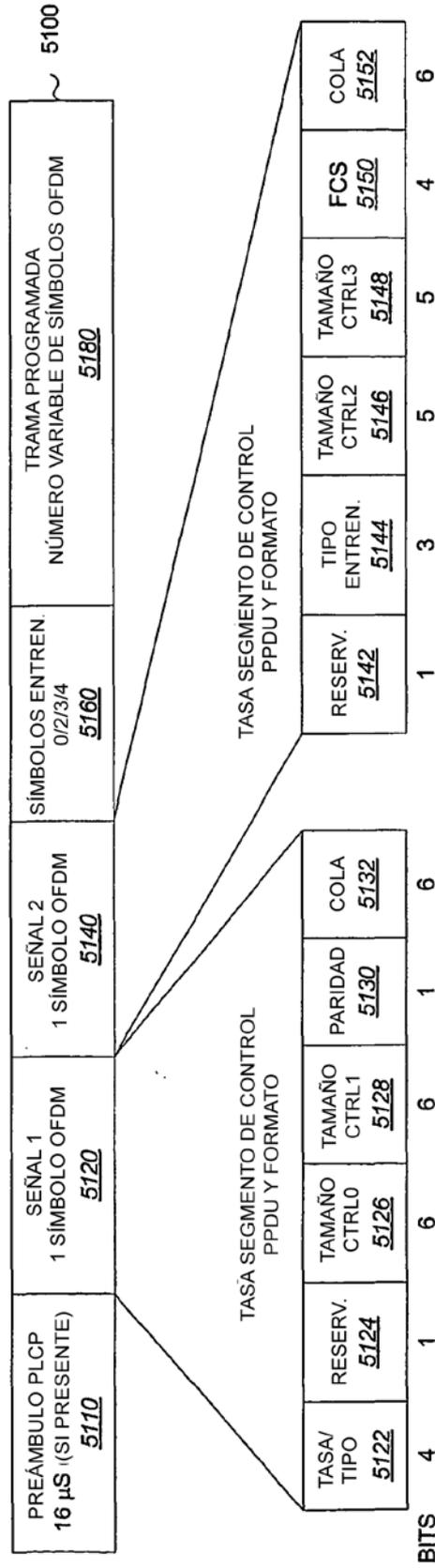


FIG. 51

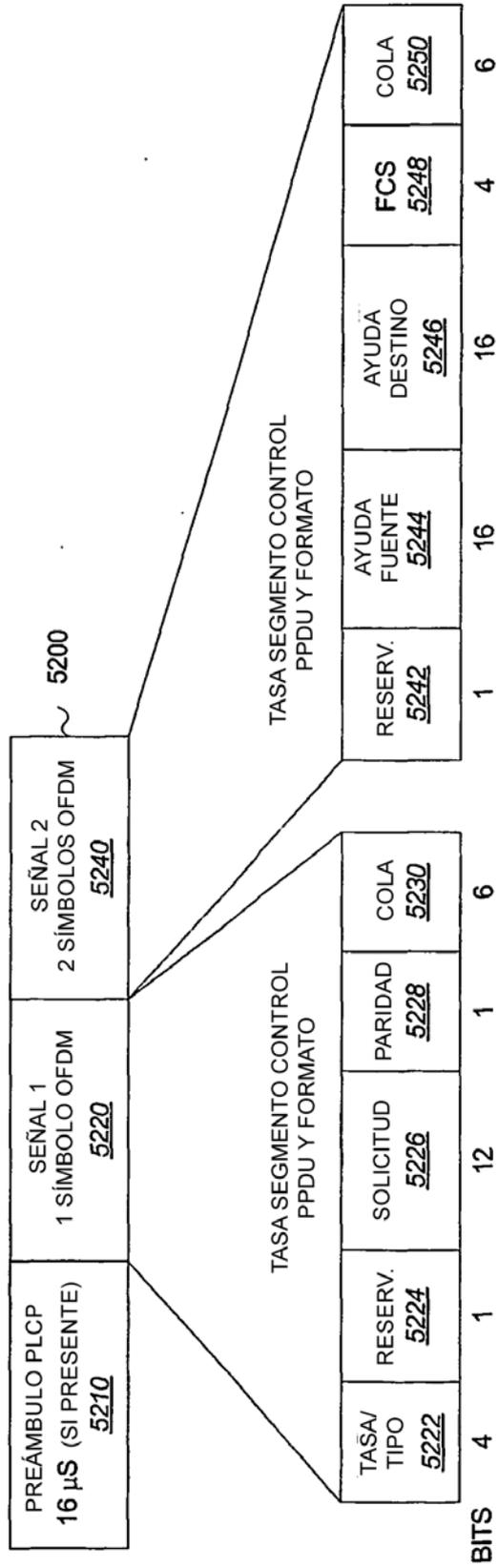


FIG. 52

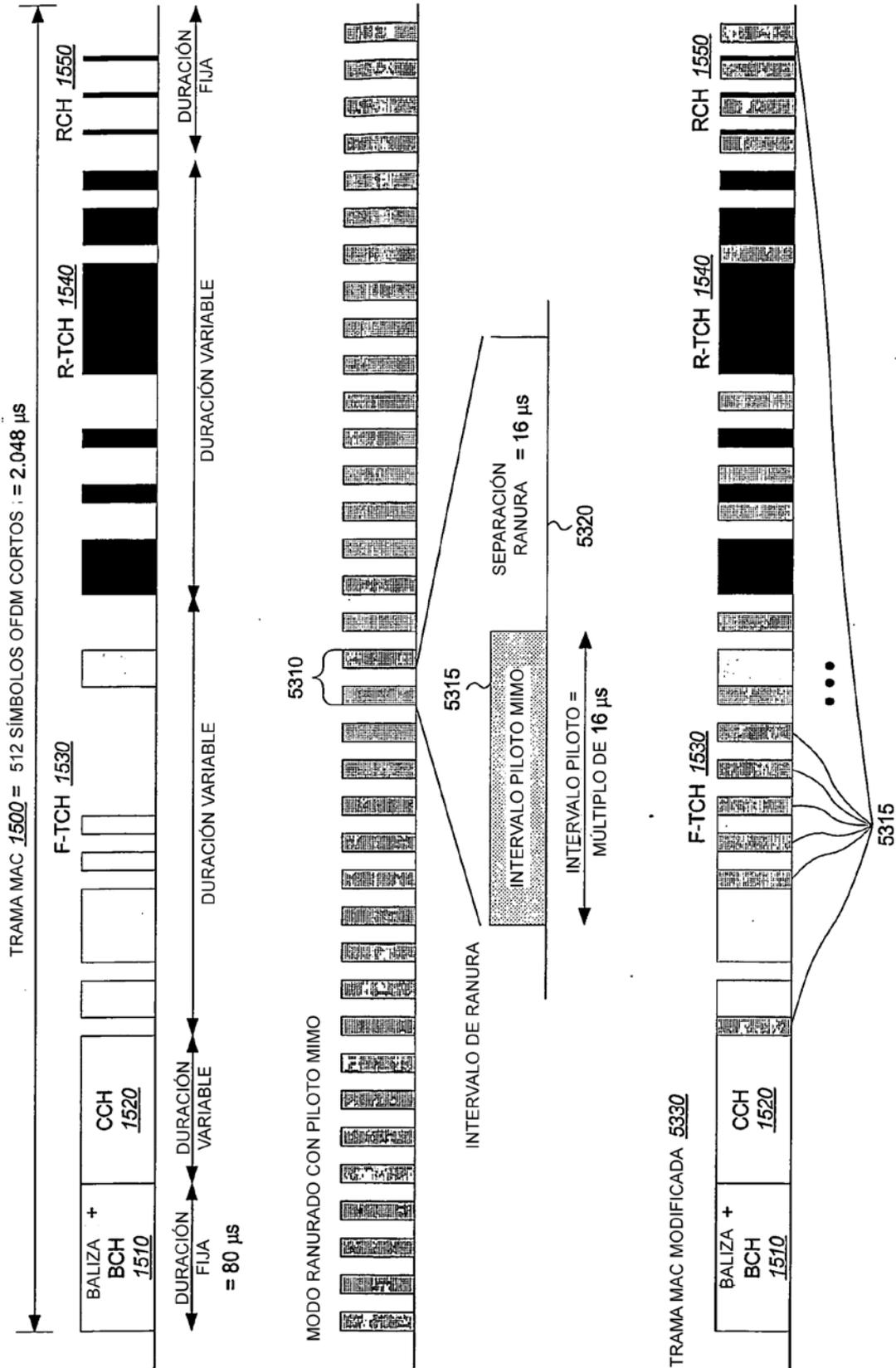


FIG. 53