

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 563**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2012 PCT/US2012/037653**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2012 WO12158565**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2012 E 12723032 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 2707984**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para comunicación inalámbrica de paquetes que tienen una pluralidad de formatos**

30 Prioridad:

**13.05.2011 US 201161486107 P  
21.05.2011 US 201161488714 P  
19.12.2011 US 201161577442 P  
27.12.2011 US 201161580613 P  
11.01.2012 US 201261585557 P  
08.05.2012 US 201213466983**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.03.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VERMANI, SAMEER;  
ABRAHAM, SANTOSH, P.;  
TAGHAVI NASRABADI, MOHAMMAD, HOSSEIN;  
JONES, VINCENT, K. y  
SAMPATH, HEMANTH**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 702 563 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistemas y procedimientos para comunicación inalámbrica de paquetes que tienen una pluralidad de formatos

5 **ANTECEDENTES**

**Campo**

10 **[0001]** La presente solicitud se refiere en general a comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a sistemas y procedimientos para comunicar paquetes que tengan una pluralidad de formatos diferentes.

**Antecedentes**

15 **[0002]** En muchos sistemas de telecomunicación, las redes de comunicaciones se usan para intercambiar mensajes entre varios dispositivos separados espacialmente que interactúan. Las redes pueden clasificarse de acuerdo al alcance geográfico, que podría ser, por ejemplo, un área metropolitana, un área local o un área personal. Dichas redes se designarían, respectivamente, red de área extensa (WAN), red de área metropolitana (MAN), red de área local (LAN) o red de área personal (PAN). Las redes difieren también de acuerdo a la técnica de conmutación/encaminamiento usada para interconectar los diversos nodos y dispositivos de red (por ejemplo, conmutación de circuitos frente a conmutación de paquetes), el tipo de medios físicos empleados para la transmisión (por ejemplo, medio cableados frente a inalámbricos) y el conjunto de protocolos de comunicación usados (por ejemplo, la familia de protocolos de Internet, SONET (Red Óptica Síncrona), Ethernet, etc.).

20 **[0003]** A menudo se prefieren las redes inalámbricas cuando los elementos de red son móviles y por tanto tienen necesidades de conectividad dinámica, o si la arquitectura de red se forma en una topología ad hoc, en lugar de una fija. Las redes inalámbricas emplean medios físicos intangibles en una modalidad de propagación no guiada que usa ondas electromagnéticas en las bandas de frecuencia de radio, microondas, infrarrojos, óptica, etc. Las redes inalámbricas facilitan de forma ventajosa la movilidad del usuario y la rápida implantación sobre el terreno en comparación con las redes cableadas fijas.

25 **[0004]** Los dispositivos en una red inalámbrica pueden transmitir/recibir información entre sí. La información puede comprender paquetes que, en algunos aspectos, pueden denominarse unidades de datos. Los paquetes pueden incluir información de sobrecarga (por ejemplo, información de cabecera, propiedades de paquete, etc.) que ayuda a encaminar el paquete a través de la red, identificar los datos del paquete, procesar el paquete, etc., así como datos, por ejemplo, datos de usuario, contenido de multimedia, etc., como los que se podrían transmitir en una carga útil del paquete.

30 **[0005]** Después de que se recibe un paquete, partes de la información de sobrecarga o control en un paquete pueden usarse para determinar parámetros para procesar datos transportados en el paquete. El paquete, sin embargo, puede formatearse de varias formas. En consecuencia, es ventajoso que un nodo transmisor sea capaz de determinar qué formato usar para una comunicación dada y generar la comunicación. De forma similar, es ventajoso que un nodo de recepción pueda determinar el formato del paquete y procesar los datos en el paquete en consecuencia. Por lo tanto, se desean sistemas, procedimientos y dispositivos mejorados para comunicar paquetes que tengan una pluralidad de formatos.

35 **[0006]** Los documentos WO 01/39449 A1 y US 2007/201350 A1 son documentos relevantes de la técnica anterior.

**RESUMEN**

40 **[0007]** La invención está definida por las reivindicaciones independientes. Formas de realización preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

45 **[0008]**

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación inalámbrica en el que pueden emplearse aspectos de la presente divulgación.

50 La figura 2 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica de la figura 1.

55 La figura 3 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en el dispositivo inalámbrico de la figura 2 para transmitir comunicaciones inalámbricas.

La figura 4 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en el dispositivo inalámbrico de la figura 2 para recibir comunicaciones inalámbricas.

5 La figura 5 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar de MIMO, que puede implementarse en dispositivos inalámbricos tales como el dispositivo inalámbrico de la figura 2 para transmitir comunicaciones inalámbricas.

10 La figura 6 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar de MIMO que puede implementarse en dispositivos inalámbricos tales como el dispositivo inalámbrico de la figura 2 para recibir comunicaciones inalámbricas.

La figura 7 es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo y carga útil de un paquete de capa física.

15 La figura 8A es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo y una carga útil de un paquete de capa física para la transmisión por un ancho de banda de esencialmente 1 MHz.

20 La figura 8B es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo y carga útil de un paquete de capa física para su transmisión por un ancho de banda de esencialmente 2 MHz, de acuerdo a un modo de usuario único.

25 La figura 8C es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo y una carga útil de un paquete de capa física para su transmisión por un ancho de banda de esencialmente 2 MHz, de acuerdo a una modalidad de múltiples usuarios.

La figura 9 ilustra un ejemplo de un formato de un paquete que tiene un campo de señal.

30 La figura 10 ilustra un ejemplo de un formato de un paquete que tiene un campo de señal y un campo de extensión.

La figura 11 ilustra un ejemplo de un formato de un paquete que tiene un campo de señal.

La figura 12 ilustra un ejemplo del campo de señal de la figura 9 o 10.

35 La figura 13A ilustra un ejemplo del campo de señal de la figura 9 o 10.

La figura 13B ilustra un ejemplo del campo de señal de la figura 9 o 10.

40 La figura 14 ilustra un ejemplo del campo de señal de la figura 9 o 10.

La figura 15 ilustra un ejemplo del campo de extensión de la figura 10.

La figura 16 ilustra un ejemplo del campo de extensión de la figura 10.

45 La figura 17 ilustra un formato ejemplar de un paquete que tiene un campo de señal y un campo de extensión.

La figura 18 ilustra un formato ejemplar de paquete.

50 Las figuras 19A y 19B ilustran formatos ejemplares de paquetes que tienen uno o más campos de señal.

La figura 20 ilustra un ejemplo de un campo de señal en la figura 19A o 19B.

La figura 21 ilustra un ejemplo de un campo de señal en la figura 19B.

55 Las figuras 22A, 22B y 22C ilustran formatos ejemplares de paquetes que tienen uno o más campos de señal.

La figura 23 ilustra un ejemplo de un campo de señal de las figuras 22A a 22C.

60 La figura 24 ilustra un ejemplo de un campo de señal de la figura 22A o 22B.

Las figuras 25A y 25B ilustran formatos ejemplares de paquetes que tienen uno o más campos de señal.

La figura 26 ilustra un ejemplo de un campo de señal de la figura 25A y 25B.

65 La figura 27 ilustra un ejemplo de un campo de extensión de la figura 25A y 25B.

La figura 28 ilustra un aspecto de un procedimiento para transmitir un paquete.

La figura 29 es un diagrama de bloques funcionales de un dispositivo inalámbrico ejemplar que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica de la figura 1.

La figura 30 ilustra un aspecto de un procedimiento para recibir un paquete.

La figura 31 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica de la figura 1.

La figura 32 ilustra diversos componentes de ejemplo que pueden utilizarse en el receptor de la figura 2.

La figura 33 ilustra un ejemplo del campo de señal de la figura 11.

La figura 34 ilustra un aspecto de un procedimiento para transmitir un paquete.

La figura 35 es un diagrama de bloques funcionales de un dispositivo inalámbrico ejemplar que puede emplearse dentro del sistema de comunicaciones inalámbricas de la figura 1.

La figura 36 ilustra un aspecto de un procedimiento para recibir un paquete.

La figura 37 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar que puede emplearse dentro del sistema de comunicaciones inalámbricas de la figura 1.

La figura 38 ilustra un aspecto de un procedimiento para recibir una parte de un paquete.

La figura 39 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar que puede emplearse dentro del sistema de comunicaciones inalámbricas de la figura 1.

La figura 40 ilustra un aspecto de un procedimiento para transmitir un paquete.

La figura 41 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar que puede emplearse dentro del sistema de comunicaciones inalámbricas de la figura 1.

La figura 42 ilustra un aspecto de un procedimiento para recibir una parte de un paquete.

La figura 43 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica de la figura 1.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0009] En lo sucesivo se describen de forma más detallada diversos aspectos de los sistemas, aparatos y procedimientos novedosos, con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la divulgación de estas enseñanzas puede realizarse de muchas formas diferentes y no debería considerarse limitada a ninguna de las estructuras o funciones específicas presentadas a lo largo de esta divulgación. En su lugar, estos aspectos se proporcionan para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita por completo el alcance de la divulgación a los expertos en la materia. Basándose en las enseñanzas en el presente documento, un experto en la materia debería apreciar que el alcance de la divulgación está concebido para abarcar cualquier aspecto de los sistemas, aparatos y procedimientos novedosos divulgados en el presente documento, ya sean implementados de forma independiente de, o en combinación con, cualquier otro aspecto de la presente invención. Por ejemplo, un aparato se puede implementar o un procedimiento se puede llevar a la práctica usando cualquier número de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, el alcance de la invención está concebido para abarcar uno de dichos aparatos o procedimientos que se lleva a la práctica usando otra estructura, otra funcionalidad u otras estructura y funcionalidad, de forma adicional o alternativa a los diversos aspectos de la presente invención expuestos en el presente documento. Debería entenderse que cualquier aspecto divulgado en el presente documento puede realizarse mediante uno o más elementos de una reivindicación.

[0010] Aunque en el presente documento se describen aspectos particulares, muchas variantes y permutaciones de estos aspectos quedan dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferidos, el alcance de la divulgación no pretende limitarse a beneficios, usos u objetivos particulares. En cambio, los aspectos de la divulgación pretenden ser ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferidos. La descripción detallada y los dibujos son simplemente ilustrativos de la divulgación y no limitativos, estando el alcance de la divulgación definido por las reivindicaciones adjuntas y los equivalentes de las mismas.

**[0011]** Las tecnologías de redes inalámbricas pueden incluir diversos tipos de redes de área local inalámbricas (WLAN). Se puede usar una WLAN para interconectar entre sí dispositivos cercanos, empleando protocolos de red usados ampliamente. Los diversos aspectos descritos en el presente documento pueden aplicarse a cualquier norma de comunicación, tal como WiFi o, más en general, a cualquier miembro de la familia IEEE 802.11 de protocolos inalámbricos. Por ejemplo, los diversos aspectos descritos en el presente documento pueden usarse como parte del protocolo IEEE 802.11ah, que usa subbandas de 1 GHz.

**[0012]** En algunos aspectos, las señales inalámbricas de una subbanda de gigahercios pueden transmitirse de acuerdo al protocolo 802.11ah, usando multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM), comunicaciones de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS), una combinación de comunicaciones de OFDM y DSSS, u otros esquemas. Pueden usarse implementaciones del protocolo 802.11ah para sensores, dispositivos de medición y redes eléctricas inteligentes. De manera ventajosa, aspectos de determinados dispositivos que implementan el protocolo 802.11ah pueden consumir menos potencia que dispositivos que implementan otros protocolos inalámbricos, y/o se pueden usar para transmitir señales inalámbricas a través de una distancia relativamente larga, por ejemplo, de aproximadamente un kilómetro o más.

**[0013]** Algunos de los dispositivos descritos en el presente documento pueden implementar adicionalmente tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), y ser implementados como parte de la norma 802.11ah. Un sistema de MIMO emplea múltiples ( $N_T$ ) antenas transmisoras y múltiples ( $N_R$ ) antenas receptoras para la transmisión de datos. Un canal de MIMO formado por las  $N_T$  antenas transmisoras y las  $N_R$  antenas receptoras puede descomponerse en  $N_S$  canales independientes, que también se denominan canales o flujos espaciales, donde  $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ . Cada uno de los  $N_S$  canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema de MIMO puede proporcionar un rendimiento mejorado (por ejemplo, un mayor caudal y/o una mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas transmisoras y receptoras.

**[0014]** En algunas implementaciones, una WLAN incluye diversos dispositivos que son los componentes que acceden a la red inalámbrica. Por ejemplo, puede haber dos tipos de dispositivos: puntos de acceso ("AP") y clientes (también denominados estaciones o "STA"). En general, un AP sirve como concentrador o estación base para la WLAN y una STA sirve como usuario de la WLAN. Por ejemplo, una STA puede ser un ordenador portátil, un asistente personal digital (PDA), un teléfono móvil, etc. En un ejemplo, una STA se conecta a un AP mediante un enlace inalámbrico compatible con WiFi (por ejemplo, un protocolo IEEE 802.11, tal como 802.11ah) para obtener conectividad general a Internet o a otras redes de área extensa. En algunas implementaciones, puede usarse también una STA como un AP.

**[0015]** Un punto de acceso ("AP") puede también comprender, implementarse como o conocerse como, un nodoB, un controlador de red de radio ("RNC"), un eNodoB, un controlador de estación base ("BSC"), una estación transceptora base ("BTS"), una estación base ("BS"), una función transceptora ("TF"), un encaminador de radio, un transceptor de radio, o con alguna otra terminología.

**[0016]** Una estación "STA" también puede comprender, implementarse como o conocerse como, un terminal de acceso ("AT"), una estación de abonado, una unidad de abonado, una estación móvil, una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo de usuario, o con alguna otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono celular, un teléfono sin cable, un teléfono del protocolo de inicio de sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente digital personal ("PDA"), un dispositivo manual con capacidad de conexión inalámbrica o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. En consecuencia, uno o más aspectos enseñados en el presente documento se pueden incorporar a un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular o un teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), un dispositivo de comunicación portátil, un auricular, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente personal de datos), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o de vídeo o una radio por satélite), un dispositivo o sistema de juegos, un dispositivo de sistema de posicionamiento global o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse a través de un medio inalámbrico.

**[0017]** Como se ha expuesto anteriormente, determinados dispositivos descritos en el presente documento pueden implementar la norma 802.11ah, por ejemplo. Dichos dispositivos, ya sea que se usen como una STA o un AP o como otro dispositivo, se pueden usar en dispositivos de medición inteligentes o en una red eléctrica inteligente. Dichos dispositivos pueden proporcionar aplicaciones de sensor o usarse en domótica. Los dispositivos se pueden usar, en cambio o además, en un contexto de asistencia sanitaria, por ejemplo para asistencia sanitaria particular. Se pueden usar también para vigilancia, para activar la conectividad a Internet de alcance extendido (por ejemplo, para su uso con puntos de acceso intensivo) o para implementar comunicaciones de máquina a máquina.

**[0018]** La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de una comunicación inalámbrica 100 en el que pueden emplearse aspectos de la presente divulgación. El sistema de comunicación inalámbrica 100 puede funcionar conforme a una norma inalámbrica, por ejemplo, la norma 802.11ah. El sistema de comunicación inalámbrica 100 puede incluir un AP 104, que se comunique con las STA 106a, 106b, 106c y 106d (colectivamente, las STA 106).

**[0019]** Se pueden usar varios procesos y procedimientos para transmisiones en el sistema de comunicación inalámbrica 100 entre el AP 104 y las STA 106. Por ejemplo, se pueden enviar y recibir señales entre el AP 104 y las STA 106 de acuerdo a técnicas de OFDM/OFDMA. Si este es el caso, el sistema de comunicación inalámbrica 100 se puede denominar sistema de OFDM/OFDMA. De forma alternativa, se pueden enviar y recibir señales entre el AP 104 y las STA 106 de acuerdo a técnicas de CDMA. Si este es el caso, el sistema de comunicación inalámbrica 100 se puede denominar sistema de CDMA.

**[0020]** Un enlace de comunicación que facilita la transmisión desde el AP 104 a una o más de las STA 106 se puede denominar enlace descendente (DL) 108 y un enlace de comunicación que facilita la transmisión desde una o más de las STA 106 al AP 104 se puede denominar enlace ascendente (UL) 110. De forma alternativa, un enlace descendente 108 se puede denominar enlace directo o canal directo, y un enlace ascendente 110 se puede denominar enlace inverso o canal inverso.

**[0021]** El AP 104 puede actuar como una estación base y proporcionar cobertura de comunicación inalámbrica en un área de servicios básicos (BSA) 102. El AP 104, junto con las STA 106 asociadas al AP 104 y que usan el AP 104 para la comunicación, se pueden denominar conjunto de servicios básicos (BSS). Cabe destacar que el sistema de comunicación inalámbrica 100 puede no tener un AP central 104, sino que, en cambio, puede funcionar como una red de igual a igual entre las STA 106. En consecuencia, las funciones del AP 104 descritas en el presente documento pueden realizarse, de forma alternativa, mediante una o más de las STA 106.

**[0022]** La figura 2 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico 202 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100. El dispositivo inalámbrico 202 es un ejemplo de un dispositivo que puede estar configurado para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 202 puede comprender el AP 104 o una de las STA 106 de la figura 1.

**[0023]** El dispositivo inalámbrico 202 puede incluir un procesador 204 que controla el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 202. El procesador 204 se puede denominar también unidad central de procesamiento (CPU). La memoria 206, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 204. Una parte de la memoria 206 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 204 realiza habitualmente operaciones lógicas y aritméticas basándose en instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 206. Las instrucciones en la memoria 206 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

**[0024]** Cuando el dispositivo inalámbrico 202 se implementa o se usa como un nodo de transmisión, el procesador 204 puede configurarse para seleccionar uno entre una pluralidad de formatos de paquetes, y para generar un paquete que tiene ese formato. Por ejemplo, el procesador 204 puede configurarse para generar un paquete que comprende un preámbulo, tal como un preámbulo de capa física, y una carga útil y para determinar si se incluye un campo de extensión en el preámbulo, como se expone con más detalle a continuación. El procesador 204 puede estar configurado además para generar un paquete que tiene un campo de entrenamiento con una secuencia repetida.

**[0025]** Cuando el dispositivo inalámbrico 202 se implementa o se usa como un nodo de recepción, el procesador 204 puede estar configurado para procesar paquetes con una pluralidad de formatos. Por ejemplo, el procesador 204 puede configurarse para procesar una carga útil de un paquete basándose en un preámbulo del paquete. En algunos aspectos, el preámbulo incluye un campo de extensión, como se expone con más detalle a continuación.

**[0026]** El procesador 204 puede comprender o ser un componente de un sistema de procesamiento implementado con uno o más procesadores. Los uno o más procesadores pueden implementarse con cualquier combinación de microprocesadores de uso general, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), controladores, máquinas de estados, lógica de compuertas, componentes de hardware discretos, máquinas de estados finitos de hardware dedicado u otras entidades adecuadas cualesquiera, que puedan realizar cálculos u otras manipulaciones de información.

**[0027]** El sistema de procesamiento también puede incluir medios legibles por máquina para almacenar software. Se interpretará en sentido amplio que software significa cualquier tipo de instrucciones, independientemente de si se denomina software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otra forma. Las instrucciones pueden incluir código (por ejemplo, en formato de código fuente, formato de código binario, formato de código ejecutable o cualquier otro formato de código adecuado). Las instrucciones, cuando son ejecutadas por los uno o más procesadores, hacen que el sistema de procesamiento realice las diversas funciones descritas en el presente documento.

- 5 [0028] El dispositivo inalámbrico 202 puede incluir también una carcasa 208 que puede incluir un transmisor 210 y/o un receptor 212 para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo inalámbrico 202 y una ubicación remota. El transmisor 210 y el receptor 212 se pueden combinar en un transceptor 214. Una antena 216 puede conectarse a la carcasa 208 y acoplarse eléctricamente al transceptor 214. El dispositivo inalámbrico 202 también puede incluir múltiples transmisores, múltiples receptores, múltiples transceptores y/o múltiples antenas (no mostrados).
- 10 [0029] El transmisor 210 puede estar configurado para transmitir de forma inalámbrica paquetes que tienen una pluralidad de formatos diferentes. Por ejemplo, el transmisor 210 puede configurarse para transmitir diferentes tipos de paquetes generados por el procesador 204, expuesto anteriormente.
- 15 [0030] El receptor 212 puede estar configurado para recibir de forma inalámbrica paquetes que tienen una pluralidad de formatos diferentes. En algunos aspectos, el receptor 212 está configurado para detectar un tipo de paquete recibido, tal como se expone con más detalle a continuación. Por ejemplo, el receptor puede implementar un procedimiento de autodetección para determinar un formato de un paquete recibido antes de que el sistema de procesamiento procese el paquete o una carga útil del mismo.
- 20 [0031] El dispositivo inalámbrico 202 también puede incluir un detector de señales 218 que puede usarse para detectar y cuantificar el nivel de señales recibidas por el transceptor 214. El detector de señales 218 puede detectar señales tales como la energía total, la energía por subportadora por símbolo, la densidad espectral de potencia y otras señales. El dispositivo inalámbrico 202 también puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 220 para su uso en el procesamiento de señales. El DSP 220 puede configurarse para generar un paquete para su transmisión. En algunos aspectos, el paquete puede comprender una unidad de datos de capa física (PPDU).
- 25 [0032] El dispositivo inalámbrico 202 puede comprender además una interfaz de usuario 222 en algunos aspectos. La interfaz de usuario 222 puede comprender un panel de teclas, un micrófono, un altavoz y/o una pantalla. La interfaz de usuario 222 puede incluir cualquier elemento o componente que transmita información a un usuario del dispositivo inalámbrico 202 y/o reciba una entrada del usuario.
- 30 [0033] Los diversos componentes del dispositivo inalámbrico 202 pueden acoplarse entre sí mediante un sistema de bus 226. El sistema de bus 226 puede incluir un bus de datos, por ejemplo, así como un bus de energía, un bus de señales de control y un bus de señales de estado, además del bus de datos. Los componentes del dispositivo inalámbrico 202 pueden acoplarse adicionalmente entre sí o aceptar o proporcionar entradas entre sí usando algún otro mecanismo.
- 35 [0034] Aunque se ilustra una serie de componentes independientes en la figura 2, uno o más de los componentes pueden combinarse o implementarse en común. Por ejemplo, el procesador 204 puede usarse para implementar no solo la funcionalidad descrita anteriormente con respecto al procesador 204, sino también para implementar la funcionalidad descrita anteriormente con respecto al detector de señales 218 y/o al DSP 220. Además, cada uno de los componentes ilustrados en la figura 2 puede implementarse usando una pluralidad de elementos independientes. Además, el procesador 204 puede usarse para implementar cualquiera de los componentes, módulos, circuitos o similares, ya descritos, o cada uno puede implementarse usando una pluralidad de elementos independientes.
- 40 [0035] Para facilitar la referencia, cuando el dispositivo inalámbrico 202 está configurado como un nodo de transmisión, en lo sucesivo puede denominarse dispositivo inalámbrico 202t. Del mismo modo, cuando el dispositivo inalámbrico 202 está configurado como un nodo de recepción, en lo sucesivo puede denominarse dispositivo inalámbrico 202r. Un dispositivo en el sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1 puede implementar solo la funcionalidad de un nodo de transmisión, solo la funcionalidad de un nodo de recepción o tanto la funcionalidad de un nodo de transmisión como la de un nodo de recepción.
- 45 [0036] El dispositivo inalámbrico 202t de la figura 3 puede comprender un modulador 302 configurado para modular bits para su transmisión. Por ejemplo, el modulador 302 puede determinar una pluralidad de símbolos a partir de bits recibidos desde el procesador 204 (figura 2) o la interfaz de usuario 222 (figura 2), por ejemplo, correlacionando bits con una pluralidad de símbolos de acuerdo a una constelación. Los bits pueden corresponder a datos de usuario o a información de control. En algunos aspectos, los bits se reciben en palabras de código. En un aspecto, el modulador 302 comprende un modulador de QAM (modulación de amplitud en cuadratura), por ejemplo, un modulador 16-QAM o un modulador 64-QAM. En otros aspectos, el modulador 302 comprende un modulador por desplazamiento de fase binaria (BPSK) o un modulador por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK).
- 50 [0037] El dispositivo inalámbrico 202t puede comprender además un módulo de transformación 304 configurado para convertir símbolos, o bits modulados de otro modo, desde el modulador 302 a un dominio de tiempo. En la figura 3, el módulo de transformación 304 se ilustra como implementado mediante un módulo de transformación rápida de Fourier inversa (IFFT). En algunas implementaciones, puede haber múltiples módulos de transformación (no mostrados) que transforman unidades de datos de diferentes tamaños. En algunas implementaciones, el

módulo de transformación 304 en sí mismo puede estar configurado para transformar unidades de datos de diferentes tamaños. Por ejemplo, el módulo de transformación 304 puede estar configurado con una pluralidad de modalidades, y puede usar un número diferente de puntos para convertir los símbolos en cada modalidad. Por ejemplo, la IFFT puede tener una modalidad en la que se usan 32 puntos para convertir símbolos que se transmiten en 32 tonos (es decir, subportadoras) en un dominio de tiempo, y una modalidad en la que se usan 64 puntos para convertir símbolos que se transmiten en 64 tonos hacia un dominio de tiempo. El número de puntos usados por el módulo de transformación 304 se puede denominar tamaño del módulo de transformación 304.

**[0038]** En la figura 3, el modulador 302 y el módulo de transformación 304 se ilustran como implementados en el DSP 320. Sin embargo, en algunos aspectos, uno entre el modulador 302 y el módulo de transformación 304, o ambos, están implementados en el procesador 204 o en otro elemento del dispositivo inalámbrico 202t (por ejemplo, véase la descripción anterior con referencia a la figura 2).

**[0039]** Como se ha expuesto anteriormente, el DSP 320 puede estar configurado para generar una unidad de datos para transmisión. En algunos aspectos, el modulador 302 y el módulo de transformación 304 pueden estar configurados para generar una unidad de datos que comprende una pluralidad de campos que incluyen información de control y una pluralidad de símbolos de datos. Los campos que incluyen la información de control pueden comprender uno o más campos de adaptación, por ejemplo, y uno o más campos de señal (SIG). Cada uno de los campos de adaptación puede incluir una secuencia conocida de bits o símbolos. Cada uno de los campos SIG puede incluir información acerca de la unidad de datos, por ejemplo, una descripción de una longitud o velocidad de datos de la unidad de datos.

**[0040]** En algunos aspectos, el DSP 320 está configurado para insertar uno o más campos de entrenamiento entre una pluralidad de símbolos de datos. El DSP 320 puede determinar una posición o ubicación de los uno o más campos de entrenamiento en la unidad de datos, basándose en la información recibida desde el procesador 204 (figura 2) y/o almacenada en la memoria 206 (figura 2) o en una parte del DSP 320. La inserción de los campos de entrenamiento en la unidad de datos se expondrá en detalle adicional.

**[0041]** Volviendo a la descripción de la figura 3, el dispositivo inalámbrico 202t puede comprender además un convertidor de digital a analógico 306, configurado para convertir la salida del módulo de transformación en una señal analógica. Por ejemplo, el convertidor de digital a analógico 306 puede convertir la salida del dominio del tiempo del módulo de transformación 306 en una señal de OFDM de banda base. El convertidor de digital a analógico 306 puede estar implementado en el procesador 204 o en otro elemento del dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2. En algunos aspectos, el convertidor de digital a analógico 306 está implementado en el transceptor 214 (figura 2) o en un procesador de transmisión de datos.

**[0042]** El transmisor 310 puede transmitir de manera inalámbrica la señal analógica. La señal analógica se puede procesar adicionalmente antes de ser transmitida por el transmisor 310, por ejemplo, siendo filtrada o elevada en frecuencia hasta una frecuencia intermedia o portadora. En el aspecto ilustrado en la figura 3, el transmisor 310 incluye un amplificador de transmisión 308. Antes de transmitirse, la señal analógica puede ser amplificada por el amplificador de transmisión 308. En algunos aspectos, el amplificador 308 comprende un amplificador de bajo ruido (LNA).

**[0043]** El transmisor 310 está configurado para transmitir uno o más paquetes o unidades de datos en una señal inalámbrica, basándose en la señal analógica. Las unidades de datos se pueden generar usando el procesador 204 (figura 2) y/o el DSP 320, por ejemplo, usando el modulador 302 y el módulo de transformación 304, como se ha expuesto anteriormente. Las unidades de datos que pueden generarse y transmitirse, como se ha expuesto anteriormente, se describen en más detalle en esta divulgación.

**[0044]** En algunos aspectos, el transmisor 310 está configurado para transmitir las unidades de datos a lo largo de un ancho de banda de aproximadamente 2,5 MHz o 1,25 MHz, o inferior. Cuando se utilizan dichos anchos de banda, la transmisión de la unidad de datos puede realizarse durante un período de tiempo relativamente prolongado. Por ejemplo, una unidad de datos compuesta de 500 octetos puede transmitirse durante un período de aproximadamente 11 milisegundos. Dicha transmisión es aproximadamente dieciséis veces más lenta que las transmisiones comparables implementadas conforme a la norma 802.11ac en anchos de banda de aproximadamente 20 MHz.

**[0045]** La figura 4 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en el dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 para recibir comunicaciones inalámbricas. Los componentes ilustrados en la figura 4 pueden usarse, por ejemplo, para recibir comunicaciones de OFDM. Por ejemplo, los componentes ilustrados en la figura 4 pueden usarse para recibir unidades de datos transmitidas por los componentes expuestos anteriormente con respecto a la figura 3.

**[0046]** El receptor 412 del dispositivo inalámbrico 202r está configurado para recibir uno o más paquetes o unidades de datos en una señal inalámbrica. Las unidades de datos que se pueden recibir y decodificar o procesar de otro modo, como se expone a continuación, se describen en detalle adicional en esta divulgación.

5 [0047] En algunos aspectos, el receptor 412 está configurado para recibir las unidades de datos en un ancho de banda de aproximadamente 2,5 MHz o 1,25 MHz, o inferior. Cuando se utilizan dichos anchos de banda, la recepción de la unidad de datos puede realizarse durante un período de tiempo relativamente prolongado, por ejemplo, de aproximadamente 11 milisegundos cuando la unidad de datos está compuesta por 500 octetos. Durante este tiempo, el canal sobre el que se recibe la unidad de datos puede estar cambiando. Por ejemplo, las condiciones del canal pueden cambiar debido al movimiento del dispositivo inalámbrico 202r o de un dispositivo que transmite la unidad de datos, o debido al clima o a otras condiciones ambientales tales como la introducción de diversos obstáculos. En tales circunstancias, la información cerca del final de la unidad de datos puede no decodificarse correctamente si el dispositivo inalámbrico 202r usa configuraciones determinadas cuando comenzó la recepción de la unidad de datos. Como se describe en detalle adicional a continuación, sin embargo, el dispositivo inalámbrico 202r puede usar los campos de entrenamiento interpuestos entre la pluralidad de símbolos de datos para formar una estimación actualizada del canal, a fin de decodificar debidamente uno o más de los símbolos de datos.

15 [0048] En el aspecto ilustrado en la figura 4, el receptor 412 incluye un amplificador de recepción 401. El amplificador de recepción 401 puede estar configurado para amplificar la señal inalámbrica recibida por el receptor 412. En algunos aspectos, el receptor 412 está configurado para ajustar la ganancia del amplificador de recepción 401 usando un procedimiento de control automático de ganancia (AGC). En algunos aspectos, el control automático de ganancia usa la información en uno o más campos de entrenamiento recibidos, tales como un campo de entrenamiento corto (STF) recibido, por ejemplo, para ajustar la ganancia. Los medianamente expertos en la materia entenderán los procedimientos para realizar el AGC. En algunos aspectos, el amplificador 401 comprende un LNA.

25 [0049] El dispositivo inalámbrico 202r puede comprender un convertidor de analógico a digital 410, configurado para convertir la señal inalámbrica amplificada del receptor 410 en una representación digital de la misma. Además de amplificarse, la señal inalámbrica puede procesarse antes de ser convertida por el convertidor de digital a analógico 410, por ejemplo, mediante filtración o reducción de frecuencia, hasta una frecuencia intermedia o de banda base. El convertidor de analógico a digital 410 se puede implementar en el procesador 204 o en otro elemento del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2). En algunos aspectos, el convertidor de analógico a digital 410 se implementa en un transceptor o en un procesador de recepción de datos.

35 [0050] El dispositivo inalámbrico 202r puede comprender, además, un módulo de transformación 404 configurado para convertir la representación de la señal inalámbrica en un espectro de frecuencia. En la figura 4, el módulo de transformación 404 se ilustra como implementado mediante un módulo de transformación rápida de Fourier (FFT). En algunos aspectos, el módulo de transformación puede identificar un símbolo para cada punto que usa. Como se ha descrito anteriormente con referencia al módulo de transformación 304 de la figura 3, el módulo de transformación 404 puede estar configurado con una pluralidad de modalidades, y puede usar un número diferente de puntos para convertir la señal en cada modalidad. Por ejemplo, el módulo de transformación 404 puede tener una modalidad en la que se usan 32 puntos para convertir una señal recibida en 32 tonos en un espectro de frecuencia, y una modalidad en la que se usan 64 puntos para convertir una señal recibida en 64 tonos en un espectro de frecuencia. El número de puntos usados por el módulo de transformación 404 se puede denominar tamaño del módulo de transformación 404. En algunos aspectos, el módulo de transformación 404 puede identificar un símbolo para cada punto que usa.

45 [0051] El dispositivo inalámbrico 202r puede comprender, además, un estimador y ecualizador 405 de canal, configurado para generar una estimación del canal por el cual se recibe la unidad de datos, y para eliminar determinados efectos del canal basándose en la estimación de canal. Por ejemplo, el estimador de canal se puede configurar para aproximar una función del canal, y el ecualizador de canal se puede configurar para aplicar una inversa de esa función a los datos en el espectro de frecuencia.

55 [0052] En algunos aspectos, el estimador y ecualizador de canal 405 usa información en uno o más campos de entrenamiento recibidos, tal como un campo de entrenamiento largo (LTF), por ejemplo, para estimar el canal. La estimación de canal se puede generar basándose en uno o más LTF recibidos al principio de la unidad de datos. Esta estimación de canal se puede usar en lo sucesivo para ecualizar símbolos de datos que siguen a los uno o más LTF. Después de un determinado periodo de tiempo o después de un determinado número de símbolos de datos, uno o más LTF adicionales se pueden recibir en la unidad de datos. La estimación de canal se puede actualizar o generar una nueva estimación usando los LTF adicionales. Esta estimación de canal nueva o actualizada se puede usar para ecualizar símbolos de datos que siguen a los LTF adicionales. En algunos aspectos, la estimación de canal nueva o actualizada se usa para volver a ecualizar símbolos de datos que preceden a los LTF adicionales. Los medianamente expertos en la técnica entenderán los procedimientos para obtener una estimación de canal.

65 [0053] El dispositivo inalámbrico 202r puede comprender además un demodulador 406 configurado para demodular los datos ecualizados. Por ejemplo, el demodulador 406 puede determinar una pluralidad de bits a partir de símbolos facilitados por el módulo de transformación 404 y el estimador y ecualizador 405 de canal, por ejemplo,

invirtiendo una correlación de bits con un símbolo de una constelación. Los bits pueden procesarse o evaluarse mediante el procesador 204 (figura 2), o usarse para visualizar o facilitar de otra forma información a la interfaz de usuario 222 (figura 2). De esta manera, se pueden decodificar datos y/o información. En algunos aspectos, los bits corresponden a palabras de código. En un aspecto, el demodulador 406 comprende un demodulador de QAM (modulación de amplitud en cuadratura), por ejemplo, un demodulador 16-QAM o un demodulador 64-QAM. En otros aspectos, el demodulador 406 comprende un demodulador por desplazamiento de fase binaria (BPSK) o un demodulador por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK).

**[0054]** En la figura 4, el módulo de transformación 404, el estimador y ecualizador 405 de canal y el demodulador 406 se ilustran como implementados en el DSP 420. Sin embargo, en algunos aspectos, uno o más entre el módulo de transformación 404, el estimador y ecualizador 405 de canal y el demodulador 406 están implementados en el procesador 204 o en otro elemento del dispositivo inalámbrico 202 (por ejemplo, véase la descripción anterior con referencia a la figura 2).

**[0055]** Como se ha expuesto anteriormente, la señal inalámbrica recibida en el receptor 412 comprende una o más unidades de datos. Usando las funciones o componentes descritos anteriormente, las unidades de datos o los símbolos de datos en los mismos se pueden decodificar, evaluar, o evaluar o procesar de otro modo. Por ejemplo, el procesador 204 (figura 2) y/o el DSP 420 se pueden usar para decodificar símbolos de datos en las unidades de datos usando el módulo de transformación 404, el estimador y ecualizador 405 de canal y el demodulador 406.

**[0056]** Las unidades de datos intercambiadas por el AP 104 y la STA 106 pueden incluir información de control o datos, como se ha expuesto anteriormente. En la capa física (PHY), estas unidades de datos se pueden denominar unidades de datos del protocolo de capa física (PPDU). En algunos aspectos, una PPDU se puede denominar paquete o paquete de capa física. Cada PPDU puede comprender un preámbulo y una carga útil. El preámbulo puede incluir campos de entrenamiento y un campo SIG. La carga útil puede comprender una cabecera de control de acceso al medio (MAC) o datos para otras capas, y/o datos de usuario, por ejemplo. La carga útil se puede transmitir usando uno o más símbolos de datos. Los sistemas, procedimientos y dispositivos en este documento pueden utilizar unidades de datos con campos de entrenamiento que también están intercalados entre símbolos de datos en la carga útil.

**[0057]** El dispositivo inalámbrico 202t mostrado en la figura 3 muestra un ejemplo de una cadena única de transmisión que se transmitirá a través de una antena. El dispositivo inalámbrico 202r mostrado en la figura 4 muestra un ejemplo de una cadena única de recepción que se recibirá a través de una antena. En algunas implementaciones, los dispositivos inalámbricos 202t y 202r pueden implementar una parte de un sistema de MIMO usando múltiples antenas para transmitir datos simultáneamente.

**[0058]** La figura 5 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema de MIMO que puede implementarse en dispositivos inalámbricos tales como el dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 para transmitir y recibir comunicaciones inalámbricas. El sistema de MIMO puede hacer uso de algunos de, o todos, los componentes descritos con referencia a la figura 3. Los bits para transmisión que se recibirán en una salida del receptor se proporcionan a un codificador 504. El codificador 504 puede aplicar un código de corrección anticipada de errores (FEC) en el flujo de bits. El código FEC puede ser un código de bloque, un código convolutivo o similar. Los bits codificados se proporcionan a un sistema de entrelazado 505 que distribuye los bits codificados en N flujos de transmisión.

**[0059]** El sistema de entrelazado 505 incluye un analizador sintáctico de flujo 506 que analiza un flujo de bits de entrada, desde el codificador 504 a N entrelazadores de flujo espacial 508a, 508b y 508n (colectivamente, el entrelazador 508). El analizador sintáctico de flujo 506 puede dotarse del número de flujos espaciales y analizar bits en forma rotativa. También se pueden usar otros elementos de análisis sintáctico. Una función de análisis sintáctico que se puede utilizar es  $k_n = N_{TX} * k + n$  (es decir, rotar con un bit por flujo espacial, luego, seguir en el siguiente flujo espacial, donde  $k_n$  es el índice de bit de entrada y  $N_{TX}$  es el número de transmisores/transmisiones espaciales). También se puede usar otra función más general  $f(k,n)$ , por ejemplo, enviando dos bits a un flujo espacial, y luego pasar al siguiente flujo espacial. Cada entrelazador 508a, 508b y 508n puede, en lo sucesivo, distribuir bits de manera que los errores puedan recuperarse debido al desvanecimiento o a otras condiciones del canal.

**[0060]** Cada flujo de transmisión puede ser luego modulado por un modulador 502a, 502b o 502n. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 3, los bits pueden modularse usando técnicas de modulación tales como modulación QPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase Cuaternaria), BPSK (correlacionando un bit a la vez), 16-QAM (grupo de correlación de seis bits), 64-QAM y similares. Los bits modulados para cada flujo pueden proporcionarse para transformar los módulos 510a, 510b y 510n. En algunas implementaciones, los módulos de transformación 510a, 510b y 510n pueden realizar una transformación de Fourier de tiempo discreta inversa (IDFT) para convertir los bits modulados desde un dominio de frecuencia a un dominio de tiempo. Los módulos de transformación 510a, 510b y 510n pueden funcionar de acuerdo a diferentes modalidades, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 3. Por ejemplo, los módulos de transformación 510a, 510b y 510n pueden

configurarse para funcionar de acuerdo a una modalidad de 32 puntos o una modalidad de 64 puntos. En algunas implementaciones, los bits modulados pueden codificarse utilizando la codificación de bloques de tiempo-espacio (STBC) y puede realizarse una correlación espacial antes de proporcionarse a los módulos de transformación 510a, 510b y 510n. Después de que los bits modulados se han convertido en señales del dominio del tiempo para cada flujo espacial, la señal del dominio del tiempo se puede convertir en una señal analógica a través de los convertidores 512a, 512b y 512n, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 3. Las señales pueden luego transmitirse utilizando los transmisores 514a, 514b y 514c y utilizando las antenas 516a, 516b o 516n, en un espacio de radio inalámbrico en un ancho de banda de frecuencia deseado (por ejemplo, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz y 16 MHz, o superior).

**[0061]** En algunas formas de realización, las antenas 516a, 516b y 516n son antenas individuales y espacialmente separadas. En otras formas de realización, se pueden combinar distintas señales en diferentes polarizaciones de menos de N antenas. Un ejemplo de esto está donde se realiza la rotación espacial o la dispersión espacial y se correlacionan múltiples flujos espaciales con una sola antena. Además, se pueden organizar distintos flujos espaciales de diferentes maneras. Por ejemplo, una antena transmisora puede transportar datos desde más de un flujo espacial o varias antenas transmisoras pueden transportar datos desde un flujo espacial. Por ejemplo, considérese el caso de un transmisor con cuatro antenas transmisoras y dos flujos espaciales. Cada flujo espacial se puede correlacionar con dos antenas transmisoras, por lo que dos antenas transportan datos de un solo flujo espacial.

**[0062]** La figura 6 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar de MIMO que puede implementarse en dispositivos inalámbricos, tales como el dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2, para recibir comunicaciones inalámbricas. El sistema de MIMO puede hacer uso de algunos de, o todos, los componentes descritos con referencia a la figura 4. El dispositivo inalámbrico 202r se puede configurar para recibir transmisiones desde las antenas 516a, 516b y 516n de la figura 5. Un dispositivo inalámbrico 202r recibe señales del canal en las N antenas 518a, 518b y 518n o 618a, 618b y 618n (contando polarizaciones separadas, según corresponda) acopladas a N circuitos de recepción. Las señales se proporcionan luego a los receptores 620a, 620b y 620n, cada uno de los cuales puede incluir un amplificador configurado para amplificar las señales recibidas. Las señales pueden entonces convertirse en una forma digital mediante los convertidores 622a, 622b y 622n.

**[0063]** Las señales convertidas se pueden convertir entonces en un espectro de frecuencia mediante los módulos de transformación 624a, 624b y 624n. Como se ha descrito anteriormente, los módulos de transformación 624a, 624b y 624n pueden funcionar de acuerdo a diversas modalidades y de acuerdo al tamaño y el ancho de banda utilizados (por ejemplo, 32 puntos, 64 puntos, etc.). Las señales transformadas se pueden proporcionar al estimador de canal respectivo y a los bloques equalizadores 626a, 626b y 626n, que pueden funcionar de manera similar a la descrita anteriormente con referencia a la figura 4. Después de la estimación del canal, las salidas pueden proporcionarse a un detector de MIMO 628 (por ejemplo, correspondiente al detector de MIMO 528 de la figura 5) que puede proporcionar posteriormente su salida a los demoduladores 630a, 630b y 630n, que pueden demodular los bits de acuerdo a una de las técnicas de modulación, como se ha descrito anteriormente. Los bits demodulados se pueden proporcionar entonces a los desentrelazadores 632a, 632b y 632n, que pueden pasar bits a un analizador inverso de flujo 634, que puede proporcionar los bits a un flujo de bits único hacia un decodificador 636 (por ejemplo, correspondiente al decodificador 536 de la figura 5) que puede decodificar los bits en un flujo de datos adecuado.

**[0064]** Como se ha descrito anteriormente, las unidades de datos intercambiadas por el AP 104 y la STA 106 pueden incluir información de control o datos en forma de paquetes de capa física (PHY) o unidades de datos de protocolo de capa física (PPDU).

**[0065]** La figura 7 es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo 702 y una carga útil 710 de un paquete de capa física 700. El preámbulo 702 puede incluir un campo de entrenamiento corto (STF) 704 que incluye una secuencia de STF de valores conocidos. En algunos aspectos, el STF se puede usar para la detección de paquetes (por ejemplo, para detectar el inicio de un paquete) y para una estimación de tiempo/frecuencia aproximada. La secuencia de STF puede optimizarse para que tenga una PAPR baja e incluir un subconjunto de tonos distintos de cero con una periodicidad particular. El STF 704 puede abarcar uno o múltiples símbolos de OFDM. En algunos aspectos, el preámbulo 702 puede incluir un campo de entrenamiento largo (LTF) 706 que puede abarcar uno o múltiples símbolos de OFDM y puede incluir una o más secuencias de LTF de valores conocidos distintos de cero. El LTF se puede usar para la estimación del canal, la estimación de tiempo/frecuencia fina y la detección de modalidad. Además, en algunos aspectos, el preámbulo 702 puede incluir un campo de señal (SIG) 708, como se ha descrito anteriormente, que puede incluir una serie de bits o valores usados en un aspecto con fines de detección de modalidad y la determinación de parámetros de transmisión.

**[0066]** Ciertas implementaciones descritas en el presente documento pueden orientarse a sistemas de comunicación inalámbrica, que pueden usarse para medición inteligente o en una red eléctrica inteligente. Estos sistemas de comunicación inalámbrica pueden usarse para proporcionar aplicaciones de sensores o usarse en domótica. Los dispositivos inalámbricos usados en dichos sistemas pueden usarse, en cambio o además, en un contexto de asistencia sanitaria, por ejemplo, para asistencia sanitaria personal. Pueden usarse también para

vigilancia, para habilitar la conectividad a Internet de alcance ampliado (por ejemplo, para su uso con puntos de acceso intensivo) o para implementar comunicaciones de máquina a máquina. En consecuencia, algunas implementaciones pueden usar velocidades bajas de transferencia de datos, tales como de aproximadamente 150 Kbps. Las implementaciones pueden haber aumentado aún más las ganancias de balance del enlace (por ejemplo, alrededor de 20 dB) en comparación con otras comunicaciones inalámbricas, tales como 802.11b. De acuerdo a las bajas velocidades de transferencia de datos, si los nodos inalámbricos están configurados para su uso en un entorno doméstico, ciertos aspectos pueden dirigirse a implementaciones con buena cobertura en el hogar sin amplificación de potencia. Además, ciertos aspectos pueden dirigirse a redes de un solo salto sin usar un protocolo MESH. Además, ciertas implementaciones pueden dar como resultado una mejora significativa en la cobertura exterior con la amplificación de potencia en comparación con otros protocolos inalámbricos. Además, ciertos aspectos pueden dirigirse a implementaciones que pueden asimilar una gran dispersión de retardo en exteriores y una sensibilidad reducida al Doppler. Ciertas implementaciones pueden lograr una precisión de LO similar a la WiFi tradicional.

**[0067]** De acuerdo con esto, ciertas implementaciones están dirigidas a transmitir y recibir señales inalámbricas en subbandas de gigahercios. En un aspecto, esto puede dar como resultado una ganancia de propagación de, por ejemplo, 8,5 dB (por ejemplo, disponible debido a 900 MHz frente a 2,4 GHz). En otro aspecto, la pérdida de obstrucción puede reducirse mediante el uso de una señal de subgigahercios que puede dar como resultado, por ejemplo, una ganancia de 3 dB.

**[0068]** Ciertas implementaciones están dirigidas además a enviar señales inalámbricas con anchos de banda bajos en bandas de subgigahercios. Esto puede permitir además lograr mayores ganancias de balance de enlace sobre otros sistemas de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, en una implementación, un símbolo puede estar configurado para transmitirse o recibirse usando un ancho de banda de 1 MHz. El dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 puede estar configurado para funcionar en una de varias modalidades. En una modalidad, símbolos tales como símbolos de OFDM se pueden transmitir o recibir usando un ancho de banda de 1 MHz. En otra modalidad, pueden transmitirse o recibirse símbolos usando un ancho de banda de 2 MHz. También se pueden proporcionar modalidades adicionales para transmitir o recibir símbolos usando un ancho de banda de 4 MHz, 8 MHz, 16 MHz y similares. El ancho de banda también puede denominarse ancho de canal.

**[0069]** Cada modalidad puede usar un número diferente de tonos/subportadoras para transmitir la información. Por ejemplo, en una implementación, una modalidad de 1 MHz (que corresponde a la transmisión o recepción de símbolos usando un ancho de banda de 1 MHz) puede usar 32 tonos. En un aspecto, usar una modalidad de 1 MHz puede proveer una reducción de ruido de 13 dB en comparación con un ancho de banda tal como de 20 MHz. Además, pueden usarse técnicas de baja velocidad para superar efectos tales como las pérdidas de diversidad de frecuencia, debido a un ancho de banda menor que podría dar como resultado pérdidas de 4 a 5 dB, según las condiciones del canal. Para generar/evaluar símbolos enviados o recibidos usando 32 tonos, se puede configurar un módulo de transformación 304 o 404, como se ha descrito en las figuras 3 y 4, para usar una modalidad de 32 puntos (por ejemplo, una IFFT o FFT de 32 puntos). Los 32 tonos se pueden asignar como tonos de datos, tonos piloto, tonos de guardia y un tono de CC. En una implementación, se pueden asignar 24 tonos como tonos de datos, se pueden asignar 2 tonos como tonos piloto, se pueden asignar cinco tonos como tonos de guardia y se puede reservar 1 tono para el tono de CC. En esta implementación, puede configurarse la duración del símbolo para que sea de 40  $\mu$ s, incluido el prefijo cíclico.

**[0070]** Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico 202t de la figura 3 puede configurarse para generar un paquete para su transmisión mediante una señal inalámbrica usando un ancho de banda de 1 MHz. En un aspecto, el ancho de banda puede ser de aproximadamente 1 MHz, donde aproximadamente 1 MHz puede estar dentro de un intervalo de 0,8 MHz a 1,2 MHz. El paquete puede estar formado por uno o más símbolos de OFDM que tienen 32 tonos asignados, como se ha descrito, usando un DSP 320 (figura 3). Un módulo de transformación 304 (figura 3) en una cadena de transmisión puede configurarse como un módulo de IFFT que funciona según una modalidad de treinta y dos puntos para convertir el paquete en una señal del dominio del tiempo. Un transmisor 310 (figura 3) puede configurarse entonces para transmitir el paquete.

**[0071]** Asimismo, puede configurarse un dispositivo inalámbrico 202r (figura 4) para recibir el paquete sobre un ancho de banda de 1 MHz. En un aspecto, el ancho de banda puede ser de aproximadamente 1 MHz, donde aproximadamente 1 MHz puede estar dentro de un intervalo de 0,8 MHz a 1,2 MHz. El dispositivo inalámbrico 202r puede incluir un DSP 420 (figura 4) que incluye un módulo de transformación 404 (figura 4) en una cadena de recepción que puede configurarse como un módulo FFT que funciona de acuerdo a una modalidad de treinta y dos puntos para transformar la señal del dominio del tiempo en un espectro de frecuencia. Puede configurarse un DSP 420 para evaluar el paquete. La modalidad de 1 MHz puede prestar soporte a un esquema de modulación y codificación (MCS), tanto para una velocidad de transferencia de datos baja como para una velocidad "normal". Según algunas implementaciones, el preámbulo 702 puede diseñarse para una modalidad de velocidad baja que ofrece una detección fiable y una estimación de canal mejorada, como se describirá adicionalmente a continuación. Cada modalidad puede configurarse para usar un preámbulo correspondiente configurado para optimizar las transmisiones para la modalidad y las características deseadas.

**[0072]** Además de una modalidad de 1 MHz, adicionalmente puede estar disponible una modalidad de 2 MHz que se puede usar para transmitir y recibir símbolos usando 64 tonos. En una implementación, los 64 tonos pueden asignarse como 52 tonos de datos, 4 tonos piloto, 1 tono de CC y 7 tonos de guardia. De tal modo, un módulo de transformación 304 o 404 de las figuras 3 y 4 puede configurarse para funcionar según una modalidad de 64 puntos cuando se transmiten o reciben símbolos de 2 MHz. La duración del símbolo también puede ser de 40  $\mu$ s, incluido el prefijo cíclico. Se pueden proporcionar modalidades adicionales con diferentes anchos de banda (por ejemplo, 4 MHz, 8 MHz y 16 MHz) que pueden usar módulos de transformación 304 o 404 que funcionan en modalidades de correspondientes tamaños diferentes (por ejemplo, FFT de 128 puntos, FFT de 256 puntos, FFT de 512 puntos, etc.). Además, cada una de las modalidades descritas anteriormente puede configurarse adicionalmente según tanto una modalidad de usuario único como una modalidad de usuarios múltiples. Las señales inalámbricas que usan anchos de banda menores o iguales a 2 MHz pueden proporcionar varias ventajas para proporcionar nodos inalámbricos que están configurados para cumplir las restricciones regulatorias globales para una amplia gama de limitaciones de ancho de banda, potencia y canales.

**[0073]** En algunos aspectos, el dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 está configurado para funcionar de acuerdo a varias normas inalámbricas, por ejemplo, de acuerdo a una de las normas 802.11. En esta configuración, el dispositivo inalámbrico 202 puede tener una modalidad para funcionar en un ancho de canal de 20 MHz en la banda de 2,4 GHz o 5 GHz, así como una modalidad para funcionar en un ancho de canal de 40 MHz en la banda de 2,4 GHz. En otro aspecto, el dispositivo inalámbrico 202 está configurado para funcionar conforme a la norma 802.11ac. En esta configuración, el dispositivo inalámbrico 202 tiene una modalidad para funcionar en cada uno de los anchos de canal de 20 MHz, 40 MHz y 80 MHz. Generalmente, el módulo de transformación 304 o 404 puede usar 64 tonos cuando el dispositivo inalámbrico 202 está funcionando en la banda de 20 MHz, puede usar 128 tonos cuando el dispositivo inalámbrico 202 está funcionando en la banda de 40 MHz y puede usar 256 tonos cuando el dispositivo inalámbrico 202 está funcionando en la banda de 80 MHz.

**[0074]** En algunos aspectos, un controlador (por ejemplo, tal como el procesador 204 o el DSP 220 de la figura 2) está configurado para ajustar el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2, a fin de funcionar en una banda de subgigahercios, como se ha descrito anteriormente. En una implementación, para funcionar de acuerdo a una modalidad tal como 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, etc., como se ha descrito anteriormente, un controlador puede estar configurado para retrasar uno o más de los componentes en el dispositivo inalámbrico 202 de manera que el dispositivo inalámbrico 202 funcione en 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz o 16 MHz. Además, el procesador 204 puede estar configurado para retrasar el funcionamiento de uno o más de los componentes en el dispositivo inalámbrico 202, de manera que el dispositivo inalámbrico 202 funcione en modalidades correspondientes al uso de anchos de banda de 5 MHz, 2,5 MHz, 1,25 MHz y/o 0,625 MHz de ancho de canal. Durante dicho funcionamiento retrasado, el número de tonos utilizados por el módulo de transformación 304 o 404 puede permanecer igual en algunos aspectos.

**[0075]** La operación de retraso del dispositivo inalámbrico 202 puede comprender operar uno o más de los componentes ilustrados en la figura 2 a una frecuencia de reloj reducida. Por ejemplo, el retraso puede comprender operar el procesador 204, el detector de señales 218, el DSP 220 y/o otros circuitos cualesquiera de señales digitales a una velocidad menor, por ejemplo, ajustando, modificando o asignando los ajustes de temporización de uno o más de estos componentes. En algunos aspectos, el funcionamiento retrasado se realiza en respuesta a un comando desde el procesador 204. En algunos aspectos, el procesador 204 proporciona una señal de reloj que es reducida en comparación con una señal de reloj utilizada cuando al funcionar en el ancho de canal de 20 MHz, 40 MHz u 80 MHz.

**[0076]** En algunos aspectos, el procesador 204 está configurado para provocar que el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 sea retrasado en un factor de 10 (por ejemplo, en 10x). En tal configuración, el funcionamiento en el ancho de canal de 20 MHz se retrasará hasta el funcionamiento en un ancho de canal de 2 MHz, y el funcionamiento en el ancho de canal de 40 MHz se retrasará hasta el funcionamiento en un ancho de canal de 4 MHz. Además, el funcionamiento en el ancho de canal de 80 MHz se retrasará hasta el funcionamiento en un ancho de canal de 8 MHz, y el funcionamiento en el ancho de canal de 160 MHz se retrasará hasta el funcionamiento en un ancho de canal de 16 MHz.

**[0077]** De forma similar a la descrita anteriormente, en un aspecto, cuando se usa un ancho de banda de 1 MHz para la transmisión o recepción de símbolos de OFDM, se puede usar un módulo de transformación de 32 puntos 304 o 404. En este caso, los tonos se pueden asignar como 24 tonos de datos, 2 tonos piloto, 5 tonos de guardia y un tono de CC. En otro aspecto, cuando se utiliza un ancho de banda de 2 MHz para la transmisión o recepción de símbolos de OFDM, se puede usar un módulo de transformación de 64 puntos 304 o 404. En este caso, los tonos se pueden asignar como 52 tonos de datos, 4 tonos piloto, 7 tonos de guardia y un tono de CC. En otro aspecto más, cuando se usa un ancho de banda de 4 MHz para la transmisión o recepción de símbolos de OFDM, se puede utilizar un módulo de transformación de 64 puntos 304 o 404 de las figuras 3 y 4. En este caso, los tonos se pueden asignar como 108 tonos de datos, 6 tonos piloto, 11 tonos de guardia y tres tonos de CC. En un aspecto adicional más, cuando se usa un ancho de banda de 8 MHz para la transmisión o recepción de símbolos de OFDM, se puede usar un módulo de transformación de 256 puntos 304 o 404. En este caso, los tonos se pueden asignar como 234 tonos de datos, 8 tonos piloto, 11 tonos de guardia y tres tonos de CC. En consecuencia, la separación

entre los tonos para estos anchos de banda puede ser de 31,25 KHz. Además, la duración del símbolo puede ser de 40  $\mu$ s, incluido un prefijo cíclico de 4  $\mu$ s (para prefijos cíclicos cortos) u 8  $\mu$ s (para prefijos cíclicos largos). Se puede usar un prefijo cíclico más largo para asimilar extensiones de retardo al aire libre. Además, pueden ser necesarias duraciones de símbolos grandes para mantener manejable la sobrecarga del prefijo cíclico.

**[0078]** En algunos aspectos, la magnitud en la cual se retrasa el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 está predeterminada. Por ejemplo, el factor de retraso puede almacenarse en la memoria 206, y cargarse al inicio del dispositivo inalámbrico 202. En dicha configuración, el procesador 204 puede hacer que el dispositivo inalámbrico 202 funcione en una modalidad retrasada de acuerdo al factor de retraso predeterminado o cargado.

**[0079]** En algunos aspectos, la magnitud en la cual se retrasa el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 en cualquier momento dado se puede determinar in situ. Por ejemplo, el detector de señal 218 puede determinar un factor de retraso a partir de una baliza o señal piloto recibida por el receptor 212. En algunos aspectos, este factor se determina al inicio del dispositivo o al conectarse a la red por primera vez. En algunos aspectos, se determina un nuevo factor durante el traspaso del dispositivo inalámbrico 202 o cada vez que el dispositivo inalámbrico 202 se conecta a una nueva red. En algunos aspectos, un factor predeterminado puede modificarse o actualizarse basándose en una señal recibida, tal como basándose en una señal piloto o baliza recibida. De esta manera, el dispositivo inalámbrico 202 puede funcionar en diferentes anchos de banda conforme a una ubicación del dispositivo o a una red a la que se está conectando el dispositivo, por ejemplo. El procesador 204 puede hacer que el dispositivo inalámbrico 202 funcione en una modalidad retrasada de acuerdo al factor de retraso determinado.

**[0080]** En algunos aspectos, el dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 está configurado permanentemente para funcionar en la modalidad retrasada. Por ejemplo, los componentes del dispositivo inalámbrico 202 pueden estar cableados o tener un firmware instalado en los mismos que hace que el dispositivo siempre realice una operación de retraso. En tales aspectos, el dispositivo inalámbrico 202 puede ser incapaz de comunicarse en los anchos de canal de 20 MHz, 40 MHz y 80 MHz. Además, el factor de retraso puede estar fijado en tales aspectos. Por ejemplo, los componentes pueden fabricarse y/o instalarse para implementar solamente el factor de retraso fijo. En otros aspectos, el dispositivo inalámbrico puede operarse en cualquiera de los anchos de canal de 20 MHz, 40 MHz y 80 MHz, o puede ser retrasado selectivamente por el procesador 204 para funcionar en el ancho de canal de 1 MHz, 2 MHz, 4, MHz, 8 MHz y 16 MHz.

**[0081]** En algunas implementaciones, cuando se transmite en un rango de subgigahercios (por ejemplo, 900 MHz), se puede usar una modalidad de repetición donde se implementa la codificación de repetición. Una modalidad de repetición puede admitir una transmisión precisa por largas distancias sin sacrificar demasiada sobrecarga de preámbulo. En algunas implementaciones, se puede usar codificación de repetición 2x. Por ejemplo, la codificación de repetición puede admitir tan poco como 105 dB de pérdida de trayecto para proporcionar una buena cobertura en el hogar. Cuando se utiliza una red de sensores inalámbricos, sin codificación de repetición, los clientes pueden tener que instalar sensores de mayor potencia en lugares de difícil acceso. Puede que no sea práctico vender dos tipos de sensores (sensores para "lugares de fácil acceso" frente a "lugares de difícil acceso"). Además, es posible que los sensores de alta potencia no puedan funcionar con baterías de baja potencia (por ejemplo, baterías celulares de tipo botón) debido al drenaje máximo de corriente. Alternativamente, sin repetición, se podrían instalar múltiples AP. Sin embargo, elegir la ubicación y la configuración de los AP podría no ser trivial para un consumidor medio. Como tal, la codificación de repetición puede proporcionar varias ventajas para ciertas implementaciones para aplicaciones de baja velocidad de datos, tales como redes de sensores.

**[0082]** Como ejemplo, en un aspecto, se puede usar la codificación  $\frac{1}{2}$  de tasa BPSK con una repetición 4x, lo que da 94 Kbps. En otro aspecto, se puede usar la codificación de  $\frac{1}{2}$  tasa de BPSK con una repetición 2x, lo que rinde 188 Kbps. En otro aspecto más, se puede usar la codificación de  $\frac{1}{2}$  tasa de BPSK, lo que rinde 375 Kbps. En un aspecto adicional, se puede usar la codificación de % de tasa de 64 QAM, lo que da como resultado 3,75 Mbps.

**[0083]** En algunas implementaciones, la modalidad de 1 MHz y la modalidad de 2 MHz pueden requerirse y configurarse para ser interoperables. El uso de dos modalidades requeridas puede evitar problemas donde los dispositivos podrían configurarse para algunas regiones regulatorias, pero puede no funcionar para otras regiones regulatorias y puede permitir que los dispositivos tengan más opciones si las restricciones regulatorias cambian, permitiendo comunicaciones menos restrictivas. Mayores anchos de banda (por ejemplo, de 8 MHz) se pueden usar para la descarga celular.

**[0084]** Con referencia a la figura 7, cuando se transmiten paquetes en bandas de subgigahercios con anchos de banda según lo descrito anteriormente, el preámbulo 702 puede diseñarse para tener detección de modalidad robusta en un estado temprano del preámbulo a detectar entre modalidades diferentes. El preámbulo 702 puede optimizarse adicionalmente para minimizar la sobrecarga y proporcionar la coexistencia adecuada de los dispositivos que transmiten usando la modalidad de 1 MHz y los dispositivos que transmiten usando modalidades mayores o iguales a 2 MHz. El preámbulo 702 puede diseñarse para tener detección de modalidad robusta en un

estado temprano del preámbulo a detectar entre transmisiones de 1 MHz (FFT de 32 puntos) y transmisiones de 2 MHz (FFT de 64 puntos). El paquete de capa física 700 puede generarse para la transmisión a diferentes velocidades de datos, para permitir, en un aspecto, la transmisión de datos por mayores distancias. Por ejemplo, el paquete de capa física 700 puede generarse para una velocidad de datos baja junto con otra velocidad de datos "normal", como se ha descrito anteriormente.

**[0085]** La figura 8A es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo 802a y una carga útil 810a de un paquete de capa física 800a para su transmisión por un ancho de banda de esencialmente 1 MHz, de acuerdo a ciertas implementaciones. El paquete de capa física 800a se puede generar usando un módulo de transformación 304 (figura 3) que está configurado de acuerdo a una modalidad de FFT de 32 puntos para transmitir un símbolo de OFDM con 32 tonos, como se ha descrito anteriormente.

**[0086]** El preámbulo 802a puede incluir un campo de entrenamiento corto (STF) 804a. El STF 804a puede incluir una secuencia de valores conocidos con un subconjunto de valores distintos de cero correspondientes a un subconjunto de tonos distintos de cero con una periodicidad particularmente elegida. La periodicidad de los tonos distintos de cero puede ser la misma que la utilizada para las secuencias de STF utilizadas en anchos de banda superiores, tales como 2 MHz. En algunas implementaciones, el campo STF 804a puede reforzarse, tal como en 3 dB, para la codificación de repetición. El STF 804a se puede enviar sobre cuatro símbolos de OFDM, donde cada símbolo repite una secuencia de STF conocida.

**[0087]** El preámbulo 802a puede incluir un campo de entrenamiento largo (LTF) 806a. El LTF 806a puede estar formado por cuatro símbolos de OFDM y puede incluir una secuencia de LTF transmitida en cada símbolo. Las secuencias de LTF pueden estar formadas por valores conocidos distintos de cero, correspondientes a tonos distintos de cero para todos los tonos piloto y de datos. En algunas implementaciones, las secuencias de LTF pueden, por lo tanto, incluir 26 valores distintos de cero.

**[0088]** El preámbulo 802a puede incluir un campo de señalización (SIG) 808a. En algunas implementaciones, el campo SIG 808a puede ser codificado por repetición o codificado por repetición 2x. El paquete de capa física 800a puede incluir además la carga útil 810a que puede generarse utilizando 24 tonos en cada símbolo de OFDM asignado para datos. El preámbulo 802a se puede usar para generar una transmisión de baja velocidad o de velocidad normal de 1 MHz. El preámbulo 802a se puede usar según una modalidad de usuario único.

**[0089]** Como se ha descrito anteriormente, el campo SIG 808a para una modalidad de 1 MHz puede ser de dos símbolos. En una implementación, las entradas en el campo SIG 808a pueden corresponder a las entradas que se muestran en la Tabla 1 a continuación. Como tal, el campo SIG 808a puede incluir 36 bits. El campo SIG 808a se puede codificar con repetición 2x a 1/2 de tasa de BPSK.

**Tabla 1**

Campo	Bits	Descripción
Bloque de codificación de tiempo-espacio	1	Puede indicar si se utiliza la Codificación de Bloque de Tiempo-Espacio
Número de flujos espaciales	2	
Intervalo de guardia corto	1	
Codificación	2	El 1 <sup>er</sup> bit puede ser el tipo de codificación (LDPC/BCC), mientras que el 2 <sup>o</sup> bit puede ser por ambigüedad de $N_{sym}$ de LDPC
Esquema de codificación de modulación (MCS)	4	
Bit de agrupación	1	Uso de señales de AMPDU
Longitud	9	Puede estar en símbolos cuando la agrupación está activada, o en octetos cuando la agrupación está desactivada. Puede requerirse una AMPDU para tamaños de paquete superiores a 511 octetos
Reservado	6	Se puede usar para bits de MAC
CRC	4	
Cola	6	Puede ser necesario para BCC pero podrían ser menos bits

**[0090]** La figura 8B es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo 802b y una carga útil 810b de un paquete de capa física 800b para su transmisión por un ancho de banda de esencialmente 2 MHz, de acuerdo a una modalidad de usuario único. El paquete de capa física 800b se puede generar usando un módulo de transformación 304 (Figura 3) que está configurado de acuerdo a una modalidad de FFT de 64 puntos para transmitir un símbolo de OFDM con 64 tonos, como se ha descrito anteriormente.

**[0091]** El preámbulo 802b puede incluir un campo de entrenamiento corto (STF) 804b. El STF 804b puede incluir una secuencia de valores conocidos con un subconjunto de valores distintos de cero, correspondientes a un subconjunto de tonos distintos de cero en 64 tonos con una periodicidad determinada. La periodicidad de los tonos distintos de cero puede ser la misma que la utilizada para las secuencias de STF utilizadas para transmisiones de 1 MHz. El preámbulo 802b puede incluir además un campo de entrenamiento largo (LTF) 806b. El LTF 806b puede estar formado por dos símbolos de OFDM y puede incluir secuencias de LTF transmitidas en cada símbolo. Las secuencias de LTF pueden comprender valores distintos de cero correspondientes a tonos distintos de cero para todos los tonos piloto y de datos. Las secuencias de LTF pueden, por lo tanto, incluir 56 valores distintos de cero en algunas implementaciones. El preámbulo 802b puede incluir además un campo de señalización (SIG) 808b. El campo SIG 808b se puede formar a partir de dos símbolos de OFDM. Cada uno de los dos símbolos de OFDM del campo SIG 808b pueden ser rotado por QPSK. Si se utiliza más de un flujo espacial, el preámbulo 802b puede incluir campos de entrenamiento largos (LTF) 816b adicionales para cada uno de los flujos espaciales adicionales que se utilizan (por ejemplo, ya que el LTF 804b puede corresponder al primer flujo espacial si hay más de uno). El paquete de capa física 800b puede incluir además la carga útil 810b que puede generarse usando 52 tonos en cada símbolo de OFDM asignado para datos. El preámbulo 802b se puede usar según una modalidad de usuario único.

**[0092]** La figura 8C es un diagrama de bloques que muestra una estructura ejemplar de un preámbulo 802c y una carga útil 810c de un paquete de capa física 800c para su transmisión por un ancho de banda de 2 MHz, de acuerdo a una modalidad de múltiples usuarios. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 8B, el paquete de capa física 800c se puede generar usando un módulo de transformación 304 (figura 3) que está configurado según una modalidad de FFT de 64 puntos para transmitir un símbolo de OFDM con 64 tonos.

**[0093]** El preámbulo 802c puede incluir un campo de entrenamiento corto (STF) 804c. El STF 804c puede incluir una secuencia de valores conocidos con un subconjunto de valores distintos de cero correspondientes a un subconjunto de tonos distintos de cero, en 64 tonos con una periodicidad determinada. La periodicidad de los tonos distintos de cero puede ser la misma que la utilizada para las secuencias de STF utilizadas para transmisiones de 1 MHz. El preámbulo 802c puede incluir además un campo de entrenamiento largo (LTF) 806c. El LTF 806c puede estar formado por dos símbolos de OFDM y puede incluir secuencias de LTF transmitidas en cada símbolo. Las secuencias de LTF pueden comprender valores distintos de cero correspondientes a tonos distintos de cero para todos los tonos piloto y de datos. Por lo tanto, las secuencias de LTF pueden incluir 56 valores distintos de cero, de acuerdo a algunas implementaciones. El preámbulo 802c puede incluir además un campo de señalización (SIG) 808c. El campo SIG 808c se puede formar a partir de dos símbolos de OFDM. El primero de los dos símbolos de OFDM del campo SIG 808c puede ser girado por QPSK. En un aspecto, esto permite que el receptor detecte si el paquete 800c es un paquete de modalidad de múltiples usuarios o un paquete de modalidad de usuario único, basándose en si solo uno de los símbolos de campo SIG está girado por QPSK. El preámbulo 802c puede incluir además un campo de entrenamiento corto de muy alto caudal (VHT-STF) 814c. El VHT-STF 814c puede corresponder a un VHT-STF usado para transmisiones de la norma IEEE 802.11ac. El preámbulo 802c puede incluir además uno o más campos de entrenamiento largos de muy alto caudal (VHT-LTF) 816c, correspondientes a cada flujo espacial que se usa. Los VHT-LTF 816c pueden corresponder a los VHT-LTF utilizados para transmisiones de la norma IEEE 802.11ac. El preámbulo 802c puede incluir además un campo de señal de muy alto caudal (VHT-SIG-B) 818c. El VHT-SIG-B 818c puede corresponder al VHT-SIG-B utilizado para las transmisiones de la norma IEE 802.11ac. El paquete de capa física 800c puede incluir además la carga útil 810c que puede generarse utilizando 52 tonos en cada símbolo de OFDM asignado para datos. El preámbulo 802c se puede usar según una modalidad de múltiples usuarios.

**[0094]** La diferenciación entre una modalidad de 32 puntos (es decir, 1 MHz) y una modalidad de 64 puntos (2 MHz) puede realizarse utilizando una secuencia de LTF que es ortogonal en frecuencia en las modalidades de 32 y 64 tonos o detectando la rotación por QPSK en el 1<sup>er</sup> símbolo SIG.

**[0095]** Como se ha descrito anteriormente, un dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2 pueden configurarse para generar símbolos de OFDM para su transmisión por anchos de banda superiores a 2 MHz, tal como para 4 MHz, 8 MHz, 16 MHz y 32 MHz. En algunas implementaciones, cuando se envían símbolos de OFDM por anchos de banda superiores a 2 MHz, el campo SIG 808b (figura 8B) se puede duplicar en cada segmento de 2 MHz del símbolo de OFDM y se puede usar para poder determinar el ancho de banda del símbolo. Como el símbolo de OFDM para el campo SIG puede usar 52 tonos asignados para datos, la duplicación del campo SIG puede dejar 7 tonos de guardia (3 y 4 tonos en los extremos del símbolo) para anchos de banda superiores (4 MHz, 8 MHz, 16 MHz).

**[0096]** En algunos casos, puede ser deseable usar tonos de guardia adicionales para los campos LTF 806b y/o SIG 808b (figura 8B). Por ejemplo, puede ser deseable que los símbolos de preámbulo de 4 MHz, 8 MHz y 16 MHz se correspondan con los símbolos correspondientes utilizados para las transmisiones 802.11ac de 40 MHz, 80 MHz, y 160 MHz. Como un ejemplo, el LTF 806b puede usar los VHT-LTF para transmisiones de la norma 802.11ac de 40 MHz, 80 MHz y 160 MHz, según que el símbolo de OFDM sea para 4 MHz, 8 MHz y 16 MHz, respectivamente. Como los VHT-LTF para 40 MHz, 80 MHz y 160 MHz tienen 11 tonos de guardia (5/6), el uso de estos VHT-LTF puede no proporcionar valores distintos de cero para la estimación de canal para 2 tonos en cada borde, por ejemplo, si el campo SIG 808b asignó 52 tonos para los datos. Además, puede haber requisitos de filtrado más estrictos para los símbolos que se transmiten utilizando mayores anchos de banda (4 MHz, 8 MHz y 16 MHz) si los LTF 806b y SIG 808b se transmiten utilizando 52 tonos de datos (es decir, que tienen menos tonos de guardia). La duplicación del LTF 806b utilizado para transmisiones de 2 MHz puede abordar estos problemas de manera inadecuada, ya que el LTF utiliza 52 tonos distintos de cero y, por lo tanto, queda el mismo problema del tono de guardia. Como tal, se pueden proporcionar un LTF 806b y un SIG 808b optimizados para transmisiones de 2, 4 y 8 MHz. En un aspecto, los campos se eligen para poder reutilizar las secuencias de LTF de 20, 40 y 80 MHz, utilizadas para los paquetes de la norma IEEE 802.11ac.

**[0097]** Como tal, en una implementación, para los paquetes de 2 MHz mostrados en las figuras 8B y 8C, los campos SIG 808b y 808c pueden transmitirse usando una asignación de tonos diferente al resto de los campos de los paquetes 800b y 800c. Por ejemplo, los campos SIG 808b y 808c pueden transmitirse usando 48 tonos de datos en lugar de 52 tonos de datos. Esto puede corresponder a la asignación de tonos utilizada para un L-SIG de asignación de tonos de la norma 802.11a. Este campo SIG 808b y 808c se puede duplicar luego para cada segmento de 2 MHz, para transmisiones de más de 2 MHz. En otra implementación, los STF 804b y 804c, los LTF 806b y 806c, y los campos SIG 808b y 808c se pueden generar para su transmisión usando una asignación de tonos diferente al resto de los campos del paquete. Por ejemplo, los STF 804b y 804c, los LTF 806b y 806c y los campos SIG 808b y 808c se pueden generar para su transmisión utilizando 48 tonos asignados para datos.

**[0098]** Como se ha descrito anteriormente, los campos SIG 808b y 808c para una modalidad de 2 MHz pueden usar dos símbolos que transmiten hasta 52 bits de datos. Las entradas en los campos SIG 808b y 808c pueden corresponder a las entradas que se muestran en la Tabla 2 a continuación. Los primeros 26 bits que no están sombreados pueden corresponder al primer símbolo, mientras que los últimos 26 bits que están sombreados pueden corresponder al segundo símbolo. Debería apreciarse que, si bien 52 bits de datos se muestran en la tabla a continuación, sin embargo, como se ha descrito anteriormente, en algunas implementaciones, los campos SIG 808b y 808c pueden enviarse utilizando 48 tonos de datos y como tal el campo SIG puede corresponder a 48 bits. En una implementación correspondiente, el número de bits reservados que se muestran en la Tabla 2 a continuación puede reducirse para que se envíen o reciban 48 bits.

Campo	Bits	Descripción
Ancho de banda	2	Esto puede indicar una modalidad de ancho de banda (por ejemplo, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz o 16 MHz)
Reservado	1	
Codificación de bloques de espacio-tiempo	1	Indica si se usa la codificación de bloques de espacio-tiempo
Nsts/GID/AID	14	Para la modalidad de usuario único (SU): 2 bits pueden indicar Nsts, 0 a 12 bits pueden indicar AID parcial Para la modalidad de múltiples usuarios (MU): 8 bits pueden indicar Nsts, GID de 6 bits
Reservado	1	
Intervalo de guardia corto (SGI)	1	
Codificación	2	El 1 <sup>er</sup> bit puede indicar un tipo de codificación para SU (o para el usuario cero para MU), mientras que el 2 <sup>o</sup> bit puede ser utilizado para ambigüedad Nsym de LDPC
Codificación de modulación Esquema (MCS)	4	Para la modalidad MU, los primeros 3 bits pueden indicar el tipo de codificación para los usuarios 1 a 3, mientras que el último está reservado)
Conformación de haces	1	Puede indicar al receptor si se aplica una matriz de guía de conformación de haces a la onda en una modalidad de SU
Bit de agrupación	1	Reservado para MU
Longitud	9	Campo de longitud (en Símbolos cuando la agrupación está activada y en octetos cuando la agrupación está desactivada) Puede solicitar AMPDU para tamaños de paquete > 511 octetos y para MU
Reservado	4	El bit de Doppler se puede indicar aquí
Mediámbulo/Doppler	1	
CRC	4	
Cola	6	Puede ser necesario para BCC

**Tabla 2**

5 **[0099]** La figura 9 ilustra un formato ejemplar de un paquete 900. El paquete 900 puede comprender una PDU para su uso en el sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. En algunos aspectos, el paquete 900 se usa cuando el dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) está funcionando en una modalidad básica. En algunos aspectos, el paquete 900 se menciona como un paquete básico. El paquete 900 puede usarse para sensores, y puede prestar soporte al funcionamiento en uno o dos anchos de banda, por ejemplo, los dos anchos de banda más bajos utilizados de acuerdo a la norma 802.11ah.

10 **[0100]** El sistema 900 incluye un preámbulo 910 y una carga útil 920. El preámbulo 910 incluye un campo de entrenamiento corto (STF) 912, un campo de entrenamiento largo (LTF) 914 y un campo de señal (SIG) 916. En el aspecto ilustrado en la figura 9, el campo SIG 916 se menciona como un Omni-SIG. La carga útil 920 puede incluir información o datos del usuario y seguir directamente el campo SIG 916, como en el aspecto ilustrado en la figura 9.

15 **[0101]** El STF 912 puede comprender una o más secuencias. En algunos aspectos, la secuencia en el STF 912 se repite una pluralidad de veces. El STF 912 puede ser utilizado por el receptor 212 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) para establecer o ajustar una ganancia de un amplificador de recepción. Por ejemplo, se puede realizar un control automático de ganancia para establecer una ganancia de un LNA. Además, el receptor 212 o el dispositivo inalámbrico 202 pueden usar el STF 912 para detectar un comienzo del paquete 900. Como se muestra, el STF 912 puede comprender 2 símbolos.

20 **[0102]** El LTF 914 también puede comprender una o más secuencias. El LTF 914 puede ser utilizado por el procesador 204, el detector de señales 218 o el DSP 220 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) para estimar un canal por el que se recibe el paquete 900 y/o para igualar símbolos recibidos en la carga útil 920. Como se muestra, el LTF 914 puede comprender uno o dos símbolos.

**[0103]** El campo SIG 916 puede comprender información con respecto a los parámetros del paquete 900 y la carga útil 920. Por ejemplo, el campo SIG 916 puede indicar una longitud del paquete 900 o un esquema de modulación y codificación (MCS) de la carga útil 920. Como se muestra, el campo SIG 916 puede comprender uno o dos símbolos. Los contenidos y el formato del campo SIG 916 se describen en detalle adicional en esta divulgación.

**[0104]** La figura 10 ilustra un formato ejemplar de un paquete 1000. El paquete 1000 puede comprender una PDU para su uso en el sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. En algunos aspectos, el paquete 1000 se usa cuando el dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) está funcionando en una modalidad avanzada. En algunos aspectos, el paquete 1000 se menciona como un paquete avanzado. El paquete 1000 puede implementarse para usos no de sensores y/o para usos que requieren más de dos anchos de banda. Como se expondrá más adelante, el paquete 1000 puede prestar soporte a comunicaciones de múltiples entradas y múltiples salidas de múltiples usuarios (MU-MIMO).

**[0105]** El sistema 1000 incluye un preámbulo 1010 y una carga útil 1020. El preámbulo 1010 incluye el STF 912, el LTF 914 y el campo SIG 916 ilustrados en la figura 9. A diferencia del preámbulo 910, sin embargo, el preámbulo 1010 incluye además un campo de extensión 1012. En la figura 10, el campo de extensión 1012 se ilustra como un campo SIG de extensión. En algunos aspectos, el campo SIG 916 indica si el campo de extensión 1012 está incluido en un paquete. Por lo tanto, el campo SIG 916 se puede usar para distinguir entre un paquete básico y un paquete avanzado en algunos aspectos. La carga útil 1020 puede incluir información o datos del usuario, y puede configurarse de manera similar a la carga útil 920. En algunos aspectos, la carga útil 1020 puede ser más larga que la carga útil 920.

**[0106]** El campo SIG de extensión 1012 puede comprender parámetros del paquete 1000 o la carga útil 1020, además de los parámetros incluidos en el campo SIG 916. En algunos aspectos, el campo SIG de extensión 1012 incluye información que no está incluida en el campo SIG 916. En algunos aspectos, el campo SIG de extensión 1012 incluye información relacionada con los parámetros en el campo SIG 916, información ésta que puede usarse para complementar el campo SIG 916. El campo SIG de extensión 1012 puede comprender uno o dos símbolos, y puede estar dispuesto entre el campo SIG 916 y la carga útil 1020. Los contenidos y el formato del campo SIG de extensión 1012 se describen en detalle adicional en esta divulgación.

**[0107]** La figura 11 ilustra un formato ejemplar de un paquete 1100. El paquete 1100 puede comprender una PDU para su uso en el sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. En algunos aspectos, el paquete 1100 se usa cuando el dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) está funcionando en una modalidad de rango extendido (XR). En algunos aspectos, el paquete 1100 se menciona como un paquete de rango extendido o XR. El paquete 1100 puede proporcionar un preámbulo robusto y una codificación de datos para aumentar el intervalo en el que el paquete 1100 puede recibirse y decodificarse correctamente.

**[0108]** El sistema 1100 incluye un preámbulo 1110 y una carga útil 1120. El preámbulo 1110 incluye un campo de entrenamiento corto (STF) 1112, un campo de entrenamiento largo (LTF) 1114 y un campo de señal (SIG) 1116. En el aspecto ilustrado en la figura 11, el campo SIG 1116 se denomina un Omni-SIG. La carga útil 1120 puede incluir información o datos del usuario, y puede configurarse de manera similar a la carga útil 920 o 1020. En algunos aspectos, la carga útil 1120 puede ser más corta que la carga útil 920 o 1020.

**[0109]** De manera similar al STF 912, el STF 1112 puede comprender una o más secuencias. La secuencia incluida en el STF 1112, sin embargo, puede repetirse una cantidad de veces mayor que la secuencia en el STF 912. El STF 912 se puede usar para establecer o ajustar una ganancia de un amplificador de recepción o para detectar un comienzo del paquete 900. Como se muestra, el STF 1112 puede ser más largo que el STF 912. Por ejemplo, el STF 1112 puede comprender 3 símbolos.

**[0110]** El formato del STF 1112 se puede formatear en cualquier número de formas. En un aspecto, el formato del STF 1112 puede basarse en una secuencia de Chui. En algunos aspectos, el formato puede basarse en un diseño de autómatas celulares de puntos cuánticos (QCA), por ejemplo, rellenando cada tono con una transformación de Fourier rápida (FFT) de 32 puntos. En otros aspectos, un tono de cada dos puede estar poblado por una FFT de 64 puntos.

**[0111]** El LTF 1114 también puede comprender una o más secuencias. El LTF 1114 se puede usar para estimar un canal por el cual se recibe el paquete 1100, y/o para ecualizar símbolos recibidos en la carga útil 1120. Como se muestra, el LTF 1114 puede ser más largo que el LTF 914. Por ejemplo, el LTF 1114 puede comprender dos o más símbolos. En algunos aspectos, uno de los símbolos del LTF 1114 se invierte cuando se compara con un símbolo respectivo en el LTF 914. El LTF 1114 puede repetirse una pluralidad de veces en algunos aspectos.

**[0112]** El campo SIG 1116 puede comprender información con respecto a los parámetros del paquete 1100 y la carga útil 1120. Por ejemplo, el campo SIG 1116 puede indicar una longitud del paquete 1100 o un esquema de modulación y codificación (MCS) de la carga útil 1120. El campo SIG 1116 puede comprender dos o más símbolos.

En algunos aspectos, una pluralidad de bits que representan el subcampo del campo SIG 1116 se repiten cuatro o más veces en el campo SIG 1116. Por ejemplo, el campo SIG 1116 puede estar representado por 19 bits, como se expondrá con mayor detalle a continuación, bits éstos que pueden repetirse cuatro veces para ocupar tres símbolos. En algunos aspectos, el campo SIG 1116 se modula usando una forma de modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), tal como BPSK  $\frac{1}{2}$ . En algunos aspectos, se puede usar una codificación diferente en lugar de la repetición de los bits o en lugar de usar un código convolutivo binario (BCC), que puede reducir la longitud del campo SIG 1116, por ejemplo, a dos símbolos. La codificación diferente puede incluir un código de bloque. Los contenidos y el formato del campo SIG 1116 se describen en detalle adicional en esta divulgación.

**[0113]** El dispositivo inalámbrico 202t se puede configurar para determinar cuál de los paquetes expuestos en esta divulgación se transmite. Esta determinación puede basarse en cualquier cantidad de factores. Por ejemplo, se puede considerar la congestión de la red, al igual que el tipo o la cantidad de datos que se transmiten.

**[0114]** En algunos aspectos, el procesador 204 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) determina transmitir el paquete 1000 en lugar del paquete 900 cuando se usa MU-MIMO, cuando la longitud del paquete será mayor que una cantidad umbral, cuando una modalidad predeterminada no se usa para datos, cuando el dispositivo inalámbrico 202 no está funcionando en uno de los dos anchos de banda más bajos o cuando la corrección anticipada de errores (FEC) que se utiliza no es BCC. En algunos aspectos, la cantidad de umbral es de aproximadamente 4096 octetos. En algunos aspectos, la modalidad predeterminada se refiere a si se está utilizando un intervalo de guardia corto (SGI) o un intervalo de guardia largo (LGI).

**[0115]** El procesador 204 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) puede generar adicionalmente un paquete, indicando si el paquete está formateado como el paquete 900 o como el paquete 1000 con el campo SIG 916. En algunos aspectos, el dispositivo inalámbrico 202 puede rotar una modulación, tal como el BPSK, del campo SIG 916 para indicar el tipo de paquete. En algunos aspectos, un bit u otro indicador puede transmitirse sobre una fase de cuadratura (por ejemplo, en el riel Q) durante uno de los símbolos del campo SIG 916, para indicar si se está transmitiendo el paquete 900 o 1000.

**[0116]** El procesador 204 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) puede determinar un formateo de un paquete recibido basándose en el campo SIG 916 y procesar la carga útil en consecuencia. Por ejemplo, cuando el campo de extensión 1012 está incluido en el preámbulo 1010, el dispositivo inalámbrico 202 puede decodificar o procesar de otro modo la carga útil 1020 usando parámetros en el campo de extensión 1012, tales como un MCS o un número de flujos espaciales. En algunos aspectos, el dispositivo inalámbrico 202 puede configurarse para decodificar paquetes que tienen uno de los formatos 900 y 1000, e ignorar paquetes que tienen el otro formato. Por ejemplo, algunos dispositivos pueden no implementar la funcionalidad de múltiples usuarios (MU) que utiliza información en el campo de extensión 1012. Si estos dispositivos determinan que el campo de extensión 1012 se incluye basándose en el campo SIG 916, el procesador 204 puede interrumpir el procesamiento adicional del paquete 1000 o abortar la recepción de cualquier parte adicional del paquete 1000. De esta forma, el dispositivo puede identificar paquetes que no están destinados para el dispositivo y puede ahorrar energía cancelando la recepción de esos paquetes.

**[0117]** La figura 12 ilustra un ejemplo 916a del campo SIG 916. El campo SIG 916a puede usarse con los aspectos descritos en esta divulgación donde el tipo de paquete se indica usando un BPSK girado o un bit riel-Q, por ejemplo. El campo SIG 916a comprende un subcampo de longitud 1202 que incluye 12 bits, un subcampo de MCS 1204 que incluye 4 bits, un subcampo de ancho de banda (BW) 1206 que incluye 1 bit, un subcampo de paridad 1208 que incluye 1 bit, un subcampo reservado 1212 que incluye 2 bits y un subcampo de cola 1214 que incluye 6 bits. El subcampo de longitud 1202 puede indicar una longitud del paquete de 900 o 1000 en octetos. El subcampo de MCS 1204 puede indicar un MCS utilizado para la carga útil 920, 1020. El subcampo de ancho de banda 1206 puede indicar qué ancho de banda se está usando. En el aspecto ilustrado, el campo SIG 916a comprende un símbolo.

**[0118]** En algunos aspectos, un formato del paquete generado por el procesador 204 (figura 2) puede estar indicado por uno o más subcampos o bits en el campo SIG 916. Por ejemplo, cuando se genera el paquete, el procesador 204 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) puede incluir un indicador explícito en el campo SIG 916 para distinguir el paquete 900 del paquete 1000. Cuando otro dispositivo inalámbrico 202 recibe el paquete, el procesador 204 del dispositivo inalámbrico 202 puede determinar un formateo del paquete basándose en un subcampo del campo SIG 916 y procesar la carga útil en consecuencia.

**[0119]** En un aspecto, la inclusión del campo de extensión 1012 se determina usando un subcampo de modalidad del campo SIG 916. El subcampo de modalidad puede comprender dos bits y puede usarse para indicar un número de flujos espaciales o un número de partes del ancho de banda utilizadas para el paquete. En algunos aspectos, el paquete 900 se utiliza cuando la carga útil 920 se transmite por un flujo espacial. En algunos aspectos, el paquete 1000 se utiliza cuando la carga útil 1020 se transmite por más de un flujo espacial. Por ejemplo, el subcampo de extensión 1012 puede incluirse cuando se utiliza MIMO de un solo usuario (SU-MIMO) o MU-MIMO. El subcampo de modalidad se describe en detalle adicional a continuación.

**[0120]** La figura 13A ilustra un ejemplo 916b del campo SIG 916. El campo SIG 916b se puede usar en el paquete 900 con los aspectos descritos en esta divulgación donde el tipo de paquete se indica usando un subcampo del campo SIG 916b, por ejemplo. El campo SIG 916b comprende el subcampo de longitud 1202, el subcampo de MCS 1204, un subcampo de modalidad 1302, como se ha expuesto anteriormente, un subcampo de SGI 1304 que incluye 1 bit, el subcampo de paridad 1208 y el subcampo de cola 1214. En el aspecto ilustrado en la figura 13A, el subcampo de longitud 1202 puede indicar una longitud del paquete 900 en octetos o símbolos. El subcampo de paridad 1208 solo puede aplicarse al subcampo de modalidad 1302 y al subcampo de SGI 1304 en algunos aspectos. En el aspecto ilustrado, el campo SIG 916b comprende un símbolo.

**[0121]** La siguiente tabla ilustra valores ejemplares del subcampo de modalidad 1302. La tabla enumera además un número de flujos espaciales y anchos de banda que pueden usarse para cada uno de los valores del subcampo de modalidad 1302, y la tabla describe además si la longitud del paquete 900 se describe en los octetos o símbolos en el subcampo de longitud 1202.

**Tabla 3**

Modalidad		
"00"	BW Básico, 1 flujo espacial	Longitud en octetos
"01"	BW X 2, 1 flujo espacial	Longitud en símbolos
"10"	BW X 4, 1 flujo espacial	Longitud en símbolos
"11"	SIG Ext	SIG Ext presente

**[0122]** Como se puede ver en la tabla anterior, la longitud puede indicarse en símbolos cuando se usa más de un ancho de banda. En algunos aspectos, se usa una unidad de datos de protocolo de MAC agrupada (A-MPDU) cuando se usa más de un ancho de banda, cuya longitud puede estar suficientemente indicada en símbolos. Como también se puede ver en lo anterior, el campo de extensión 1012 se puede incluir cuando el subcampo de modalidad 1302 se establece en "11". Por lo tanto, el campo SIG 916b se puede usar cuando el subcampo de modalidad 1302 se establece en "00", "01" o "10".

**[0123]** La figura 13B ilustra un ejemplo 916c del campo SIG 916. El campo SIG 916c se puede usar en el paquete 1000 con el subcampo de modalidad 1302 descrito anteriormente. De este modo, el campo SIG 916c se puede usar cuando el subcampo de modalidad 1302 se establece en "11" y se incluye el campo de extensión 1012. El campo SIG 916c comprende un subcampo de longitud 1312, un subcampo de ancho de banda 1314, un subcampo reservado 1316 que incluye 4 bits, el subcampo de modalidad 1302 como se ha expuesto anteriormente, el subcampo de paridad 1208, el subcampo de SGI 1304 y el subcampo de cola 1214. En el aspecto ilustrado en la figura 13B, el subcampo de longitud 1312 puede indicar una longitud del paquete 1000 en símbolos. A diferencia del subcampo de longitud 1202, sin embargo, el subcampo de longitud 1312 incluye 10 bits. El subcampo de ancho de banda 1314 puede indicar una serie de anchos de banda que se usan y puede incluir 2 bits. En el aspecto ilustrado, el campo SIG 916c comprende un símbolo.

**[0124]** La figura 14 ilustra un ejemplo 916d del campo SIG 916. El campo SIG 916d se puede usar con los aspectos descritos en esta divulgación donde el tipo de paquete se indica usando un subcampo del campo SIG 916d. Por ejemplo, la inclusión del campo de extensión 1012 puede indicarse mediante un subcampo de extensión de MU 1414. En el aspecto ilustrado en la figura 14, el subcampo de extensión de MU 1414 incluye un bit, puede establecerse en "0" para indicar que el campo de extensión 1012 no está incluido, y puede establecerse en "1" para indicar que se incluye el campo de extensión 1012. En algunos aspectos, el campo de extensión 1012 comprende un campo SIG y se incluye para transmisiones de MU. En tales aspectos, el campo de extensión 1012 se puede denominar MU-SIG. En el aspecto ilustrado, el campo SIG 916d comprende dos símbolos.

**[0125]** El campo SIG 916d comprende un subcampo de velocidad 1402 que incluye 4 bits, un subcampo de flujos espaciales 1404, el subcampo de intervalo de guardia corto (SGI) 1304, un subcampo de longitud 1406 que incluye 18 bits, un subcampo de verificación de redundancia cíclica (CRC) 1408 que incluye 4 bits, el subcampo de cola 1214, un subcampo de ancho de banda 1412, el subcampo de extensión de MU 1414, un subcampo de agrupación 1416 que incluye 1 bit y un subcampo reservado 1418. Cuando el campo SIG 916d se usa para un SU, el subcampo de longitud 1406 puede indicar una longitud del paquete 900 en octetos. Esto permite que la capa PHY determine la frontera del paquete 900 cuando no se utiliza una A-MPDU. Sin embargo, cuando el campo SIG 916d se usa para MU, el subcampo de longitud 1406 puede indicar una longitud máxima del paquete 1000 entre los usuarios, en símbolos. En esta situación, se puede utilizar una A-MPDU con la transmisión del paquete 1000. De forma similar al subcampo de ancho de banda 1314, el subcampo de ancho de banda 1412 puede usarse para indicar una serie de anchos de banda o modalidades que se usan, excepto porque el subcampo de ancho de banda 1412 puede incluir 2 o 3 bits.

- 5 [0126] En algunos aspectos, el subcampo de velocidad 1402 puede indicar el MCS de la carga útil 920. El subcampo de flujos espaciales 1404 puede indicar un número de flujos espaciales para el funcionamiento de SU y/o un número de flujos espaciales reservados para el funcionamiento de MU. El subcampo de longitud puede indicar la longitud del paquete 900 en octetos si el subcampo de extensión de MU 1414 es 0 e indicar la longitud en símbolos si el subcampo de extensión de MU 1414 es 1. El subcampo de agrupación 1416 puede reservarse si el subcampo de extensión de MU 1414 es 1 y puede indicar que el paquete 900 es una A-MPDU si el subcampo de extensión de MU 1414 es 0.
- 10 [0127] La figura 15 ilustra un ejemplo 1012a del campo de extensión 1012. En el aspecto ilustrado, el campo de extensión 1012a comprende un campo SIG de extensión de dos símbolos. El campo SIG de extensión 1012a comprende un subcampo de MCS 1502 que incluye 16 bits, un subcampo de longitud 1504 que incluye 4 bits, un subcampo de ancho de banda 1506 que incluye 1 bit, un subcampo de SGI/LGI 1508 que incluye 1 bit, un subcampo de codificación 1512 que incluye 4 bits, un subcampo de flujos espaciales 1514 que incluye 8 bits, un subcampo de Identificador de grupo (GID) 1516 que incluye 6 bits, un subcampo de CRC 1518 que incluye 4 bits, un subcampo reservado 1522 que incluye 2 bits y un subcampo de cola 1524 que incluye 6 bits.
- 15 [0128] El subcampo de MCS 1502 puede indicar un MCS para cada uno entre una pluralidad de usuarios. En la forma de realización ilustrada, puede haber hasta cuatro usuarios. El subcampo de longitud 1504 puede indicar una longitud del paquete 1000 en símbolos. El subcampo de ancho de banda 1506 puede indicar un ancho de banda utilizado para el paquete 1000. El subcampo de SGI/LGI 1508 puede indicar si se usa un SGI o un LGI. El subcampo de codificación 1512 puede indicar una codificación para cada uno entre una pluralidad de usuarios. En la forma de realización ilustrada, puede haber hasta cuatro usuarios. El subcampo de flujos espaciales 1514 puede indicar un número de flujos espaciales para cada uno entre una pluralidad de usuarios. En la forma de realización ilustrada, puede haber hasta cuatro usuarios.
- 20 [0129] En algunos aspectos, cualquiera entre el subcampo de MCS 1502, el subcampo de longitud 1504, el subcampo de ancho de banda 1506 y el subcampo de SGI/LGI 1508 puede indicar un parámetro del paquete 1000 en lugar de un subcampo correspondiente en el campo SIG 916 que indica ese parámetro. Por ejemplo, cuando se incluye el campo de extensión 1012a, el dispositivo inalámbrico 202r puede usar el subcampo de MCS 1502 para determinar un MCS para uno o más usuarios en lugar de usar el subcampo de MCS 1204. En otros aspectos, uno o más subcampos en el campo SIG 916 pueden indicar parámetros para un primer usuario, mientras que cualquiera entre el subcampo de MCS 1502, el subcampo de longitud 1504, el subcampo de ancho de banda 1506 y el subcampo de SGI/LGI 1508 puede indicar parámetros para otros uno o más usuarios.
- 25 [0130] En algunos aspectos, la longitud del paquete 1000 se indica mediante una combinación de los bits en el subcampo de longitud 1504 con los bits en un subcampo de longitud del campo SIG 916. Por ejemplo, el subcampo de longitud 1312 se puede establecer en el valor "0000000010" y el subcampo de longitud 1504 se puede establecer en el valor "1111" para indicar que una longitud del paquete 1000 es de 47 símbolos. De forma similar, el número de anchos de banda usados para el paquete 1000 puede indicarse mediante una combinación del bit en el subcampo de ancho de banda 1506 con los bits de un subcampo de ancho de banda en el campo SIG 916.
- 30 [0131] La figura 16 ilustra un ejemplo 1012b del campo de extensión 1012. En el aspecto ilustrado, el campo de extensión 1012b comprende un campo SIG de extensión de dos símbolos. El campo SIG de extensión 1012b comprende el subcampo de MCS 1502, el subcampo de flujos espaciales 1514, el subcampo de GID 1516, el subcampo de CRC 1518, un subcampo reservado 1602 que incluye 10 bits y el subcampo de cola 1524. Como se puede ver en la figura 16, el campo SIG de extensión 1012b se formatea de forma similar al campo SIG de extensión 1012a, excepto porque los subcampos 1504-1512 se omiten en el campo SIG de extensión 1012b, y el subcampo reservado 1602 incluye un número mayor de bits que el subcampo reservado 1522.
- 35 [0132] La figura 17 ilustra un formato ejemplar de un paquete 1700. El paquete 1700 puede comprender una PPDU para su uso en el sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. En algunos aspectos, el paquete 1700 se usa cuando el dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) está funcionando en la modalidad avanzada, y el paquete 1700 se puede denominar paquete avanzado.
- 40 [0133] El paquete 1700 incluye una pluralidad de campos de extensión 1732-1738 en un preámbulo 1710 del paquete 1700. Los campos de extensión pueden incluir un campo MU-SIG 1732, un STF 1734 precodificado, uno o más LTF 1736 y un campo SIG-B 1738. En algunos aspectos, el paquete 1700 puede usarse en lugar del paquete 1000.
- 45 [0134] Además de los campos de extensión 1732-1738, el preámbulo 1710 incluye un STF de alto caudal (HT) 1712, un HT-LTF1 1714 y el campo de señal (SIG) 916. En el aspecto ilustrado en la figura 9, el campo SIG 916 se menciona como un Omni-SIG. En algunos aspectos, el campo SIG 916 indica si los campos de extensión 1732-1738 están incluidos en un paquete. Por ejemplo, uno o más bits en el campo SIG 916, una rotación BPSK del campo SIG 916 y/o un bit en el riel-Q durante un símbolo del campo SIG 916, pueden indicar que los campos de extensión 1732-1738 están incluidos.
- 50
- 55
- 60
- 65

**[0135]** El HT-STF 1712 puede comprender una o más secuencias. En algunos aspectos, la secuencia en el STF 1712 se repite una pluralidad de veces. El HT-STF 1712 puede ser utilizado por el receptor 212 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) para establecer o ajustar una ganancia de un amplificador de recepción, o usarse para detectar un comienzo del paquete 1700. Como se muestra, el HT-STF 1712 puede comprender 2 símbolos.

**[0136]** El HT-LTF 1714 también puede comprender una o más secuencias. El HT-LTF 1714 puede ser utilizado por el procesador 204, el detector de señales 218 o el DSP 220 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) para estimar un canal por el que se recibe el paquete 1700 y/o para ecualizar símbolos recibidos en una carga útil 1720. Como se muestra, el HT-LTF 1714 puede comprender dos símbolos.

**[0137]** En algunos aspectos, el campo MU-SIG 1732 incluye uno o más de los subcampos ilustrados en las figuras 15 y 16. En algunos aspectos, el campo MU-SIG 1732 y el campo SIG-B 1738 se funden entre sí para crear un campo de dos símbolos. Cuando el campo MU-SIG 1732 y el campo SIG-B 1738 se funden, los contenidos combinados pueden incluir un subcampo de GID, un subcampo de  $N_{sts}$  (número de flujos de espacio-tiempo) y/o un subcampo de MCS. En algunos aspectos, el subcampo de MCS incluye un MCS para cada usuario. En algunos aspectos, uno o más de los campos SIG ilustrados en la figura 17 se pueden utilizar como un LTF adicional.

**[0138]** Como se ha mencionado anteriormente, el paquete 1700 puede incluir adicionalmente la carga útil 1720. La carga útil 1720 puede incluir información o datos del usuario, y puede configurarse de manera similar a la carga útil 920.

**[0139]** La figura 18 ilustra un formato generalizado ejemplar de un paquete 1841 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. El paquete 1841 puede comprender una PPDU y puede formatearse selectivamente según la modalidad básica o la modalidad avanzada, descritas anteriormente. En algunos aspectos, el paquete 1841 se puede formatear de acuerdo a una pluralidad de otras modalidades.

**[0140]** El paquete 1841 incluye un preámbulo 1851 y una carga útil 1861. El preámbulo 1851 incluye el HT-STF 1712, el HT-LTF 1714 y el campo SIG 916. En algunas modalidades o algunos formatos, el paquete 1841 puede incluir adicionalmente una extensión 1853.

**[0141]** El HT-STF 1712 y el HT-LTF 1714 admiten la transmisión de datos en 52 tonos. La extensión 1853 puede incluir uno o más campos optativos o de extensión. El campo SIG 916 se puede usar para indicar si la extensión 1853 está incluida en el preámbulo 1851 y, cuando se incluye la extensión 1853, para indicar si se incluyen ciertos campos en la extensión 1853. Por ejemplo, para transmisiones de sensores que usan un flujo espacial, el campo SIG 916 puede indicar que la extensión 1853 se omite y el campo SIG 916 puede ir directamente seguido de la carga útil 1861. La carga útil 1861 puede incluir datos de SU o datos de MU, y/o información de MPDU agrupadas o no agrupadas, por ejemplo, y puede configurarse de manera similar a las cargas útiles expuestas en esta divulgación.

**[0142]** En algunos aspectos, el STF 912 expuesto anteriormente con respecto a la figura 9 puede configurarse de manera similar al HT-STF 1712. Además, el LTF 914 expuesto anteriormente con respecto a la figura 9 se puede configurar de forma similar al HT-LTF 1714.

**[0143]** El campo SIG 916 está etiquetado como un campo SIG-A en la figura 18. En algunos aspectos, el campo SIG-A 916 puede configurarse de manera similar a los campos Omni-SIG ilustrados o expuestos en esta divulgación. En otros aspectos, el campo SIG-A 916 puede diferir, en la configuración, de los campos Omni-SIG ilustrados o expuestos en esta divulgación. Por ejemplo, el campo SIG-A 916 se puede configurar como se expone con respecto a las figuras 20 y 23.

**[0144]** Los paquetes expuestos anteriormente pueden formatearse conforme al formato generalizado del paquete 1841. Por ejemplo, cuando se omite la extensión 1853, el paquete 900 puede formatearse de forma similar al paquete 1841. Como otro ejemplo, cuando se incluye la extensión 1853, el paquete 1000 se puede formatear de manera similar al paquete 1841. En este ejemplo, el campo de extensión 1012 puede incluirse en la extensión 1853. De forma similar, cuando se incluye la extensión 1853, el paquete 1700 se puede formatear de manera similar al paquete 1841. En este ejemplo, uno o más entre la pluralidad de campos de extensión 1732-1738 pueden incluirse en la extensión 1853.

**[0145]** El paquete 1841 puede formatearse para reducir la sobrecarga para dispositivos que no dan soporte o no están usando MU-MIMO, por ejemplo, omitiendo uno o más campos de la extensión 1853 u omitiendo la extensión 1853 en su totalidad. De forma similar, la extensión 1853 o uno o más campos de la extensión pueden omitirse para dispositivos que no prestan soporte o no están utilizando la conformación de haces de transmisión de SU (Tx-BF). Por lo tanto, los sensores y otros dispositivos similares pueden utilizar transmisiones no de AMPDU. Por lo tanto, el paquete 1841 y las implementaciones del paquete 1841 descritas a continuación dan soporte tanto a MU-MIMO como a Tx-BF, como características optativas con poca o ninguna sobrecarga adicional para dispositivos que no prestan soporte a tales características.

**[0146]** Las figuras 19A y 19B ilustran una primera implementación que muestra una pluralidad de formatos que pueden usarse para el paquete 1841 expuesto anteriormente. Cada uno de los formatos ilustrados en las figuras 19A y 19B incluyen HT-STF 1712, HT-LTF 1714 y un ejemplo 916e del campo SIG 916. El campo SIG-A 916e puede incluir dos símbolos.

**[0147]** La figura 19A ilustra un formato de paquete ejemplar 1941 del paquete 1841 de acuerdo a la primera implementación, y la figura 19B ilustra un formato de paquete ejemplar 1961 del paquete 1841 de acuerdo a la primera implementación. El dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) puede distinguir entre el paquete 1941 y el paquete 1961 basándose en el campo SIG-A 916e, por ejemplo.

**[0148]** Con referencia a la figura 19A, el paquete 1941 incluye un preámbulo 1951 y la carga útil 1861. El preámbulo 1951 incluye el HT-STF 1712, el HT-LTF 1714 y el campo SIG-A 916e expuesto anteriormente. El preámbulo 1951 incluye optativamente uno o más LTF adicionales 1953.

**[0149]** En algunos aspectos, el paquete 1941 se usa para la transmisión de bucle abierto de SU. En tales aspectos, los LTF adicionales 1953 se omiten cuando se usa un flujo espacial para el paquete 1941. Cuando se usan flujos espaciales adicionales, se puede incluir un LTF adicional 1953 para cada flujo espacial adicional en el preámbulo 1951. En algunos aspectos, se pueden usar 1, 2 o 4 flujos espaciales. En estos aspectos, 0, 1 o 2 LTF adicionales 1953 se incluirán en el preámbulo 1951.

**[0150]** En algunos aspectos, un indicador en el SIG-A 916e significa si se incluyen los LTF adicionales 1953. Un ejemplo de tal indicador se describe con respecto a la figura 20.

**[0151]** Con referencia a la figura 19B, el paquete 1961 incluye un preámbulo 1971 y la carga útil 1861. El preámbulo 1971 incluye el HT-STF 1712, el HT-LTF 1714 y el campo SIG-A 916e expuesto anteriormente. El preámbulo 1971 incluye además un STF 1973 precodificado que comprende un símbolo, y un campo SIG que comprende un símbolo. El STF 1973 precodificado se puede usar en el proceso de control automático de ganancia (AGC). En la figura 19B, el campo SIG se ilustra como un campo SIG-B 1977. El preámbulo 1971 incluye optativamente uno o más LTF precodificados 1975. Los LTF precodificados 1975 pueden usarse con fines de entrenamiento, por ejemplo, para estimar el canal por el que se recibe el paquete 1961. La precodificación puede permitir que se transmitan cantidades adicionales de datos por símbolo. En algunos aspectos, el campo SIG-B 1977 está precodificado.

**[0152]** En algunos aspectos, el paquete 1961 se usa para la transmisión de MU-MIMO o Tx-BF. Los indicadores en el campo SIG-A 916e se pueden usar para diferenciar entre tales transmisiones, como se expondrá en detalle adicional a continuación. En algunos aspectos, los LTF 1975 precodificados se incluyen cuando se usa más de un flujo espacial, de forma similar a como se incluyen los LTF adicionales 1953 en el paquete 1941 cuando se usa más de un flujo espacial. La inclusión u omisión de los LTF precodificados 1975 puede indicarse de la misma manera que la inclusión u omisión de los LTF adicionales 1953.

**[0153]** En algunos aspectos, se usa una modulación de al menos uno de los símbolos del campo SIG-A 916e para identificar si se está transmitiendo el paquete 1941 o el paquete 1961. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 202t puede transmitir el primer símbolo del campo SIG-A 916e usando un BPSK girado. Cuando el dispositivo inalámbrico 202r recibe el campo SIG-A 916e, el dispositivo inalámbrico 202r puede determinar que se está recibiendo el paquete 1961. En algunos aspectos, se usa una rotación por QBPSK. Por lo tanto, una rotación de un símbolo en el campo SIG-A 916e puede indicar que el STF 1973 precodificado sigue al campo SIG-A 916e, así como también indicar que el campo SIG-B 1977 está incluido en el preámbulo 1971.

**[0154]** En algunos usos del sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1, las transmisiones de bucle abierto de SU se usarán con una frecuencia mayor que las transmisiones de MU-MIMO o de Tx-BF. Por ejemplo, ciertos sensores configurados para la transmisión según la norma 802.11ah pueden usar la transmisión de bucle abierto de SU. Por lo tanto, en la primera implementación, el paquete 1941 se puede usar con más frecuencia que el paquete 1961, y el campo SIG-B 1977, por lo tanto, se puede omitir de muchos paquetes comunicados.

**[0155]** La figura 20 ilustra un ejemplo del campo SIG-A 916e. El campo SIG-A 916e incluye un subcampo de MCS 2051 que comprende 4 bits, un subcampo de flujos espaciales 2053 que comprende 2 bits, un subcampo de SGI 2055 que comprende 1 bit, un subcampo de longitud 2057 que comprende 12 bits, un subcampo de ancho de banda 2059 que comprende 2 bits, un subcampo de agrupación 2061 que comprende 1 bit, un subcampo de codificación 2063 que comprende 1 bit, un subcampo de MU 2065 que comprende 1 bit, un subcampo de código de bloques de espacio-tiempo (STBC) 2067 que comprende 1 bit, un subcampo de AID/GID 2069 que comprende 16 bits, un subcampo reservado 2071 que comprende 1 bit, un subcampo de CRC 2073 que comprende 4 bits y un subcampo de cola 2075 que comprende 6 bits.

**[0156]** El subcampo de MCS 2051 indica un MCS usado cuando el campo SIG-A 916e se usa en una transmisión de SU. El subcampo de MCS 2051 está reservado para la transmisión de MU porque el MCS para una transmisión de MU puede estar indicado en el campo SIG-B 1977. En algunos aspectos, la transmisión de SU puede indicarse

mediante los símbolos del campo SIG-A 916e que se transmite sin una modulación girada, o mediante el subcampo de MU 2065 que se fija en cero cuando un símbolo del campo SIG-A 916e se transmite con una modulación girada.

**[0157]** El subcampo de flujos espaciales 2053 puede indicar el número de flujos espaciales utilizados en una transmisión de SU. Cuando el subcampo de flujos espaciales 2053 indica que se usa más de una secuencia espacial, pueden incluirse los LTF adicionales 1953 o los LTF precodificados 1975. Por lo tanto, un valor del subcampo de flujos espaciales 2053 puede indicar si se incluyen uno o más LTF después del campo SIG-A 916e, así como también cuántos de los LTF adicionales están incluidos. El subcampo de flujos espaciales 2053 puede reservarse para transmisiones de MU.

**[0158]** El subcampo de longitud 2057 puede indicar una longitud del paquete, o de la carga útil del paquete, en el que se incluye el campo SIG-A 916e. El subcampo de longitud 2057 puede indicar la longitud del paquete en octetos cuando se usa una MPDU no agrupada con transmisión de SU. Esto asegura que la capa PHY del dispositivo inalámbrico 202r puede determinar adecuadamente la longitud del paquete. Si se usan MU o si se usan las A-MPDU, el subcampo de longitud 2057 indica la longitud del paquete en símbolos. En algunos aspectos, la A-MPDU se usa siempre para la transmisión de MU. En algunos aspectos, la A-MPDU siempre se usa para paquetes que tienen una longitud que es mayor que 4095 octetos. Cuando el subcampo de longitud 2057 indica la longitud en símbolos, la longitud del paquete puede determinarse con precisión porque los delimitadores dentro de la A-MPDU pueden llevar una longitud exacta en octetos. Además, el subcampo de ancho de banda 2059 puede indicar un ancho de banda utilizado para el paquete 1941 o el 1961, por ejemplo.

**[0159]** El subcampo de agrupación 2061 indica si se están agrupando las MPDU cuando se usa la transmisión de SU. Por lo tanto, el subcampo de agrupación indica si se utiliza una A-MPDU, así como también indica si el subcampo de longitud 2057 se debería interpretar como octetos o símbolos. El subcampo de agrupación 2061 puede reservarse para transmisiones de MU en algunos aspectos.

**[0160]** El subcampo de codificación 2063 puede indicar una codificación para una pluralidad de usuarios. El subcampo de codificación 2063 puede indicar un tipo de codificación para un SU, y puede reservarse en el caso de MU.

**[0161]** Como se ha aludido anteriormente, el subcampo de MU 2065 indica si el campo SIG-A 916e está incluido en una transmisión de MU o una transmisión de SU. En el aspecto ilustrado, un valor de "1" en el subcampo de MU 2065 indica que se están utilizando MU, mientras que un valor de cero indica que se está utilizando un SU.

**[0162]** El subcampo de STBC 2067 indica la STBC para algunos o todos los flujos espaciales. Además, el subcampo de STBC 2067 se puede usar como en la norma 802.11ac.

**[0163]** El subcampo de AID/GID 2069 llevará información diferente según que se esté utilizando MU o un SU. Cuando las transmisiones de MU no se utilizan, el subcampo de AID/GID 2069 puede indicar un identificador de asociación (AID) del dispositivo al que se dirige el paquete que lleva el campo de SIG-A 916e. Cuando se usan transmisiones de MU, el subcampo de AID/GID 2069 puede indicar un identificador de grupo (GID) de los dispositivos a los que se dirige el paquete que lleva el campo SIG-A 916e, así como una serie de flujos espaciales que se están utilizando. Cuando el subcampo de AID/GID 2069 indica que se usa más de un flujo espacial, pueden incluirse los LTF precodificados 1975. Por lo tanto, un valor del subcampo de AID/GID 2069 puede indicar si se incluyen uno o más LTF precodificados 1975 después del campo SIG-A 916e, así como también cuántos de los LTF precodificados 1975 están incluidos.

**[0164]** La figura 21 ilustra un ejemplo 1977a del campo SIG-B 1977. El campo SIG-B 1977a incluye un subcampo de MCS 2151 que comprende 4 bits, un subcampo de codificación 2153 que comprende 1 bit, un subcampo reservado 2155 que comprende 11 bits, un subcampo de CRC 2157 que comprende 4 bits y un subcampo de cola 2159 que comprende 6 bits. En algunos aspectos, se incluye un campo SIG-B 1977a para cada transmisión de usuario. Por lo tanto, cada uno de los subcampos 2151 a 2159 puede incluir información para un usuario.

**[0165]** En algunos aspectos, el campo SIG-B 1977 puede omitirse para las transmisiones Tx-BF de SU. Este aspecto, sin embargo, puede implicar una modalidad adicional para recibir correctamente un paquete que omita el campo SIG-B. Por lo tanto, en lugar de un dispositivo inalámbrico que implementa dos modalidades, por ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede implementar tres modalidades.

**[0166]** La primera implementación expuesta anteriormente con respecto a la figura 19 proporciona soporte para SU-MIMO, STBC, GI corto, ahorro de energía basado en AID y anchos de banda usando solo el campo SIG-A. El preámbulo para tales comunicaciones puede comprender solo seis símbolos. Se puede incluir información adicional para MU-MIMO o Tx-BF en un campo de extensión, por ejemplo, un campo SIG-B o uno o más LTF adicionales.

**[0167]** Las figuras 22A, 22B y 22C ilustran una segunda implementación que muestra una pluralidad de formatos que pueden usarse para el paquete 1841 expuesto anteriormente. Cada uno de los formatos ilustrados en las

figuras 22A, 22B y 22C incluye el HT-STF 1712, el HT-LTF 1714 y un 916f ejemplar del campo SIG 916. El campo SIG-A 916f incluye un símbolo.

- 5 **[0168]** La figura 22A ilustra un ejemplo 2241 de un formato del paquete 1841 de acuerdo a la segunda implementación, la figura 22B ilustra un ejemplo 2261 de otro formato del paquete 1841 de acuerdo a la segunda implementación y la figura 22C ilustra un ejemplo 2281 de otro formato más del paquete 1841 de acuerdo a la segunda implementación. El dispositivo inalámbrico 202r puede distinguir entre los paquetes 2241, 2261 y 2281 basándose al menos en el campo SIG-A 916f.
- 10 **[0169]** Con referencia a la figura 22A, el paquete 2241 incluye un preámbulo 2251 y la carga útil 1861. El preámbulo 2251 incluye el HT-STF 1712, el HT-LTF 1714 y el campo SIG-A 916f expuesto anteriormente. En algunos aspectos, el paquete 2241 se usa para transmisiones de bucle abierto en un flujo espacial. Por ejemplo, ciertos sensores configurados para la transmisión según la norma 802.11ah pueden utilizar el paquete 2241.
- 15 **[0170]** Con referencia a la figura 22B, el paquete 2261 incluye un preámbulo 2271 y la carga útil 1861. El preámbulo 2271 incluye el HT-STF 1712, el HT-LTF 1714, el campo SIG-A 916f expuesto anteriormente y el campo de extensión 1012. En la figura 22B, el campo de extensión 1012 se ilustra como un campo de extensión SIG que comprende dos símbolos. El preámbulo 2271 incluye optativamente uno o más LTF adicionales 1953.
- 20 **[0171]** En algunos aspectos, el paquete 2261 se usa para la transmisión de MIMO de bucle abierto. En tales aspectos, las LTF adicionales 1953 se omiten cuando se usa un flujo espacial para el paquete 2261. Cuando se usan flujos espaciales adicionales, se puede incluir un LTF adicional 1953 para cada flujo espacial adicional en el preámbulo 2271. En algunos aspectos, se pueden usar 1, 2 o 4 flujos espaciales. En estos aspectos, 0, 1 o 2 LTF adicionales 1953 se incluirán en el preámbulo 2271.
- 25 **[0172]** En algunos aspectos, un indicador en el campo de extensión 1012 significa si se incluyen los LTF adicionales 1953. Un ejemplo de tal indicador se describe a continuación con respecto a la figura 24.
- 30 **[0173]** Con referencia a la figura 22C, el paquete 2281 incluye un preámbulo 2291 y la carga útil 1861. El preámbulo 2291 incluye el HT-STF 1712, el HT-LTF 1714, el campo SIG-A 916f expuesto anteriormente, el campo de extensión 1012 y el STF 1973 precodificado. En la figura 22C, el campo de extensión 1012 se ilustra como un campo de extensión SIG que comprende dos símbolos. El preámbulo 2291 incluye optativamente uno o más LTF precodificados 1975.
- 35 **[0174]** En algunos aspectos, el paquete 2281 se usa para la transmisión de MU-MIMO o Tx-BF. Los indicadores en el campo de extensión 1012 se pueden usar para diferenciar entre tales transmisiones, como se expondrá con más detalle a continuación. En algunos aspectos, los LTF 1975 precodificados se incluyen cuando se usa más de un flujo espacial, de forma similar a como se incluyen los LTF adicionales 1953 en el paquete 2261 cuando se usa más de un flujo espacial. La inclusión u omisión de los LTF precodificados 1975 puede indicarse de la misma
- 40 **[0175]** En algunos aspectos, se usa una modulación del campo SIG-A 916f para identificar si se está transmitiendo el paquete 2241 o cualquiera de los paquetes 2261, 2281. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 202t puede transmitir el campo SIG-A 916f usando un BPSK girado. Cuando el dispositivo inalámbrico 202r recibe el campo SIG-A 916f, el dispositivo inalámbrico 202r puede determinar que se está recibiendo el paquete 2261 o el paquete 2281. Con el fin de diferenciar entre el paquete 2261 y el 2281, el dispositivo inalámbrico 202r puede evaluar el campo de extensión 1012. En algunos aspectos, se usa una rotación de QBPSK para delinear entre el paquete 2241 y cualquiera de los paquetes 2261, 2281. Por lo tanto, una rotación del campo SIG-A 916f puede indicar que el campo de extensión 1012 sigue al campo SIG-A 916e. El campo de extensión 1012 puede indicar si
- 50 **[0176]** En algunos aspectos, el procesador 204 del dispositivo inalámbrico 202 (figura 2) determina incluir el campo de extensión 1012 cuando se usa MIMO, MU-MIMO, STBC o SU-BF. En algunos aspectos, el procesador 204 del dispositivo inalámbrico 202 determina incluir el campo de extensión 1012 cuando el paquete que se está transmitiendo es mayor que 4096 bytes, se usa un GI corto o se usa un código de verificación de paridad de baja densidad (LDPC). Por lo tanto, el campo de extensión 1012 se puede incluir para ciertas modalidades de SU de bucle abierto (por ejemplo, GI corto, STBC, MIMO, agrupación). En algunos aspectos, se usa A-MPDU cuando se incluye el campo de extensión 1012, y la agrupación no se usa cuando se omite el campo de extensión 1012.
- 55 **[0177]** Como se ha expuesto anteriormente, se puede usar una transmisión de bucle abierto en el sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. Por ejemplo, ciertos sensores configurados para la transmisión según la norma 802.11ah pueden usar transmisión de bucle abierto. Por lo tanto, en la segunda implementación, se puede usar un paquete que incluye solo cinco símbolos en el preámbulo (por ejemplo, el paquete 2241) para transmisiones de sensor habituales.
- 60
- 65

**[0178]** La figura 23 ilustra un ejemplo del campo SIG-A 916f. El campo SIG-A 916f incluye un subcampo de longitud 2351 que comprende 12 bits, un subcampo de MCS 2353 que comprende 4 bits, el subcampo de ancho de banda 2059, un subcampo reservado 2355 que comprende 1 bit, un subcampo de paridad 2357 que comprende 1 bit y el subcampo de cola 2075.

**[0179]** El subcampo de longitud 2351 puede indicar una longitud del paquete, o de la carga útil del paquete, en el que se incluye el campo SIG-A 916f. El campo de longitud 2351 puede indicar la longitud del paquete cuando se omite el campo de extensión 1012. Cuando se incluye el campo de extensión 1012, la longitud puede indicarse en símbolos. Como se ha expuesto anteriormente, la inclusión del campo de extensión 1012 se puede indicar mediante la rotación de BPSK del campo SIG-A 916f. Por lo tanto, una rotación de modulación del campo SIG-A 916f puede delinear si el campo de longitud 2351 debería interpretarse como octetos o símbolos.

**[0180]** El subcampo de MCS 2353 indica un MCS usado para un usuario. Si se está utilizando un SU, el MCS es para el usuario único. Si se usan MU, el MCS es para uno de los usuarios múltiples, por ejemplo, el primer usuario.

**[0181]** La figura 24 ilustra un ejemplo 1012c del campo de extensión 1012. En el aspecto ilustrado, el campo de extensión 1012c comprende un campo SIG de extensión de dos símbolos. El campo SIG de extensión 1012c incluye un subcampo de MCS 2451 que comprende 12 bits, un subcampo de  $N_{sts}$  2453 que comprende 8 bits, un subcampo de BF 2455 que comprende 1 bit, un subcampo de SGI/LGI 2457 que comprende 1 bit, un subcampo de codificación 2459 que comprende 4 bits, un subcampo de STBC 2461 que comprende 1 bit, un subcampo de GID 2463 que comprende 6 bits, un subcampo de CRC 2465 que comprende 4 bits, un subcampo reservado 2467 que comprende 9 bits y un subcampo de cola 2469 que comprende 6 bits.

**[0182]** Para las transmisiones de MU, el subcampo de MCS 2451 puede indicar un MCS para cada uno entre una pluralidad de usuarios. En el aspecto ilustrado, puede haber hasta tres usuarios. Como se ha expuesto anteriormente, se puede incluir un MCS para un usuario en el campo SIG-A 916f. Los MCS en el subcampo de MCS 2451 pueden ser para usuarios además del usuario para el cual está incluido el MCS en el campo SIG-A 916f. Por lo tanto, entre el campo SIG-A 916f y el campo SIG de extensión 1012c, se pueden incluir MCS para cuatro usuarios diferentes.

**[0183]** Para la transmisión de MU, el subcampo de  $N_{sts}$  2453 puede indicar un número de flujos espaciales que se utilizan. Para las transmisiones de SU, sin embargo, el subcampo de MCS 2451 en combinación con el subcampo de  $N_{sts}$  2453 se pueden utilizar para indicar un AID del usuario único. Por ejemplo, los bits del subcampo de MCS 2451 y los seis bits del subcampo de  $N_{sts}$  2453 pueden llevar el AID.

**[0184]** El subcampo de BF 2455, el subcampo de SGI/LGI 2457 y el subcampo de STBC 2461 pueden indicar si se está utilizando conformación de haces, si se está utilizando un SGI o LGI y si se está utilizando la STBC, respectivamente. Por lo tanto, el subcampo de BF 2455 se puede usar para distinguir entre las transmisiones de bucle abierto de SU y las transmisiones de SU-BF.

**[0185]** El subcampo de GID 2463 puede indicar un GID para dispositivos a los que se dirige un paquete que incluye el campo SIG de extensión 1012c. En algunos aspectos, un valor del subcampo de GID 2463 está reservado para las transmisiones de bucle abierto de SU y/o un valor del subcampo de GID 2463 está reservado para las transmisiones de SU-BF. En tales aspectos, las transmisiones de SU-BF de bucle abierto de SU pueden distinguirse sin evaluar el subcampo de BF 2455. En algunos de tales aspectos, el subcampo de BF 2455 se omite.

**[0186]** El subcampo de codificación 2459 puede indicar una codificación para cada uno entre una pluralidad de usuarios. En el aspecto ilustrado, puede haber hasta cuatro usuarios. En un aspecto, cada bit del subcampo de codificación 2459 indica una codificación utilizada para un usuario respectivo.

**[0187]** En algunos aspectos, el subcampo de SGI/LGI 2457 y/o el subcampo de STBC 2461 se pueden incluir en el campo SIG-A 916f en lugar del campo SIG de extensión 1012c. El subcampo de STBC 2461 indica una STBC para algunos de, o todos, los flujos espaciales.

**[0188]** Las figuras 25A y 25B ilustran otra implementación que muestra una pluralidad de formatos que pueden usarse para el paquete 1841 expuesto anteriormente. Cada uno de los formatos ilustrados en las figuras 25A y 25B incluyen un STF 912, un LTF 914 y un campo SIG-A 916. En este ejemplo, el LTF 914 y el campo SIG-A 916 incluyen, cada uno, cuatro símbolos. La figura 25A ilustra un ejemplo de un formato de un paquete y la figura 25B ilustra un ejemplo de otro formato de un paquete. El dispositivo inalámbrico 202r puede distinguir entre los paquetes de las figuras 25A y 25B basándose al menos en el campo LTF 914.

**[0189]** Con referencia a la figura 25A, el paquete 2500 incluye un preámbulo 2510 y la carga útil 2520. El preámbulo 2510 incluye el STF 912, el LTF 916 y el campo SIG-A 916. El campo SIG-A 916 puede estar codificado con repetición. Estos campos pueden ser similares a los campos correspondientes expuestos en esta divulgación. En algunos aspectos, el paquete 2500 se usa para transmisiones de bucle abierto en un flujo espacial. Por ejemplo, ciertos sensores configurados para la transmisión según la norma 802.11ah pueden utilizar el paquete 2500.

- 5 **[0190]** Con referencia a la figura 25B, el paquete 2550 incluye un preámbulo 2560 y la carga útil 2520. El preámbulo 2560 incluye el STF 912, el LTF 914, el campo SIG-A 916 y el campo de extensión 1012. El campo SIG-A 916 puede estar codificado con repetición. Estos campos pueden ser similares a los campos correspondientes expuestos en esta divulgación. En la figura 25B, el campo de extensión 1012 se ilustra como un campo SIG de extensión que comprende tres símbolos.
- 10 **[0191]** En algunos aspectos, el paquete 2550 se utiliza cuando se utilizan características avanzadas, tales como la transmisión de MIMO de bucle abierto, la LDPC, MIMO de usuario único, el Mediámbulo, la STBC y el PAID, o cuando la carga útil es superior a 511 bytes. El campo de extensión 1012 del paquete 2550 puede comunicar información para las características avanzadas. En algunos aspectos, un indicador en el campo de LTF 914 significa si se incluye el campo SIG de extensión 1012. Un ejemplo de tal indicador se describe a continuación con respecto a la figura 26.
- 15 **[0192]** La figura 26 ilustra un ejemplo del campo SIG-A 916g. En el aspecto ilustrado, el campo SIG 916g comprende cuatro símbolos. El campo SIG-A 916g incluye un subcampo de Longitud 2651 que comprende 9 bits, un subcampo de MCS 2653 que comprende 4 bits, un subcampo de SGI 2655 que comprende 1 bit, un subcampo de CRC de 4 bits 2657 y un campo de cola de 6 bits 2659. En algunas formas de realización, en lugar del subcampo de CRC de 4 bits 2657, se pueden incluir 1 bit de paridad y 3 bits reservados. Alternativamente, en algunos aspectos, en lugar del subcampo de CRC de 4 bits 2657, se pueden incluir 1 bit de paridad, 2 bits reservados y un subcampo de Doppler/Mediámbulo de 1 bit.
- 20 **[0193]** El subcampo de Longitud 2651 puede indicar una longitud del paquete, o la carga útil del paquete, en el que se incluye el campo SIG-A 916g. El subcampo de Longitud 2651 puede indicar la longitud del paquete en octetos cuando se omite el campo de extensión 1012. Cuando se incluye el campo de extensión 1012, la longitud puede indicarse en símbolos. Si el campo SIG de extensión 1012 está incluido en el paquete puede indicarse mediante la rotación de símbolos del campo LTF 914 o una parte del campo LTF 914. Por ejemplo, las rotaciones de los dos últimos símbolos del campo LTF 914 pueden indicar si se incluye o no el campo SIG de extensión 1012. Por lo tanto, una rotación de modulación del campo LTF 914 puede delinear si el subcampo de Longitud 2651 debería interpretarse como octetos o símbolos.
- 25 **[0194]** El subcampo de MCS 2653 puede indicar un MCS para un usuario. Si se está usando la modalidad de SU, el MCS puede ser para el usuario único. Si se está usando la modalidad de MU, el MCS puede ser para uno de los múltiples usuarios, por ejemplo, el primer usuario. El subcampo de SGI 2655 puede indicar dónde se usa el intervalo de guardia corto. Por ejemplo, un intervalo de guardia corto puede ser de 2  $\mu$ s y un intervalo de guardia normal puede ser de 8  $\mu$ s. En algunos aspectos, un intervalo de guardia corto puede ser de 2  $\mu$ s y un intervalo de guardia normal puede ser de 4  $\mu$ s.
- 30 **[0195]** El campo SIG-A 916g puede incluir la información necesaria para el tráfico de sensor 1ss para cargas útiles de hasta 511 octetos e incluir la información necesaria para el aplazamiento. Por lo tanto, los dispositivos que no implementan características avanzadas pueden apagarse después de decodificar el campo SIG-A, para ahorrar energía.
- 35 **[0196]** La figura 27 ilustra un ejemplo del campo de extensión 1012d. En el ejemplo ilustrado, el campo de extensión 1012d comprende un campo SIG de extensión de tres símbolos. El campo SIG de extensión 1012d incluye un subcampo de SS de 2 bits 2751, un subcampo de Doppler/Mediámbulo de 1 bit 2753, un subcampo de Codificación de 2 bits 2755, un subcampo de PAID (identificador de asociación parcial) de 5 bits 2757, un subcampo de STBC de 1 bit 2759, 1 subcampo de paridad 2761 y un subcampo de 6 colas 2763.
- 40 **[0197]** El subcampo de núm. SS 2751 puede indicar el número de flujos espaciales utilizados. El subcampo Doppler/Mediámbulo 2753 se puede incluir para indicar que el receptor debería mitigar el impacto de la alta variación de un canal temporal, o para indicar la presencia de un mediámbulo. El subcampo de codificación 2755 puede indicar una codificación para cada uno entre una pluralidad de usuarios. En el aspecto ilustrado, puede haber hasta cuatro usuarios. En un aspecto, cada bit del subcampo de codificación 2755 puede indicar una codificación utilizada para un usuario respectivo.
- 45 **[0198]** El subcampo de PAID 2757 incluye un identificador parcial para uno o más receptores. El subcampo de PAID 2757 puede ser usado por cada receptor 202r como un indicador temprano de si el receptor debiera recibir y decodificar el resto del paquete. Por ejemplo, si el subcampo de PAID 2757 indica que el paquete no está destinado a un receptor particular, el receptor particular puede discontinuar el procesamiento del paquete para ahorrar energía. El subcampo de STBC 2759 puede indicar una STBC para uno o más flujos espaciales. En algunos aspectos, el subcampo de paridad 2761 abarca solo el campo SIG de extensión 1012d.
- 50 **[0199]** En algunos aspectos, se puede incluir un bit de SGI en el campo SIG de extensión 1012d en lugar de en el campo SIG-A 916g, y el bit de Doppler/Mediámbulo se puede incluir en el campo SIG-A 916g en lugar de en el campo SIG de extensión 1012. En algunas formas de realización, el campo SIG de extensión 1012d incluye cuatro
- 55
- 60
- 65

símbolos. En dichas formas de realización, el símbolo adicional puede estar incluido, por ejemplo, para bits reservados y/o bits de PAID adicionales. El símbolo adicional puede incluir alternativamente otros subcampos.

5 **[0200]** Los paquetes 2500 y 2550 de la figura 25A y 25B son particularmente ventajosos para modalidades de transmisión de 1 MHz. El paquete de la figura 25A puede ser suficiente para la mayor parte del tráfico. En algunas formas de realización, los paquetes más largos de la figura 25B se usan solo cuando se usan características avanzadas.

10 **[0201]** En algunas formas de realización, los paquetes 2500 y 2550 de las figuras 25A y 25B tienen configuraciones alternativas. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el campo SIG-A 916g puede tener tres símbolos de longitud y el campo de extensión 1012d puede ser solo un símbolo. En tales formas de realización, el campo SIG-A de tres símbolos 916g puede incluir un subcampo de Longitud 2651 que comprende 9 bits, un subcampo de MCS 2653 que comprende 3 o 4 bits, un subcampo de Codificación de 1 o 0 bits 2755, un subcampo de SGI 2655 que comprende 1 bit y un subcampo de CRC de 4 bits 2657. En algunos aspectos, los bits de cola pueden omitirse cuando se usan códigos convolutivos que muerden la cola. Además, un campo de extensión de un símbolo 1012d puede comprender un subcampo SS de 2 bits 2751, un subcampo de Doppler/Mediámbulo de 1 bit 2753, un subcampo de Codificación de 1 bit 2755, un subcampo de STBC de 1 bit 2759 y 1 subcampo de paridad 2761.

20 **[0202]** De acuerdo con la invención, una carga útil, tal como la carga útil 2520 de las figuras 25A y 25B se codifica con repetición. Que la carga útil está codificada con repetición o no se indica mediante rotación de símbolos del campo LTF 914 o una parte del campo LTF 914. Por ejemplo, las rotaciones por BPSK de los dos últimos símbolos del campo LTF 914 pueden indicar si la carga útil está codificada con  $\frac{1}{2}$  de tasa de BPSK o codificada con repetición con  $\frac{1}{2}$  de tasa de BPSK. En algunas formas de realización, si la rotación del campo LTF 914 indica que la carga útil está codificada con repetición con  $\frac{1}{2}$  de tasa de BPSK, los bits en un campo de un preámbulo que de otro modo podrían usarse para indicar el MCS de la carga útil pueden utilizarse para otro fin, tal como, pero no limitado a, bits reservados, bits de paridad o un campo de CRC. En algunas formas de realización, un preámbulo incluye un campo SIG, que puede ser codificado con repetición 2x con  $\frac{1}{2}$  de tasa de BPSK, siempre que la carga útil sea codificada con repetición 2x de  $\frac{1}{2}$  de tasa de BPSK, y puede ser codificada con  $\frac{1}{2}$  de tasa de BPSK siempre que la carga útil no esté codificada con repetición 2x con  $\frac{1}{2}$  de tasa de BPSK.

35 **[0203]** La figura 28 ilustra un procedimiento de aspecto de un procedimiento 2800 para transmitir un paquete. El procedimiento 2800 se puede usar para generar selectivamente los paquetes expuestos en esta divulgación, tales como los paquetes 700, 800a, 800b, 800c, 900, 1941, 2241, 1000, 1700, 1941, 1961, 2261, 2281, por ejemplo. El paquete puede generarse en el AP 104 o bien en la STA 106 y transmitirse a otro nodo en la red inalámbrica 100. Aunque el procedimiento 2800 se describe a continuación con respecto a elementos del dispositivo inalámbrico 202t, se pueden usar otros componentes para implementar una o más de las etapas.

40 **[0204]** En el bloque 2802, se determina si se incluye un campo de extensión en un preámbulo de capa física de una comunicación. El campo de extensión puede comprender un campo SIG de extensión y/o un campo SIG-B, por ejemplo. En algunos aspectos, se puede incluir una pluralidad de campos de extensión. La generación puede ser realizada por el procesador 204 y/o el DSP 220, por ejemplo. En algunos aspectos, el procesador 204 determina incluir el campo de extensión cuando se usa MU-MIMO, cuando la longitud del paquete será mayor que una cantidad umbral, cuando no se está usando una modalidad predeterminada para los datos, cuando el dispositivo inalámbrico 202t no está funcionando en uno de los dos anchos de banda más bajos, o cuando la corrección anticipada de errores (FEC) que se está utilizando no es BCC.

50 **[0205]** En el bloque 2804, se gestiona la comunicación. La comunicación puede comprender el preámbulo de capa física y una carga útil, y el preámbulo puede incluir un primer campo que indica si se incluye el campo de extensión. El primer campo puede comprender un campo SIG, por ejemplo, un campo SIG-A. La inclusión del campo de extensión puede indicarse, por ejemplo, mediante uno o más bits en el campo SIG, una rotación de BPSK del campo SIG, y/o un bit en el riel-Q durante un símbolo del campo SIG. La generación puede ser realizada por el procesador 204 y/o el DSP 220, por ejemplo. En algunos aspectos, el procesador 204 incluye parámetros de codificación para la carga útil en el primer campo cuando se determina que no incluye el campo de extensión, e incluye parámetros de codificación para la carga útil en el campo de extensión cuando se determina que incluye el campo de extensión. En algunos aspectos, los parámetros de codificación en un MCS pueden ser para uno o más usuarios.

60 **[0206]** En el bloque 2806 se transmite el paquete de forma inalámbrica. La transmisión puede ser realizada por el transmisor 210, por ejemplo.

65 **[0207]** La figura 29 es un diagrama de bloques funcionales de un dispositivo inalámbrico ejemplar 2900 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. El dispositivo 2900 comprende un módulo de determinación 2902 para determinar si se incluye un campo de extensión en un preámbulo de capa física de una comunicación. El módulo de decodificación 2902 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 2802 ilustrado en la

figura 28. El módulo de determinación 2902 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 2900 comprende además un módulo de generación 2904 para generar la comunicación. El módulo de decodificación 2904 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 2804 ilustrado en la figura 28. El módulo de generación 2904 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204 y el DSP 220, por ejemplo. El dispositivo 2900 comprende además un módulo de transmisión 2906 para transmitir de forma inalámbrica la comunicación generada. El módulo de transmisión 2906 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 2806 ilustrado en la figura 28. El módulo de transmisión 2906 puede corresponder al transmisor 210 de la figura 2, por ejemplo.

**[0208]** La figura 30 ilustra un aspecto de un procedimiento 3000 para recibir y procesar un paquete. El procedimiento 3000 puede usarse para recibir y procesar los paquetes expuestos en esta divulgación, tales como los paquetes 700, 800a, 800b, 800c, 900, 1941, 2241, 1000, 1700, 1941, 1961, 2261, 2281, por ejemplo. El paquete puede ser recibido en el AP 104 o la STA 106 desde otro nodo en la red inalámbrica 100 de la figura 1. Aunque el procedimiento 3000 se describe a continuación con respecto a los elementos del dispositivo inalámbrico 202r, se pueden usar otros componentes para implementar una o más de las etapas.

**[0209]** En el bloque 3002, se recibe una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física y una carga útil. La recepción puede realizarse mediante el receptor 212, por ejemplo. En algunos aspectos, el preámbulo incluye un primer campo que indica si el preámbulo también incluye un campo de extensión. El primer campo puede comprender un campo SIG, por ejemplo, un campo SIG-A. La inclusión del campo de extensión puede indicarse, por ejemplo, mediante uno o más bits en el campo SIG, una rotación de BPSK del campo SIG, y/o un bit en el riel-Q durante un símbolo del campo SIG. El campo de extensión puede comprender un campo SIG de extensión y/o un campo SIG-B. En algunos aspectos, se puede incluir una pluralidad de campos de extensión.

**[0210]** En el bloque 3004, la carga útil se procesa basándose en los parámetros de codificación de modulación incluidos en el primer campo cuando el indicador significa que el preámbulo no incluye el campo de extensión, y basándose en los parámetros de codificación incluidos en el campo de extensión cuando el indicador significa que el preámbulo incluye el campo de extensión. El procesamiento puede realizarse mediante el procesador 204, el detector de señales 218 y/o el DSP 220, por ejemplo. En algunos ejemplos, la carga útil se procesa utilizando un MCS incluido en el primer campo y/o el campo de extensión. En algunos aspectos, cuando se incluye el campo de extensión, la carga útil se procesa combinando uno o más subcampos del primer campo con uno o más subcampos del campo de extensión. En algunos aspectos, la carga útil se procesa para una pluralidad de usuarios en función de la información en el campo de extensión.

**[0211]** La figura 31 es un diagrama de bloques funcionales de un dispositivo inalámbrico ejemplar 3100 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. El dispositivo 3100 comprende un módulo de recepción 3102 para recibir de manera inalámbrica una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física y una unidad de datos. En algunos aspectos, el preámbulo incluye un primer campo que indica si el preámbulo también incluye un campo de extensión. El módulo de recepción 3102 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3002 ilustrado en la figura 30. El módulo receptor 3002 puede corresponder al receptor 212 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 3100 comprende además un módulo de procesamiento 3104 para procesar la carga útil basándose en los parámetros de codificación de modulación incluidos en el primer campo. El módulo de procesamiento 3104 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3004 ilustrado en la figura 30. El módulo de procesamiento 3104 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204, el detector de señales 218 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 3100 comprende además un módulo de procesamiento 3106 para procesar la carga útil basándose en los parámetros de codificación incluidos en el campo de extensión. El módulo de procesamiento 3104 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3004 ilustrado en la figura 30. El módulo de procesamiento 3106 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204, el detector de señales 218 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo.

**[0212]** La figura 32 ilustra varios componentes que pueden usarse en el receptor 212 del dispositivo inalámbrico 202 de la figura 2. Los componentes ilustrados en la figura 32 se pueden usar para recibir y distinguir entre paquetes, por ejemplo, tales como los paquetes 900, 1000 y el paquete 1100.

**[0213]** En el aspecto ilustrado en la figura 32, el receptor 212 comprende un primer detector 3202 y un segundo detector 3204. El primer detector 3202 está configurado para detectar el STF 912 de la figura 9, por ejemplo. El segundo detector 3204 está configurado para detectar el STF 1112 de la figura 11, por ejemplo. El primer detector 3202 y el segundo detector 3204 pueden ejecutarse en paralelo para detectar un paquete y el formato del paquete.

**[0214]** Utilizando tanto el primer detector 3202 como el segundo detector 3204, el receptor 212 puede detectar automáticamente si se recibe el paquete 1100, o si se reciben los paquetes 900, 1000. Si el primer detector 3202 detecta que se está recibiendo el paquete 900 o 1000, el dispositivo inalámbrico 202r puede usar uno o más de los mecanismos descritos en esta divulgación para determinar si se está recibiendo el paquete 900 o el paquete

1000. La carga útil de un paquete recibido se puede procesar en función de cuáles de los paquetes 900 a 1100 se reciben y en función de un campo SIG y/o de extensión en el paquete recibido. De esta manera, el dispositivo inalámbrico 202r se puede configurar para recibir y procesar paquetes formateados en múltiples configuraciones, como se ilustra en las figuras 9 a 11, por ejemplo.

**[0215]** El procesador del dispositivo inalámbrico 202t puede configurarse para seleccionar, por ejemplo, entre los paquetes 900, 1000 y el paquete 1100, basándose en qué paquete incluye una secuencia repetida un mayor número de veces que en los paquetes 900 y 1000. Por lo tanto, se puede transmitir un STF y/o preámbulo más largo y más robusto cuando sea ventajoso, manteniendo a la vez el STF y/o el preámbulo en una longitud eficaz en otras transmisiones.

**[0216]** Además, o en lugar de la detección de STF descrita en esta divulgación, el dispositivo inalámbrico 202r puede distinguir, por ejemplo, entre los paquetes 900, 1000 y el paquete 1100 usando un procedimiento de autodetección del LTF. Por ejemplo, cuando uno de los símbolos del LTF 1114 se alterna en comparación con un símbolo respectivo en el LTF 914, como se describe en esta divulgación, el dispositivo inalámbrico 202r puede detectar si un paquete recibido tiene el formato según el paquete 900 o 1000, o como el paquete 1100. En algunos de estos aspectos, el STF se puede formatear de manera similar en diferentes formatos de paquete. Por ejemplo, el STF 912 en los paquetes 900 y 1000 puede ser reemplazado por el STF 1112 en el paquete 1100. En estos aspectos, se puede implementar un único detector en el receptor 212 para detectar el inicio de un paquete utilizando el STF y el tipo de paquete utilizando el LTF. En estos aspectos, sin embargo, los paquetes pueden usar el STF extendido 1112, que puede aumentar la longitud del preámbulo.

**[0217]** La figura 33 ilustra un ejemplo 1116a del campo SIG 1116. El campo SIG 1116a comprende un subcampo de longitud 3302 que incluye 10 bits, un subcampo de factor de repetición 3304 que incluye 1 bit, un subcampo de paridad 3306 que incluye 1 bit, un subcampo reservado 3308 que incluye 1 bit y un subcampo 3312 que incluye 6 bits. El subcampo de longitud 3302 puede indicar una longitud del paquete 1100 en octetos. El subcampo de factor de repetición 3304 puede indicar un número de veces que se repite la pluralidad de bits en el campo SIG 1116a. En el aspecto ilustrado, el subcampo del factor de repetición incluye un bit que puede usarse para indicar si la pluralidad de bits en el campo SIG 1116 se repite dos veces o cuatro veces. Si se usa un factor de retraso de 8 veces para el preámbulo 1110 y la pluralidad de bits puede repetirse dos veces, la velocidad de PHY puede ser de aproximadamente 400 Kbps. En tal aspecto, la transmisión de 1024 octetos puede llevar más de aproximadamente 20 milisegundos.

**[0218]** Los paquetes y campos ilustrados en las figuras 7 a 27 y 33 son ejemplos y no son limitadores para ninguno de los paquetes o campos expuestos en esta divulgación. Los paquetes y campos ilustrados en las figuras 7 a 27 y 33 pueden incluir uno o más campos o subcampos adicionales o pueden omitir uno o más campos o subcampos.

**[0219]** La figura 34 ilustra un aspecto de un procedimiento 3400 para transmitir un paquete. El procedimiento 3400 se puede usar para generar selectivamente los paquetes ilustrados en las figuras 7, 8, 9, 10, 11, 17 a 19, 22, 25, por ejemplo. El paquete puede generarse en el AP 104 o bien en la STA 106 y transmitirse a otro nodo en la red inalámbrica 100. Aunque el procedimiento 3400 se describe a continuación con respecto a los elementos del dispositivo inalámbrico 202t, se pueden usar otros componentes para implementar una o más de las etapas.

**[0220]** En el bloque 3402, se selecciona un formato de paquete entre al menos dos formatos de paquete que comprenden un campo de entrenamiento. En algunos aspectos, el campo de entrenamiento de uno de los formatos de paquete de datos incluye una secuencia repetida una cantidad de veces mayor que en el campo de entrenamiento de otro de los formatos de paquete de datos. En algunos aspectos, el campo de entrenamiento comprende un STF o LTF. La selección puede ser realizada por el procesador 204 y/o el DSP 220, por ejemplo.

**[0221]** En el bloque 3404, se transmite una comunicación inalámbrica utilizando el formato de paquete de datos seleccionado. La transmisión puede ser realizada por el transmisor 210, por ejemplo.

**[0222]** La figura 35 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar 3500 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100 de la figura 1. El dispositivo 3500 comprende un módulo de selección 3502 para seleccionar un formato de paquete de datos entre al menos dos formatos de paquete de datos que comprenden un campo de entrenamiento. El módulo de selección 3502 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3402 ilustrado en la figura 34. El módulo de selección 3502 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 3500 comprende además un módulo de transmisión 3504 para transmitir una comunicación inalámbrica utilizando el formato de paquete seleccionado. El módulo de transmisión 3504 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3404 ilustrado en la figura 34. El módulo de transmisión 3504 puede corresponder al transmisor 210 de la figura 2, por ejemplo.

**[0223]** La figura 36 ilustra un aspecto de un procedimiento 3600 para recibir y procesar un paquete. El procedimiento 3600 se puede usar para recibir y procesar los paquetes ilustrados en las figuras 7, 8, 9, 10, 11, 17 a 19, 22, 25, por ejemplo. El paquete puede ser recibido en el AP 104 o la STA 106 desde otro nodo en la red inalámbrica 100 de la figura 1. Aunque el procedimiento 3600 se describe a continuación con respecto a los elementos del dispositivo inalámbrico 202r, se pueden usar otros componentes para implementar una o más de las etapas.

**[0224]** En el bloque 3602, se recibe de forma inalámbrica un paquete que tiene uno de al menos dos formatos. La recepción puede realizarse mediante el receptor 212, por ejemplo. En el bloque 3604, se detecta un formato del paquete usando uno de al menos dos detectores configurados para detectar los respectivos formatos de paquetes de datos. Por ejemplo, el primer detector 3202 y el segundo detector 3204 del receptor 212 pueden usarse para detectar el formato de paquete 900 o el formato de paquete 1100.

**[0225]** En el bloque 3606, el paquete de datos recibido se procesa basándose en el formato detectado. El procesamiento puede realizarse mediante el procesador 204, el detector de señales 218 y/o el DSP 220, por ejemplo.

**[0226]** La figura 37 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar 3700 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100. El dispositivo 3700 comprende un módulo de recepción 3702 para recibir de manera inalámbrica un paquete que tiene uno entre al menos dos formatos. El módulo de recepción 3702 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3602 ilustrado en la figura 36. El módulo receptor 3702 puede corresponder al receptor 212 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 3700 comprende además un primer módulo de detección 3704 para detectar si el paquete de datos recibido tiene un primer formato. El primer módulo de detección 3704 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3604 ilustrado en la figura 36. El primer módulo de detección 3704 puede corresponder al primer detector 3202 en el receptor 212 de la figura 32, por ejemplo. El dispositivo 3700 comprende además un segundo módulo de detección 3706 para detectar si el paquete de datos recibido tiene un segundo formato. El segundo módulo de detección 3706 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3604 ilustrado en la figura 36. El segundo módulo de detección 3706 puede corresponder al segundo detector 3204 en el receptor 212 de la figura 32, por ejemplo. El dispositivo 3700 comprende además un módulo de procesamiento 3708 para procesar el paquete basándose en el primer módulo de detección 3704 y en el segundo módulo de detección 3706. El módulo de procesamiento 3708 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3606 ilustrado en la figura 36. El módulo de procesamiento 3708 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204, el detector de señales 218 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo.

**[0227]** La figura 38 ilustra un aspecto de un procedimiento 3800 para recibir una parte de un paquete. El procedimiento 3800 puede usarse para recibir un preámbulo de capa física del paquete y detener el procesamiento posterior del paquete después de determinar que el paquete no está destinado para el dispositivo que recibió el paquete. El paquete puede ser recibido en el AP 104 o la STA 106 desde otro nodo en la red inalámbrica 100 de la figura 1. Aunque el procedimiento 3800 se describe a continuación con respecto a los elementos del dispositivo inalámbrico 202r, se pueden usar otros componentes para implementar una o más de las etapas.

**[0228]** En el bloque 3802, al menos el preámbulo de un paquete se recibe de forma inalámbrica. La recepción puede realizarse mediante el receptor 212, por ejemplo. En algunos aspectos, el preámbulo incluye un primer campo que indica si el preámbulo también incluye un campo de extensión. El primer campo puede comprender un campo SIG, por ejemplo un campo SIG-A. La inclusión del campo de extensión puede indicarse, por ejemplo, mediante uno o más bits en el campo SIG, una rotación de BPSK del campo SIG, y/o un bit en el riel-Q durante un símbolo del campo SIG. El campo de extensión puede comprender un campo SIG de extensión y/o un campo SIG-B. En algunos aspectos, se puede incluir una pluralidad de campos de extensión.

**[0229]** En el bloque 3804, la recepción de un resto del paquete se cancela cuando el primer campo indica que el preámbulo incluye el campo de extensión. La cancelación puede realizarse mediante el procesador 204, el receptor 212, el detector de señales 218 y/o el DSP 220, por ejemplo. De esta manera, se puede conservar la energía que de otro modo podría usarse para recibir y/o procesar completamente el paquete.

**[0230]** La figura 39 es un diagrama de bloques funcionales de otro dispositivo inalámbrico ejemplar 3900 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica 100. El dispositivo 3900 comprende un módulo de recepción 3902 para recibir de manera inalámbrica al menos un preámbulo de capa física de una comunicación inalámbrica. En algunos aspectos, el preámbulo incluye un primer campo que indica si el preámbulo también incluye un campo de extensión. El módulo de recepción 3902 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3802 ilustrado en la figura 38. El módulo receptor 3902 puede corresponder al receptor 212 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 3900 comprende además un módulo de aborto 3904 para abortar la recepción de un resto del paquete cuando el primer campo indica que el preámbulo incluye el campo de extensión. El módulo de cancelación 3904 puede estar configurado

para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 3804 ilustrado en la figura 38. El módulo de cancelación 3904 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204, el receptor 212, el detector de señales 218 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo.

5 **[0231]** La figura 40 ilustra un aspecto de un procedimiento 4000 para transmitir un paquete. El procedimiento 4000 puede usarse para generar los paquetes expuestos en esta divulgación, tales como los paquetes 2500 y 2550, por ejemplo. El paquete puede generarse en el AP 104 o bien en la STA 106 y transmitirse a otro nodo en la red inalámbrica 100. Aunque el procedimiento 4000 se describe a continuación con respecto a los elementos del dispositivo inalámbrico 202t, se pueden usar otros componentes para implementar una o más de las etapas.

10 **[0232]** En el bloque 4002, se genera una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física y una carga útil. El preámbulo incluye un LTF que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición. Por ejemplo, la indicación puede proporcionarse mediante la rotación de símbolos del LTF o una parte del LTF. La generación puede ser realizada por el procesador 204 y/o el DSP 220, por ejemplo.

15 **[0233]** En el bloque 4004 se transmite de forma inalámbrica la comunicación generada. La transmisión puede ser realizada por el transmisor 210, por ejemplo.

20 **[0234]** La figura 41 es un diagrama de bloques funcionales de un dispositivo inalámbrico ejemplar 4100 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica de la figura 1. El dispositivo 4100 comprende un módulo de generación 4102 para generar una comunicación inalámbrica que incluye un preámbulo de capa física y una carga útil. El preámbulo puede incluir un LTF que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición. El módulo de generación 4102 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 4002 ilustrado en la figura 40. El módulo de generación 4102 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 4100 comprende además un módulo de transmisión 4104 para transmitir de forma inalámbrica la comunicación generada. El módulo de transmisión 4104 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 4004 ilustrado en la figura 40. El módulo de transmisión 4104 puede corresponder al transmisor 210 de la figura 2, por ejemplo.

30 **[0235]** La figura 42 ilustra un aspecto de un procedimiento 4200 para recibir una parte de un paquete. El procedimiento 4200 se puede usar para recibir y procesar los paquetes expuestos en esta descripción, tales como los paquetes 2500 y 2550, por ejemplo. El paquete puede ser recibido en el AP 104 o la STA 106 desde otro nodo en la red inalámbrica 100. Aunque el procedimiento 4200 se describe a continuación con respecto a los elementos del dispositivo inalámbrico 202r, se pueden usar otros componentes para implementar una o más de las etapas.

35 **[0236]** En el bloque 4202, se recibe una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física y una carga útil. La recepción puede realizarse mediante el receptor 212, por ejemplo.

40 **[0237]** En el bloque 4204, la carga útil se procesa basándose en un LTF incluido en el preámbulo que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición. Por ejemplo, la indicación puede comprender una rotación de símbolos del LTF o una parte del LTF. El procesamiento puede realizarse mediante el procesador 204, el detector de señales 218 y/o el DSP 220, por ejemplo.

45 **[0238]** La figura 43 es un diagrama de bloques funcionales de un dispositivo inalámbrico ejemplar 4300 que puede emplearse dentro del sistema de comunicación inalámbrica de la figura 1. El dispositivo 4300 comprende un módulo de recepción 4302 para recibir una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física y una carga útil. El módulo de recepción 4302 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 4202 ilustrado en la figura 42. El módulo receptor 4302 puede corresponder al receptor 212 de la figura 2, por ejemplo. El dispositivo 4200 comprende además un módulo de procesamiento 4304 para procesar la carga útil en función de un LTF incluido en el preámbulo que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición. El módulo de procesamiento 4304 puede estar configurado para llevar a cabo una o más de las funciones expuestas anteriormente con respecto al bloque 4204 ilustrado en la figura 42. El módulo de procesamiento 4304 puede corresponder a uno o más entre el procesador 204, el detector de señales 218 y el DSP 220 de la figura 2, por ejemplo.

50 **[0239]** Como se usa en el presente documento, el término “determinar” abarca una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, “determinar” puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. Asimismo, “determinar” puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Asimismo, “determinar” puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares. Además, un “ancho de canal”, como se usa en el presente documento, puede abarcar o se puede denominar también ancho de banda en determinados aspectos.

60

**[0240]** Como se usa en el presente documento, una frase que se refiera a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno entre: *a, b o c*" pretende abarcar: *a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c*.

5 **[0241]** Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden llevarse a cabo mediante cualquier medio adecuado capaz de llevar a cabo las operaciones, tales como diversos componentes, circuitos y/o módulos de hardware y/o software. En general, cualquier operación ilustrada en las Figuras puede llevarse a cabo mediante los correspondientes medios funcionales capaces de llevar a cabo las operaciones.

10 **[0242]** Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una señal de formación de compuertas programables in situ (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de compuerta discreta o de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de estos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados disponible en el mercado. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

20 **[0243]** En uno o más aspectos, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluido cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. Además, cualquier conexión recibe debidamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto, utilizando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen usualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Por tanto, en algunos aspectos, el medio legible por ordenador puede comprender un medio no transitorio legible por ordenador (por ejemplo, medios tangibles). Además, en algunos aspectos, el medio legible por ordenador puede comprender un medio transitorio legible por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de lo anterior también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

45 **[0244]** Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones del procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas se pueden modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

50 **[0245]** Las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de estos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. El término disco, como se usa en el presente documento, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray®, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres.

60 **[0246]** Por lo tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, dicho producto de programa informático puede comprender un medio legible por ordenador que tenga instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables por uno o más procesadores para llevar a cabo las

operaciones descritas en el presente documento. Para determinados aspectos, el producto de programa informático puede incluir material de embalaje.

5 **[0247]** El software o las instrucciones pueden transmitirse también por un medio de transmisión. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto mediante un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o unas tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio de transmisión.

10 **[0248]** Además, debería apreciarse que los módulos y/u otros medios adecuados para realizar los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento pueden descargarse y/u obtenerse de otra forma mediante un terminal de usuario y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo puede estar acoplado a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. De forma alternativa, diversos procedimientos descritos en el presente documento se pueden proporcionar mediante medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de tal manera que un terminal de usuario y/o una estación base puedan obtener los diversos procedimientos tras acoplarse o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, se puede utilizar cualquier otra técnica adecuada para proporcionar a un dispositivo los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento.

20 **[0249]** Se entenderá que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y a los componentes precisos ilustrados anteriormente. Se pueden realizar diversas modificaciones, cambios y variantes en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los procedimientos y los aparatos descritos anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

25 **[0250]** Aunque lo anterior está dirigido a los aspectos de la presente divulgación, pueden concebirse aspectos diferentes y adicionales de la divulgación sin apartarse del alcance básico de la misma, y el alcance de la misma está determinado por las reivindicaciones siguientes.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:
  - 5 recibir una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física (2510, 2560) y una carga útil (2520), incluyendo el preámbulo un campo de entrenamiento largo que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición; y procesar la carga útil de acuerdo a si la carga útil incluye datos codificados con repetición.
- 10 2. Un aparato (202r) para comunicación inalámbrica, que comprende:
  - 15 medios para recibir una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física (2510, 2560) y una carga útil (2520), incluyendo el preámbulo un campo de entrenamiento largo que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición; y medios para procesar la carga útil de acuerdo a si la carga útil incluye datos codificados con repetición.
3. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, que comprende:
  - 20 generar una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física (2510, 2560) y una carga útil (2520), incluyendo el preámbulo un campo de entrenamiento largo que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición; y transmitir de forma inalámbrica la comunicación generada.
- 25 4. El procedimiento de la Reivindicación 1 o 3, en el que, si los datos están codificados por repetición, se indica mediante una rotación de al menos una parte del campo de entrenamiento largo.
5. El procedimiento de la Reivindicación 4, en el que, si los datos están codificados por repetición, se indica mediante una rotación de uno o más símbolos del campo de entrenamiento largo.
- 30 6. El procedimiento de la Reivindicación 1 o 3, en el que el campo de entrenamiento largo indica si los datos están codificados por modulación binaria de cambio de fase, BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , o si están codificados por repetición, BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ .
- 35 7. El procedimiento de la Reivindicación 1 o 3, en el que el preámbulo incluye un campo que, si los datos están codificados por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , indica un esquema de modulación y codificación, MCS, y si los datos están codificados por repetición, BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , indica otra información; y, preferiblemente, en el que uno o más bits del campo se usan como al menos uno entre bits reservados, bits de paridad y bits de verificación de redundancia cíclica, CRC, si los datos están codificados con repetición, BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ .
- 40 8. El procedimiento de la Reivindicación 1 o 3, en el que el preámbulo incluye un campo SIG, que está codificado con repetición 2x por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , si la carga útil está codificada con repetición 2x por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , y que está codificado con BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , si la carga útil no está codificada con repetición 2x por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ .
- 45 9. Un aparato (202t) para comunicación inalámbrica, que comprende:
  - 50 medios para generar una comunicación inalámbrica que comprende un preámbulo de capa física (2510, 2560) y una carga útil (2520), incluyendo el preámbulo un campo de entrenamiento largo que indica si la carga útil incluye datos que están codificados con repetición; y medios para transmitir de forma inalámbrica la comunicación generada.
- 55 10. El aparato de la Reivindicación 2 o 9, en el que, si los datos están codificados con repetición, se indica mediante una rotación de al menos una parte del campo de entrenamiento largo; y, preferiblemente, en el que, si los datos están codificados con repetición, se indica mediante una rotación de uno o más símbolos del campo de entrenamiento largo.
- 60 11. El aparato de la Reivindicación 2 o 9, en el que el campo de entrenamiento largo indica si los datos están codificados por modulación de cambio de fase binaria, BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , o codificados con repetición por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ .
- 65 12. El aparato de la Reivindicación 2 o 9, en el que el preámbulo comprende un campo que, si los datos están codificados por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , indica un esquema de modulación y codificación, MCS, y si los datos están codificados con repetición por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , indica otra información.
13. El aparato de la Reivindicación 12, en el que uno o más bits del campo se usan como al menos uno de entre bits reservados, bits de paridad y bits de comprobación de redundancia cíclica, CRC, si los datos están codificados con repetición por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ .

5

14. El aparato de la Reivindicación 2 o 9, en el que el preámbulo comprende un campo SIG, que está codificado con repetición 2x por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , si la carga útil está codificada con repetición 2x por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , y que está codificado por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ , si la carga útil no está codificada con repetición 2x por BPSK, tasa  $\frac{1}{2}$ .
15. Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas, hacen que un aparato lleve a cabo las etapas de procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3-8.

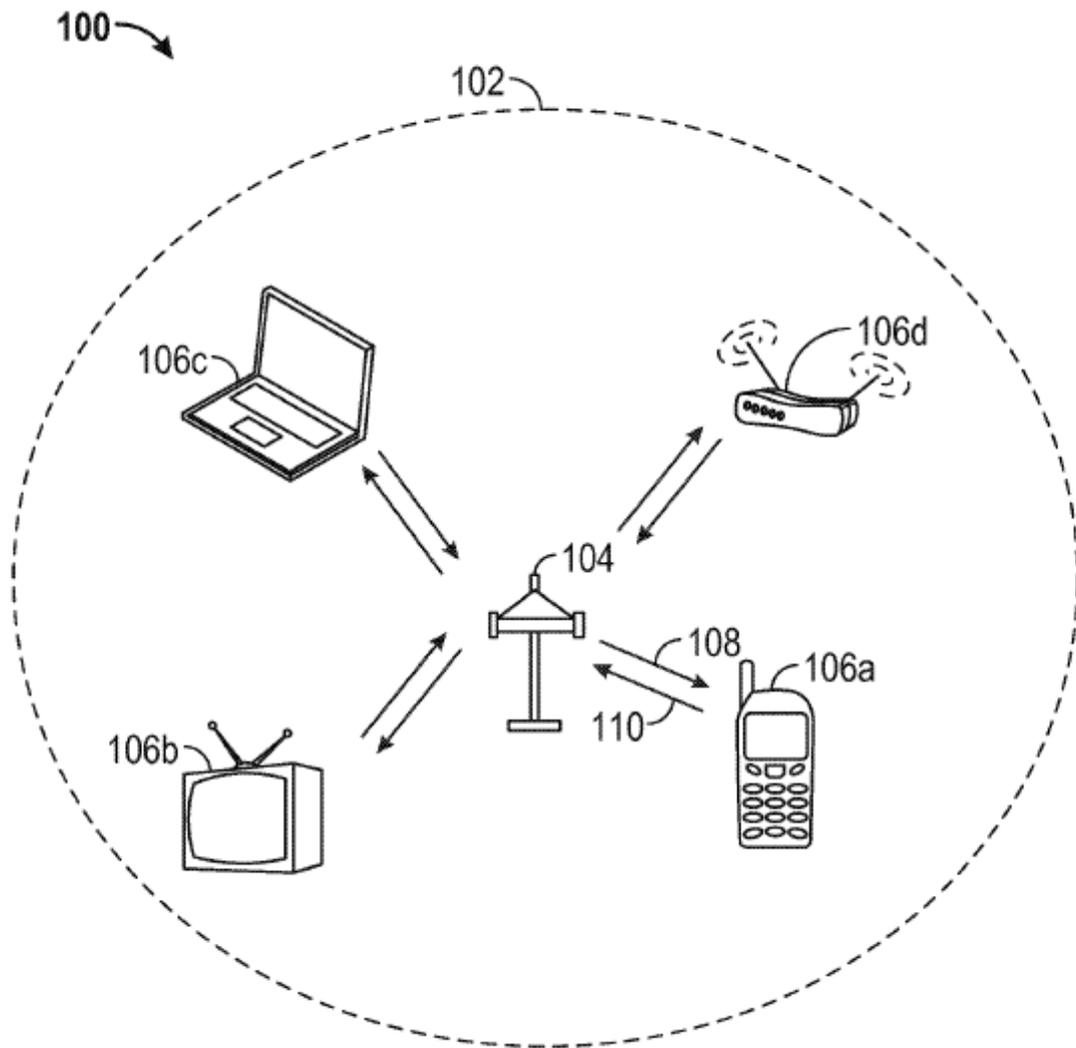


FIG. 1

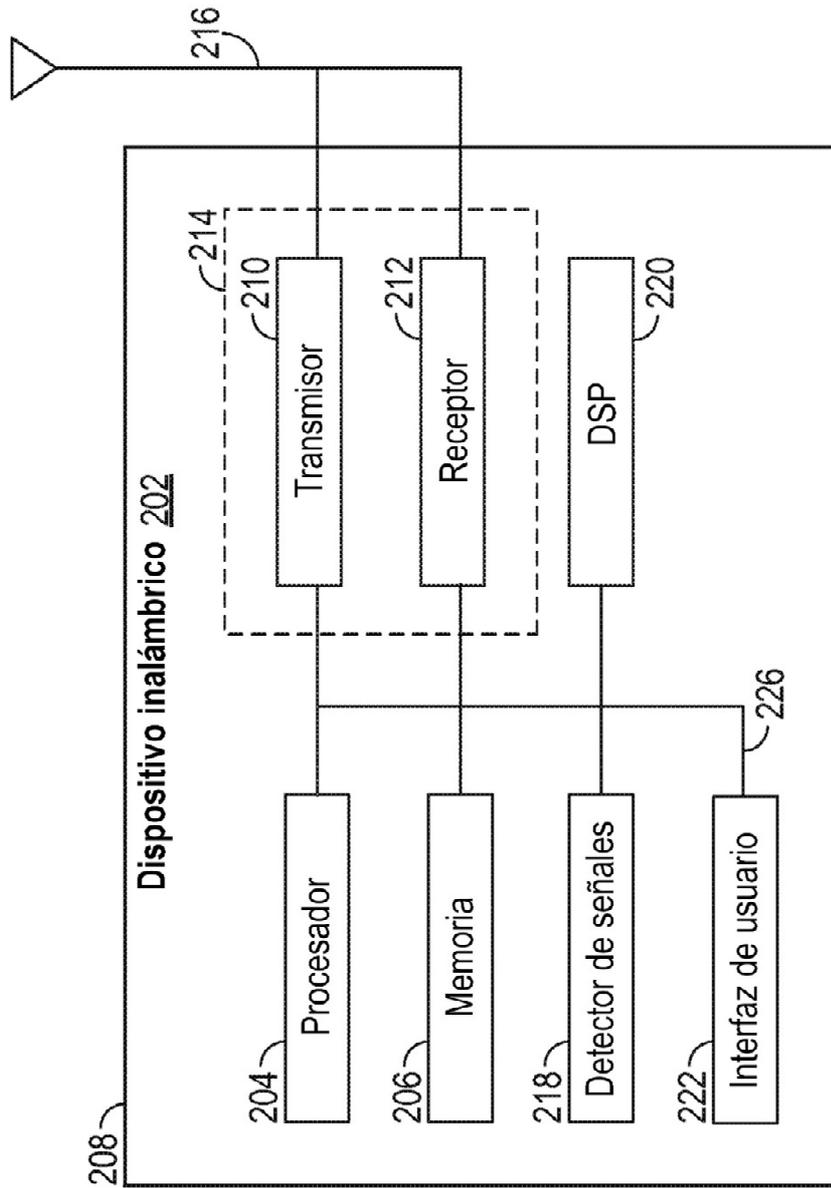


FIG. 2

202t

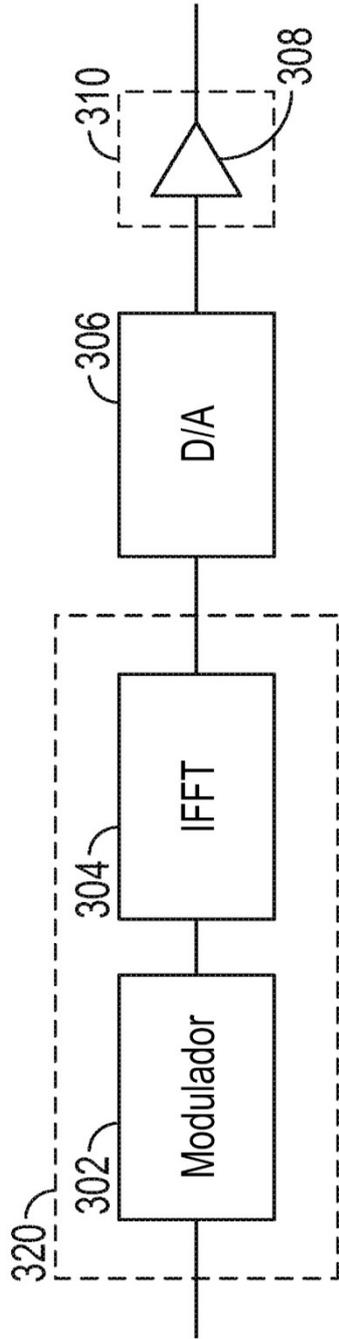


FIG. 3

202r

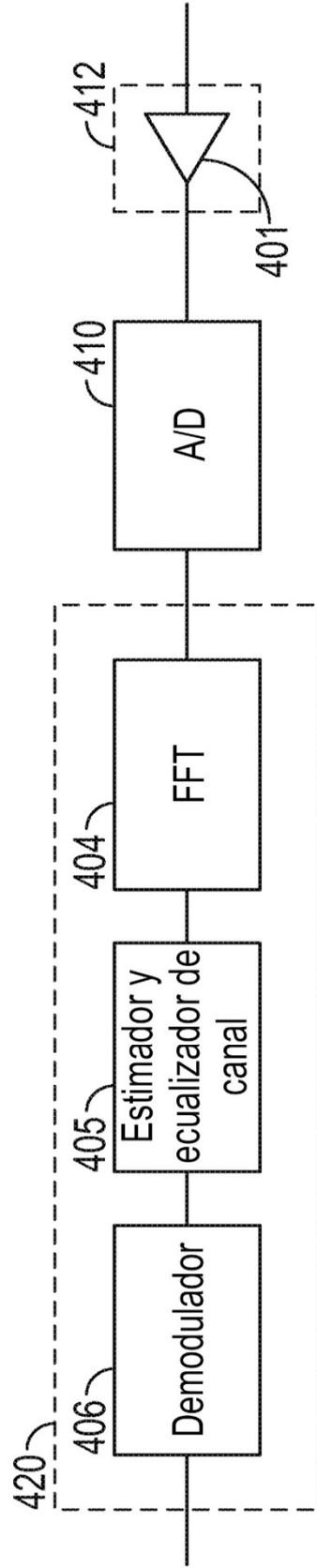


FIG. 4

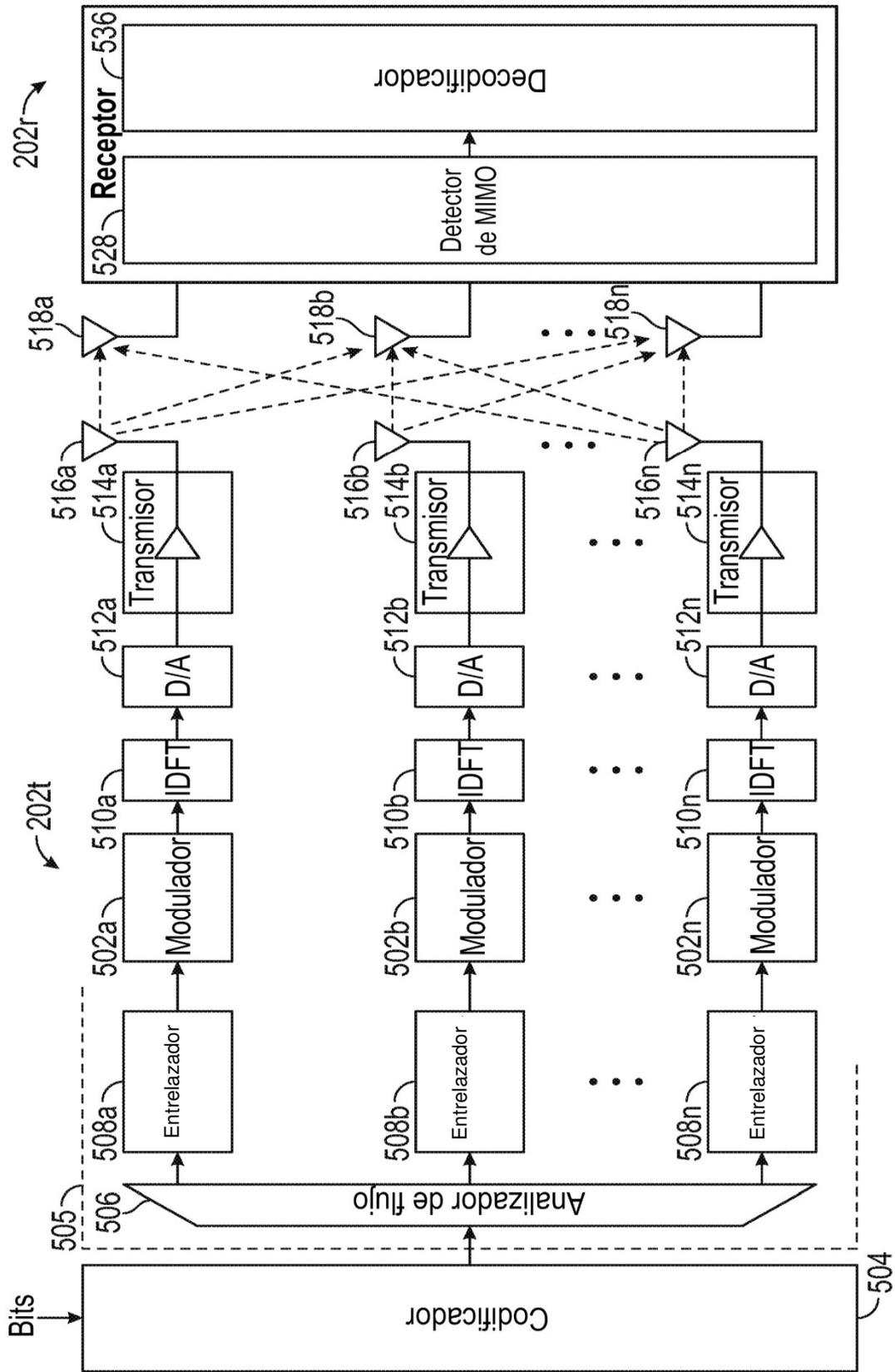


FIG. 5

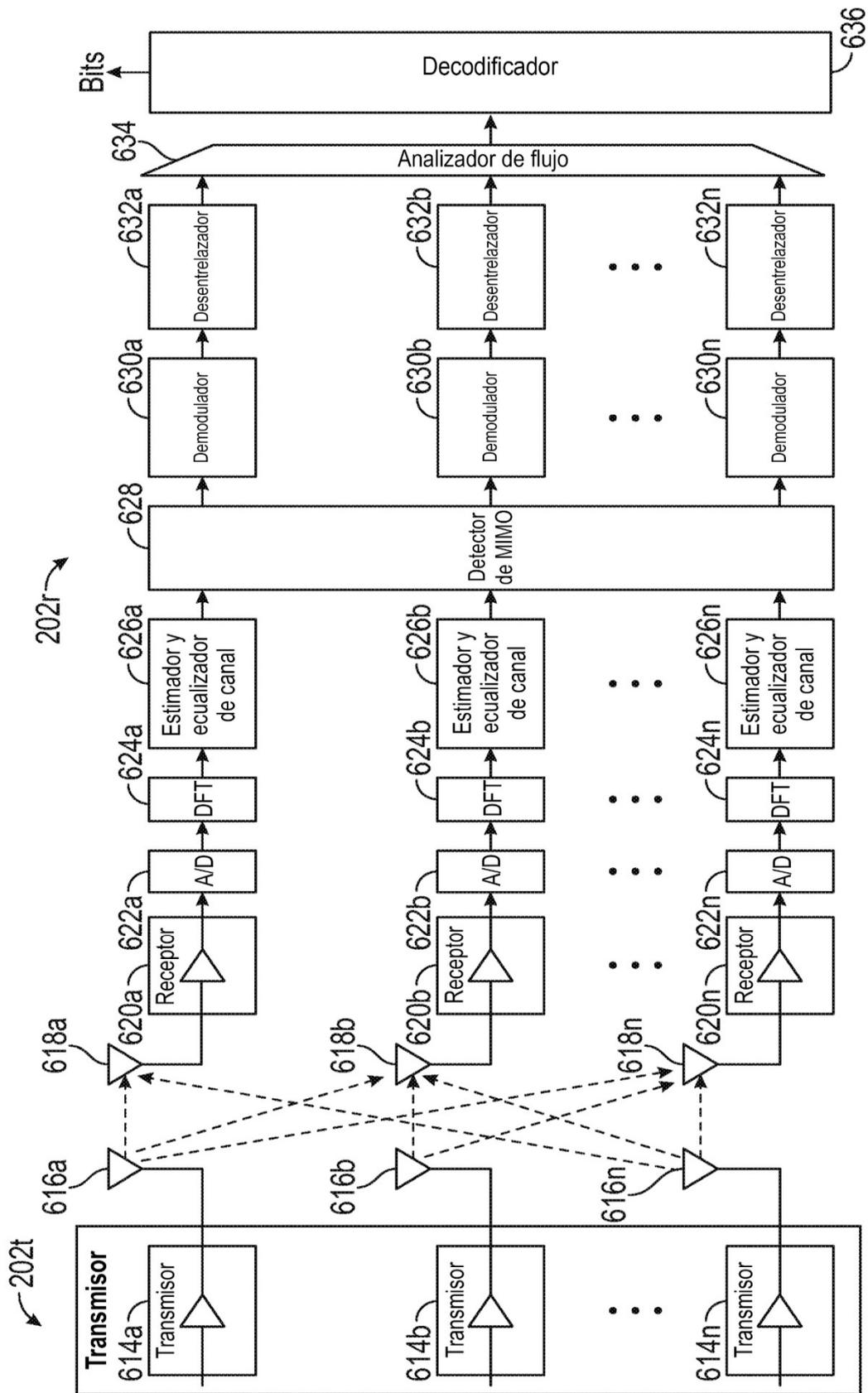


FIG. 6

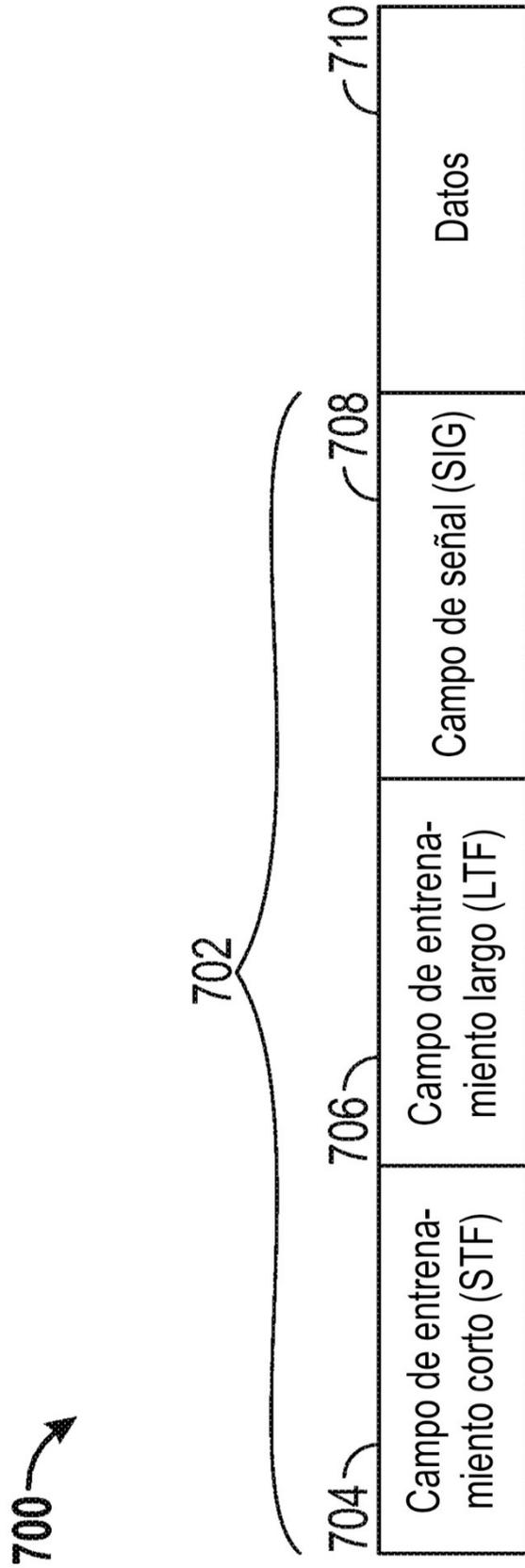
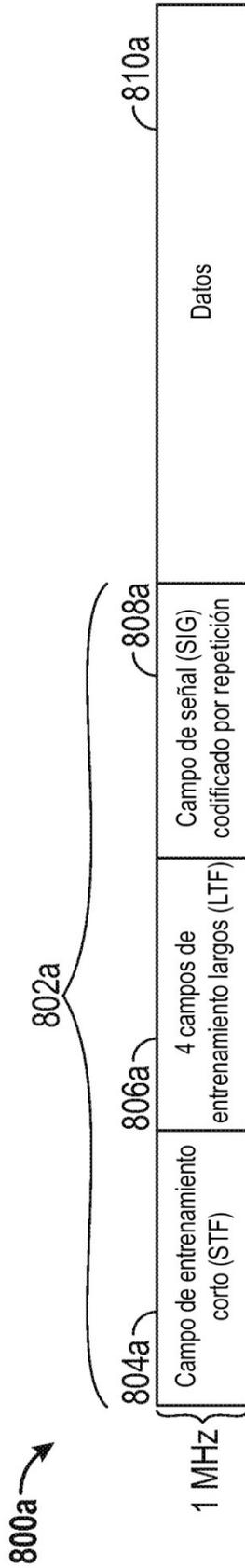
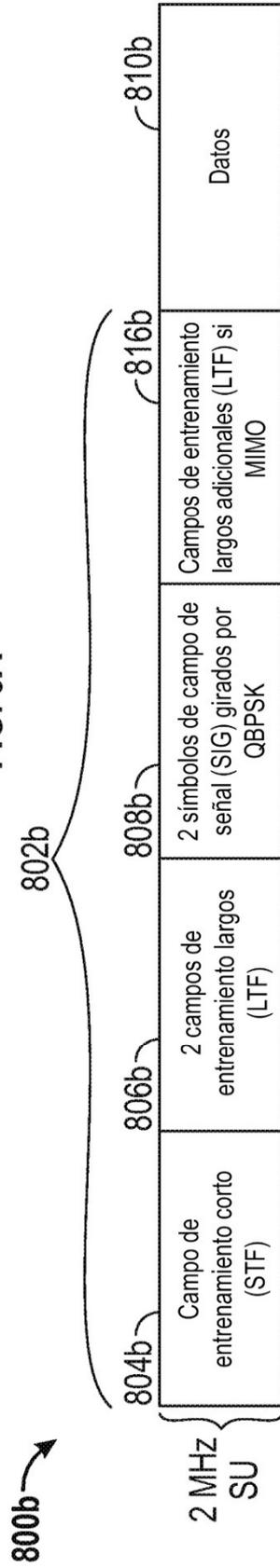


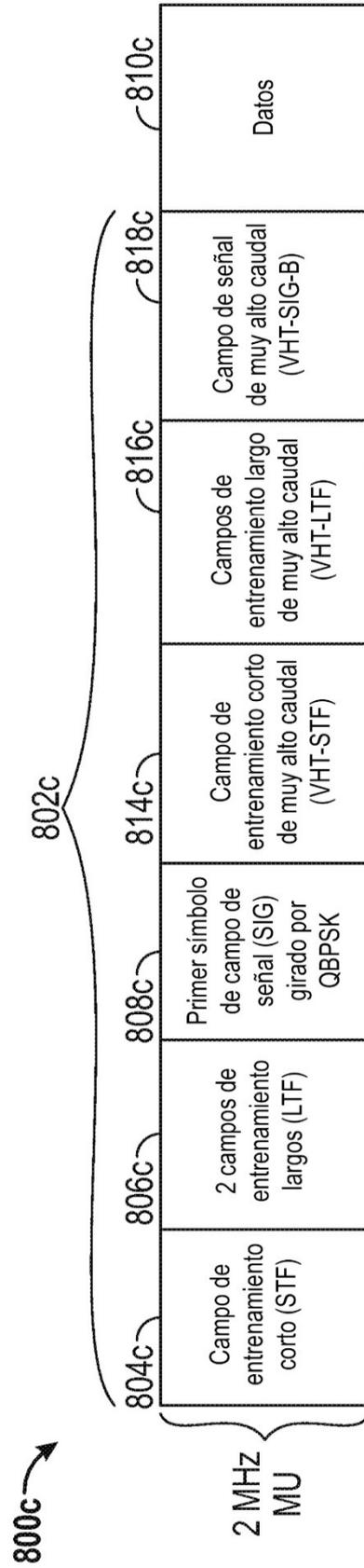
FIG. 7



**FIG. 8A**



**FIG. 8B**



**FIG. 8C**

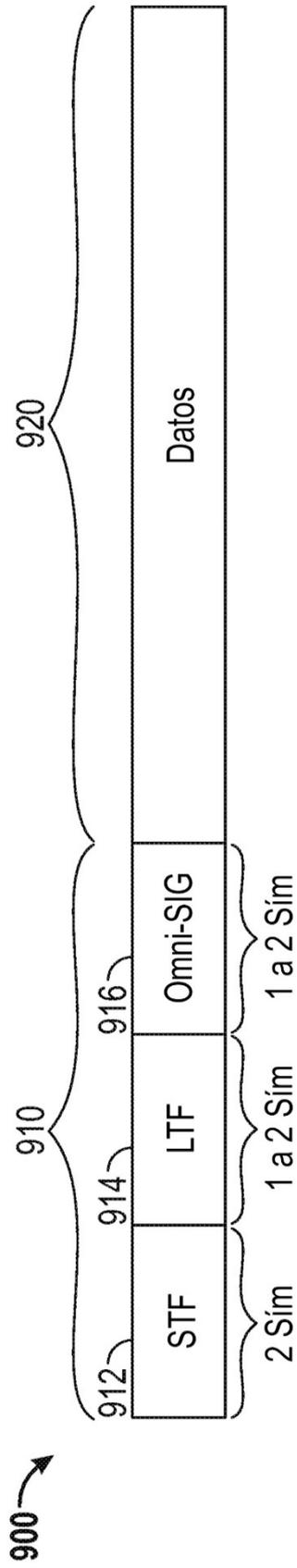


FIG. 9

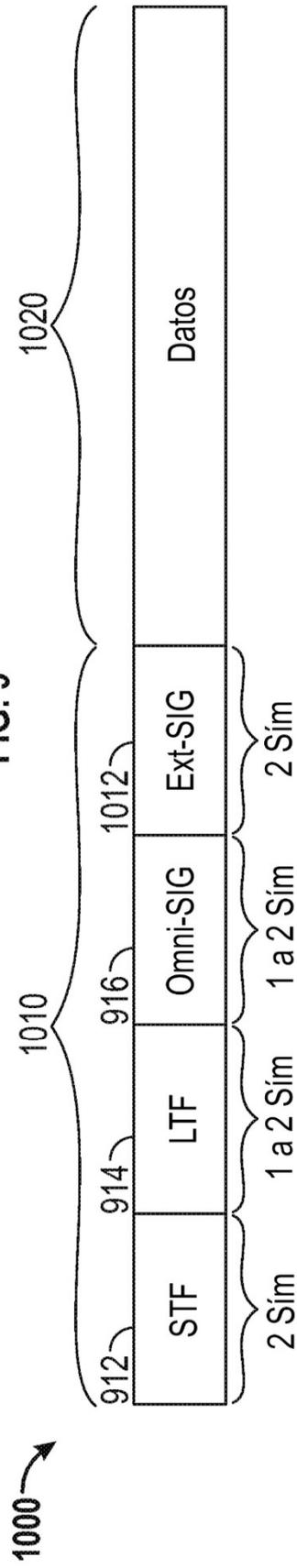


FIG. 10

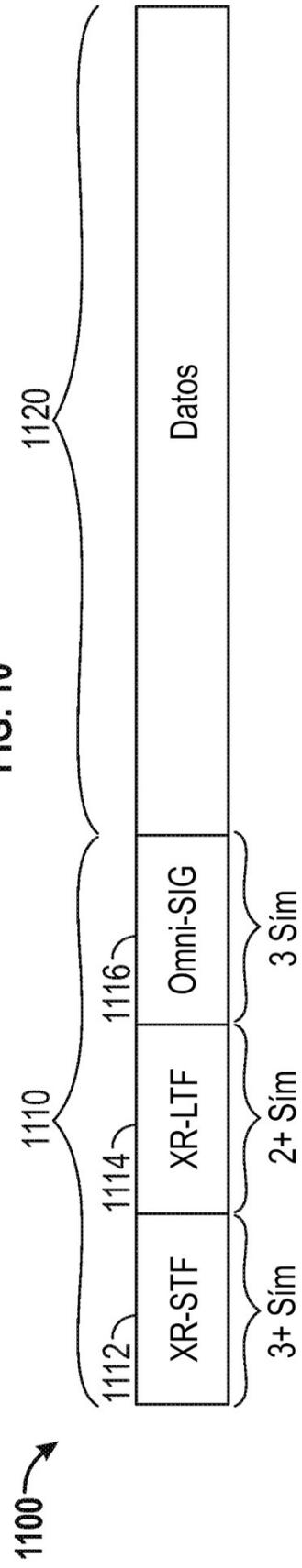


FIG. 11

916a →

#Bits	Campo Omni-SIG	
12	Longitud	1202
4	MCS	1204
1	BW	1206
1	Paridad	1208
2	Reservado	1212
6	Cola	1214
<b>26</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 12

916b →

#Bits	Campo Omni-SIG	
12	Longitud	1202
4	MCS	1204
2	Modalidad	1302
1	SIGI	1304
1	Paridad	1208
6	Cola	1214
<b>26</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 13A

916c →

#Bits	Campo Omni-SIG	
10	Longitud	1312
2	BW	1314
4	Reservado	1316
2	Modalidad	1302
1	Paridad	1208
1	SIGI	1304
6	Cola	1214
<b>26</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 13B

916d →

#Bits	Campo Omni-SIG	
4	Velocidad	1402
2	Número SS	1404
1	SIG	1304
18	Longitud	1406
4	CRC	1408
6	Cola	1214
2-3	BW	1412
1	Extensión-MU	1414
1	Agrupación	1416
11-12	Reservado	1418
<b>50-52</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 14

1012a →

#Bits	Campo Ext-SIG	
16	MCSx4	1502
4	Longitud	1504
1	BW	1506
1	SIG / LIG	1508
4	Codificaciónx4	1512
8	Número SSx4	1514
6	GID	1516
4	CRC	1518
2	Reservado	1522
6	Cola	1524
<b>52</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 15

1012b →

#Bits	Campo Ext-SIG
16	MCSx4
8	Número SSx4
6	GID
4	CRC
10	Reservado
6	Cola
<b>50</b>	<b>Total de bits</b>

1502  
1514  
1516  
1518  
1602  
1524

FIG. 16

1700 →

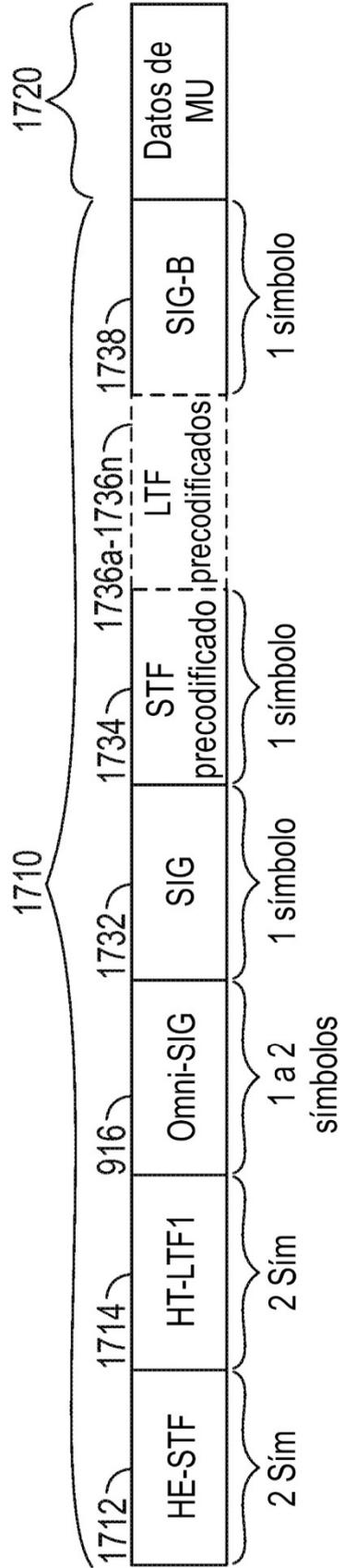


FIG. 17

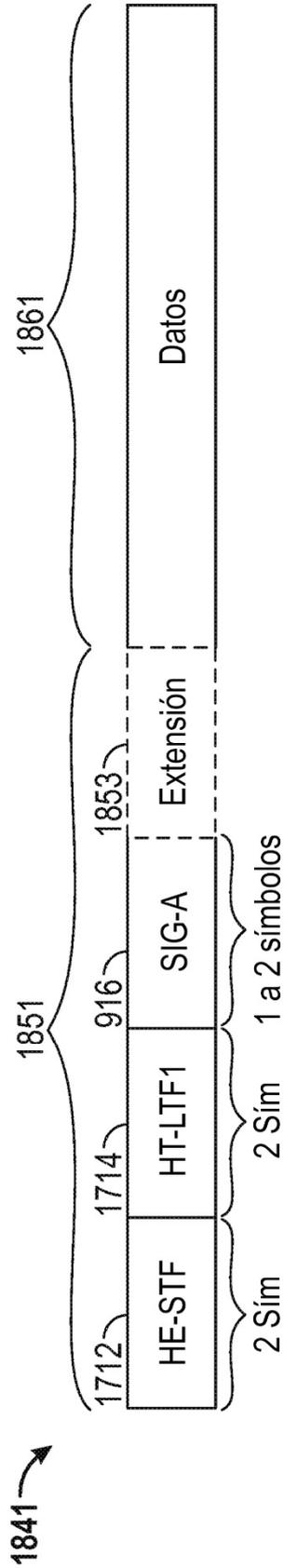


FIG. 18

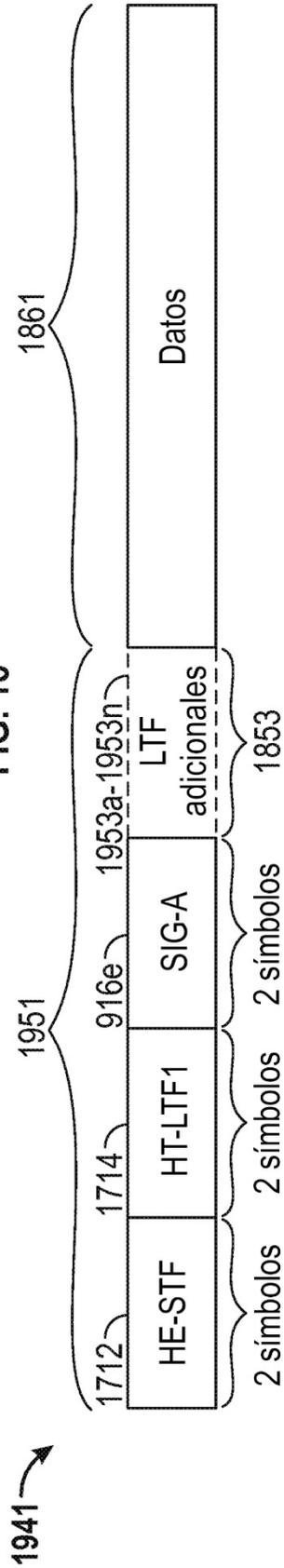


FIG. 19A

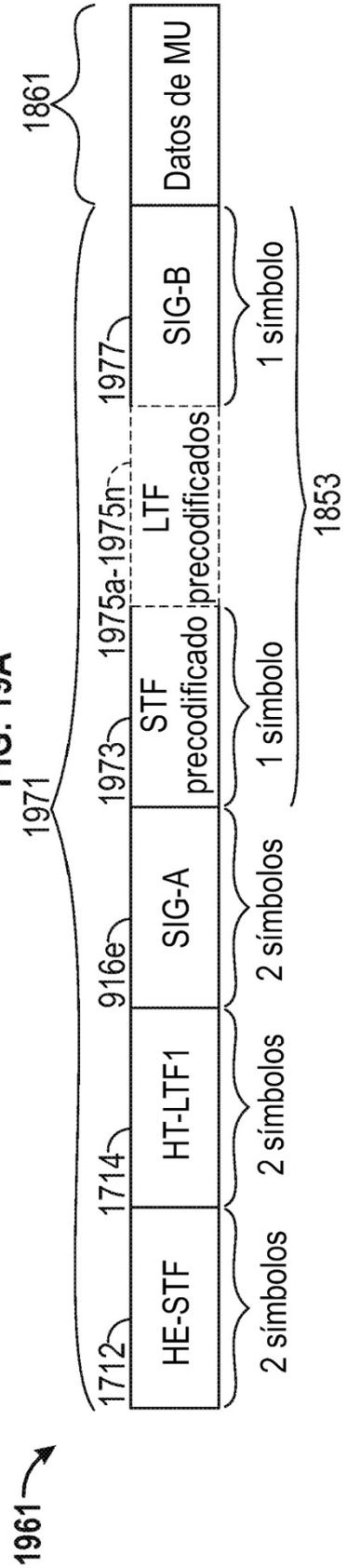


FIG. 19B

916e →

#Bits	Campo SIG-A	
4	MCS	2051
2	Número SS	2053
1	SGI	2055
12	Longitud	2057
2	BW	2059
1	Agrupación	2061
1	Codificación	2063
1	MU	2065
1	STBC	2067
16	AID / GID	2069
1	Reservado	2071
4	CRC	2073
6	Cola	2075
<b>52</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 20

1977a →

#Bits	Campo SIG-B	
4	MCS	2151
1	Codificación	2153
11	Reservado	2155
4	CRC	2157
6	Cola	2159
<b>26</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 21

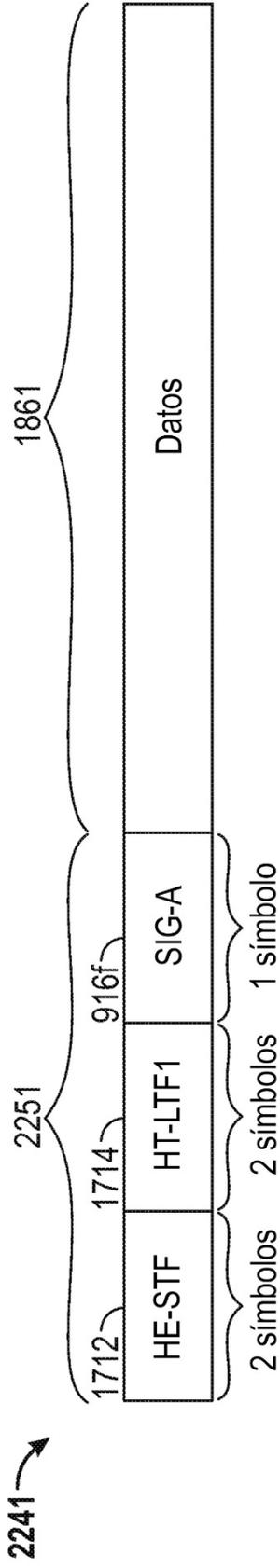


FIG. 22A

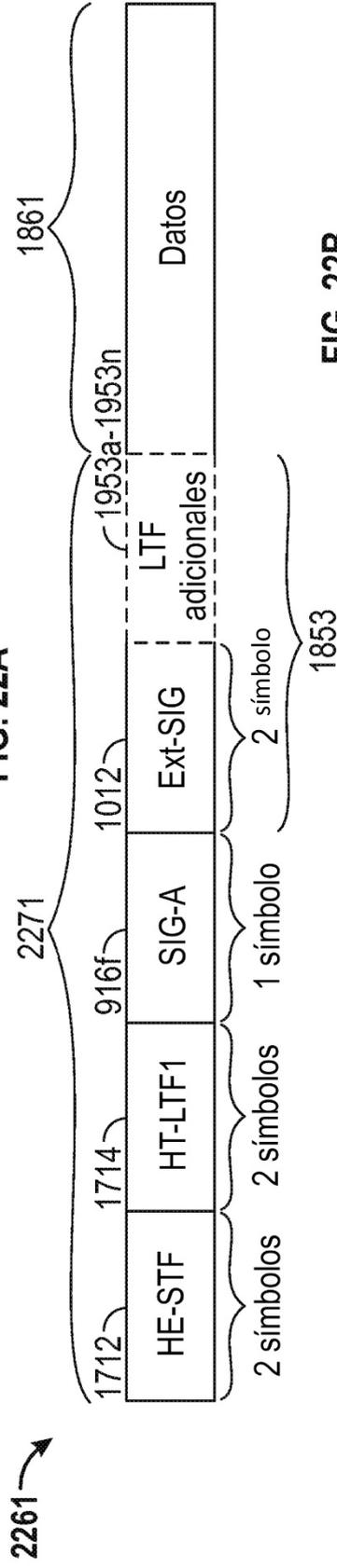


FIG. 22B

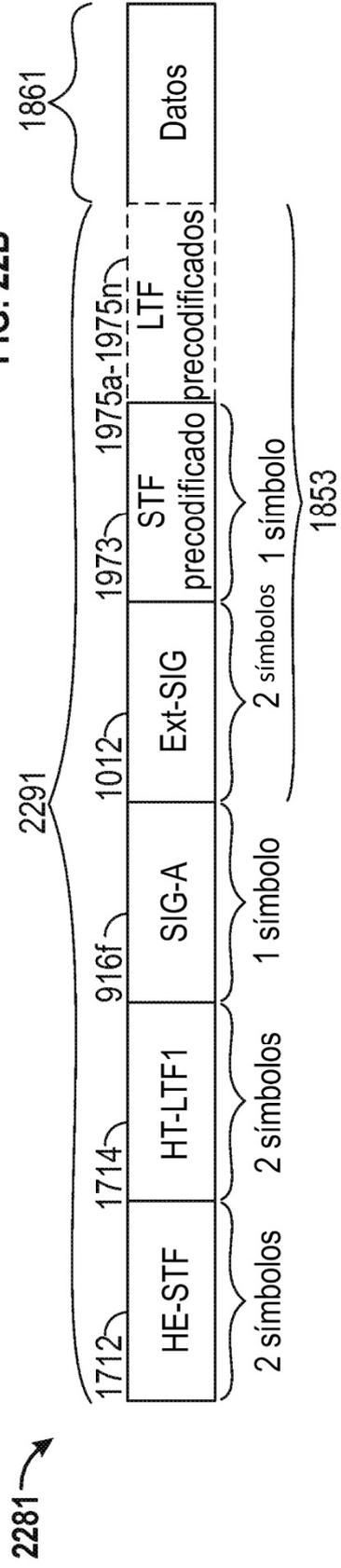


FIG. 22C

916f →

#Bits	Campo SIG-A	
12	Longitud	2351
4	MCS	2353
2	BW	2059
1	Reservado	2355
1	Paridad	2357
6	Cola	2075
<b>26</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 23

1012c →

#Bits	Campo Ext-SIG	
12	MCSx3	2451
8	Nsts	2453
1	BF	2455
1	SIGI / LGI	2457
4	Codificaciónx4	2459
1	STBC	2461
6	GID	2463
4	CRC	2465
9	Reservado	2467
6	Cola	2469
<b>52</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 24

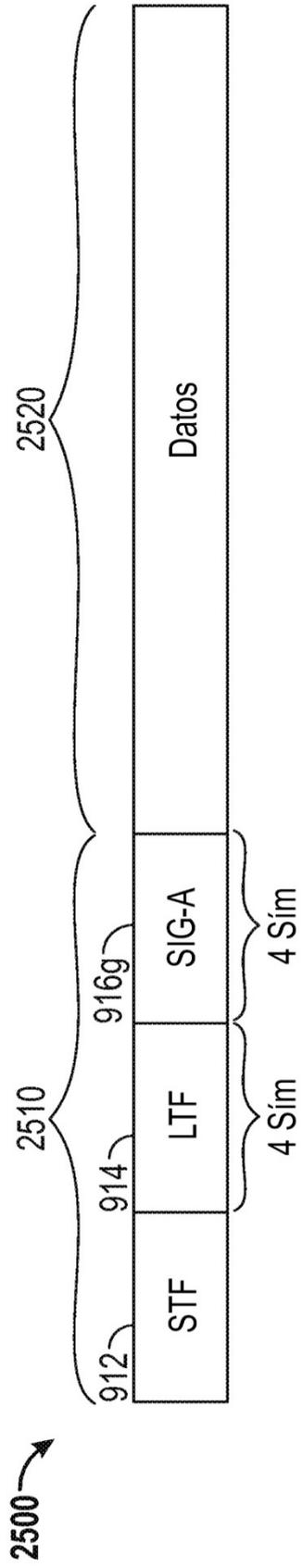


FIG. 25A

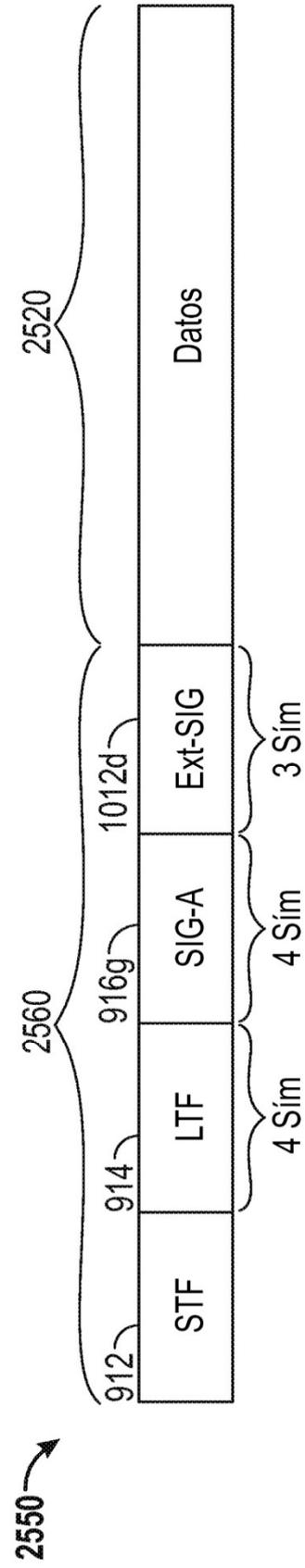


FIG. 25B

916g

#Bits	Campo SIG-A	
9	Longitud	2651
4	MCS	2653
1	SGI	2655
4	CRC	2657
6	Cola	2659
<b>24</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 26

1012d

#Bits	Campo Ext-SIG	
2	Número	2751
1	Doppler / Mediámbulo	2753
2	Codificación	2755
5	PAID	2757
1	STBC	2759
1	Paridad	2761
6	Cola	2763
<b>18</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 27

2800

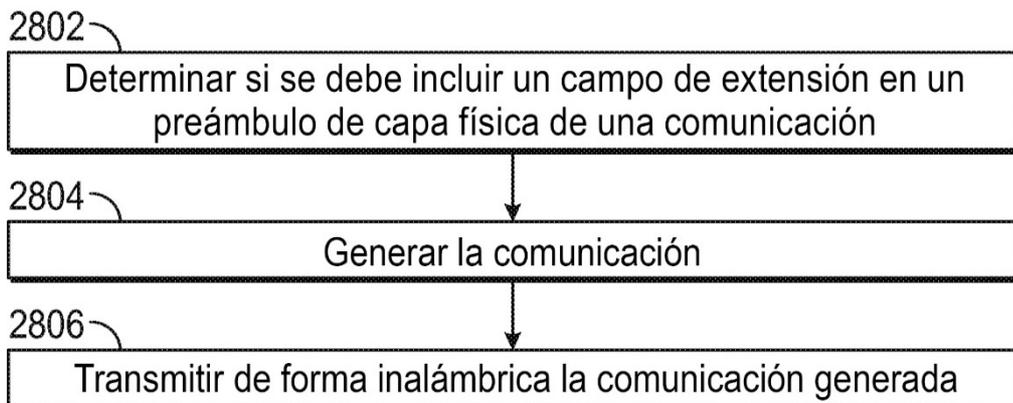


FIG. 28

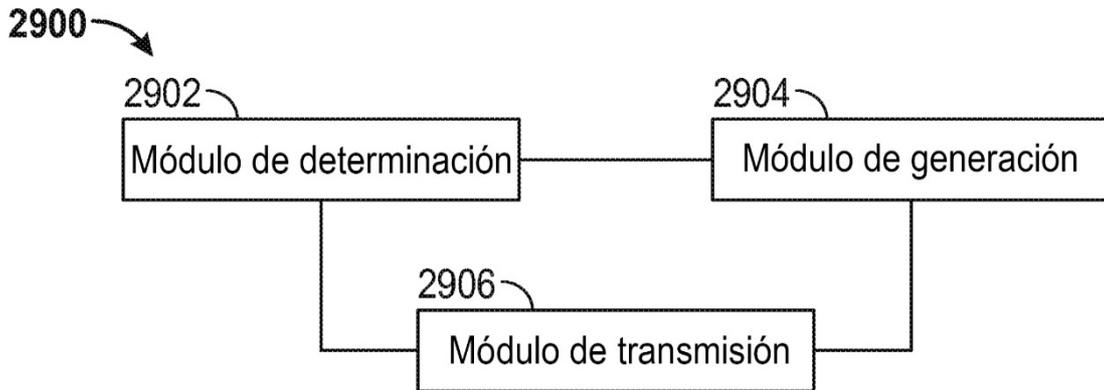


FIG. 29

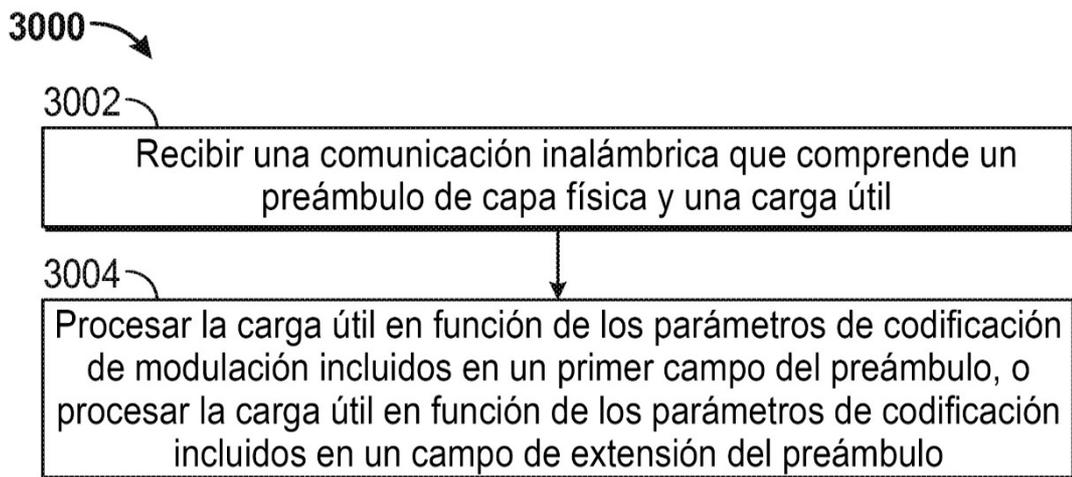


FIG. 30

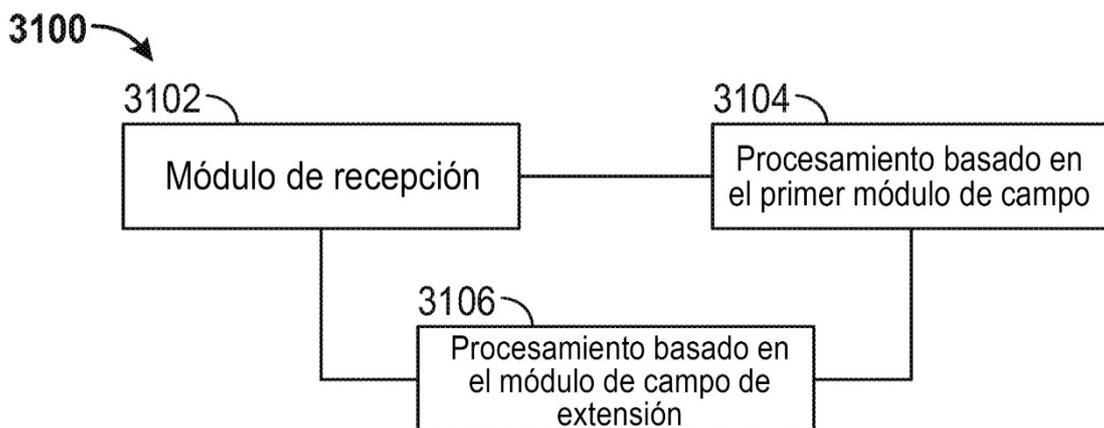


FIG. 31

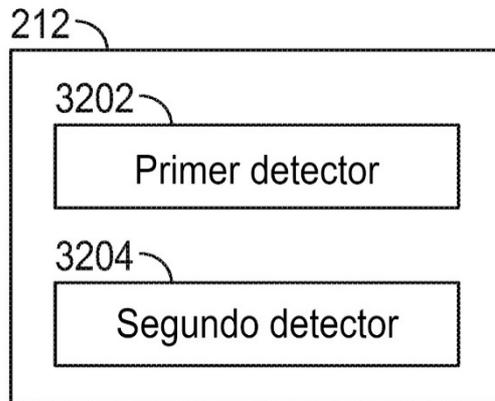


FIG. 32

1116a →

#Bits	Campo XR-SIG	
10	Longitud	3302
1	Factor de Repetición	3304
1	Paridad	3306
1	Reservado	3308
6	Cola	3312
<b>19</b>	<b>Total de bits</b>	

FIG. 33

3400 →

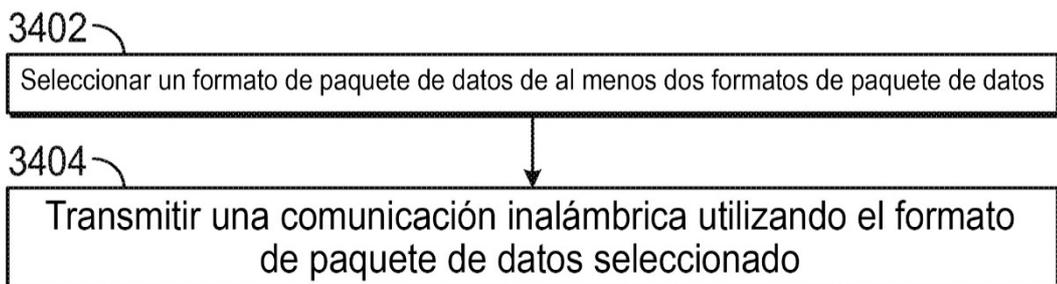


FIG. 34

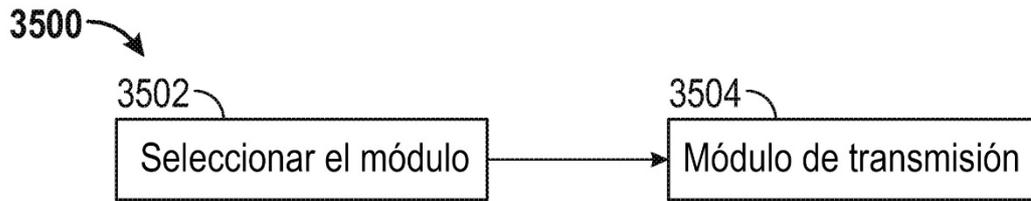


FIG. 35

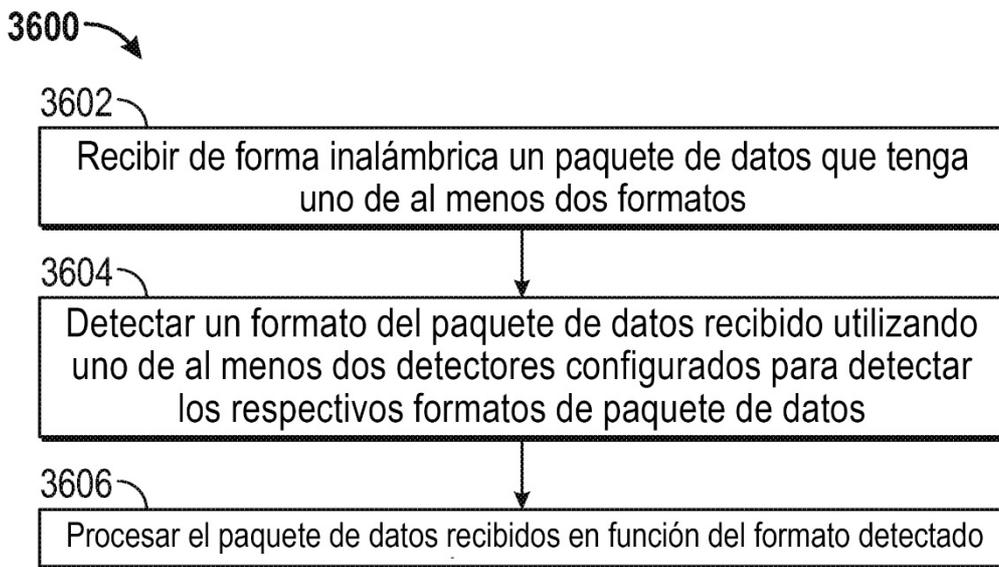


FIG. 36

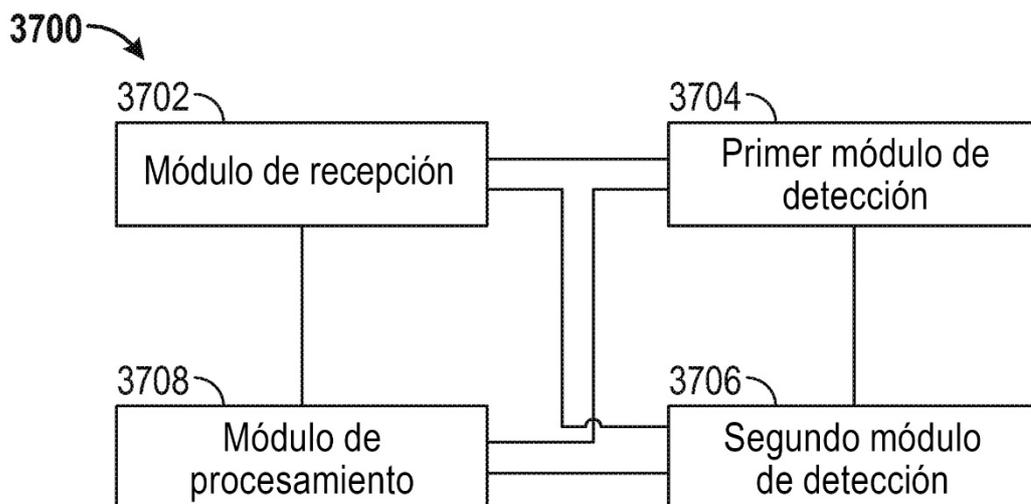


FIG. 37

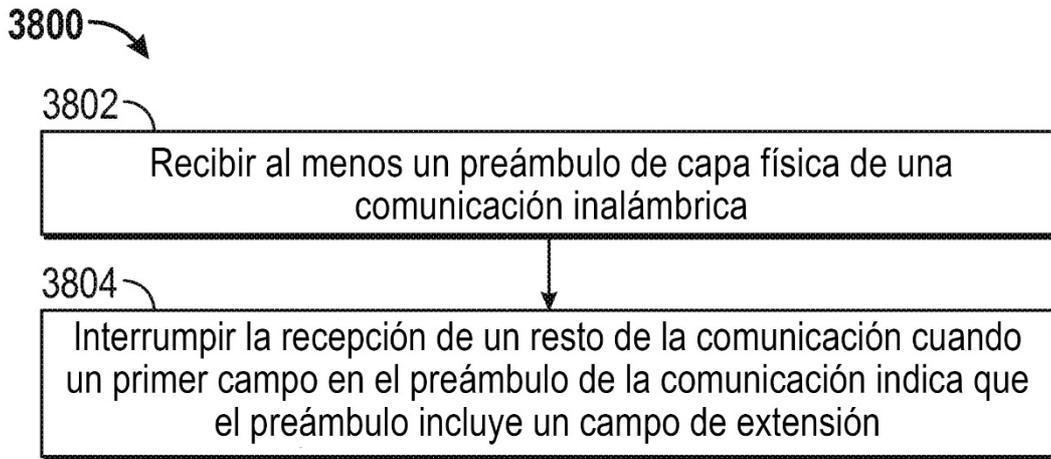


FIG. 38

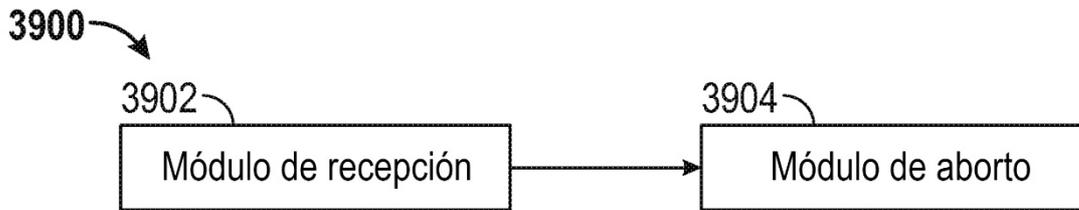


FIG. 39

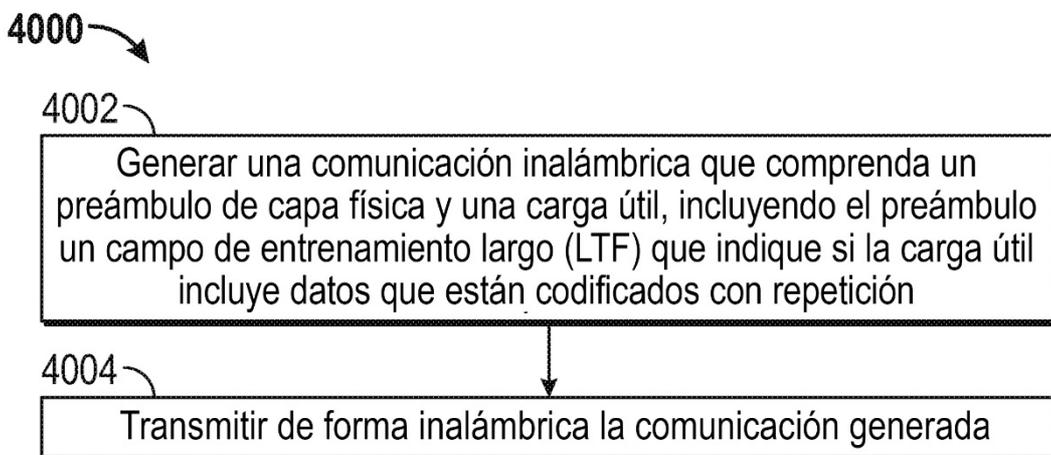


FIG. 40

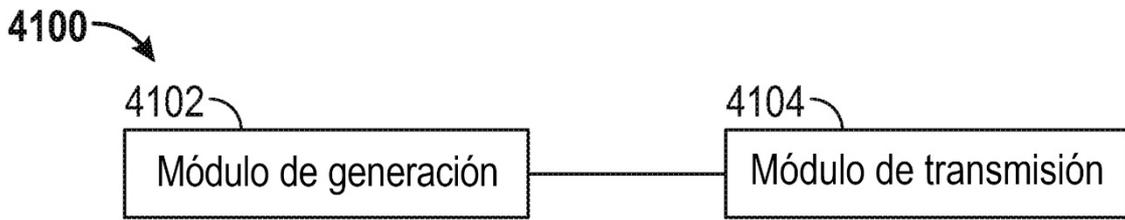


FIG. 41

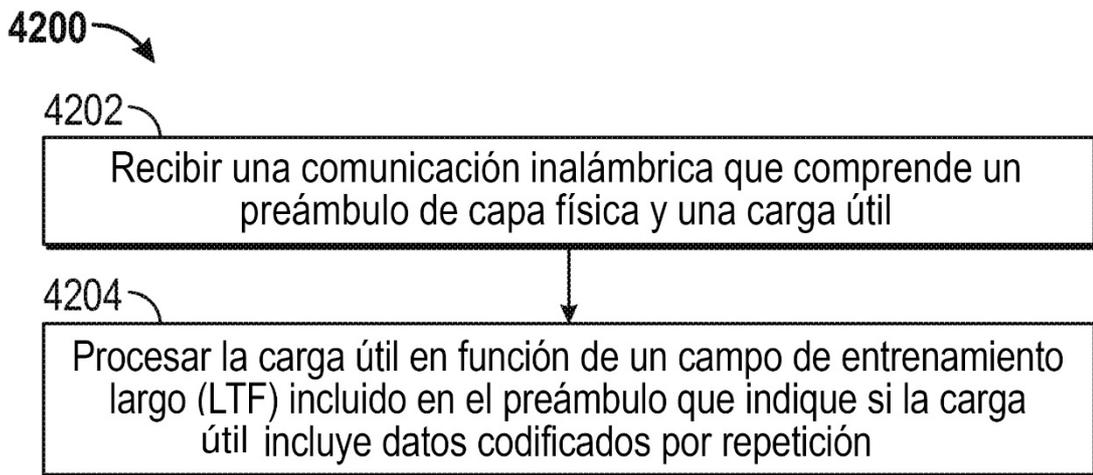


FIG. 42

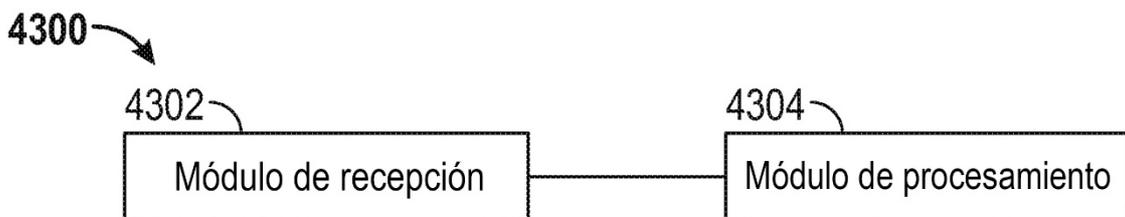


FIG. 43